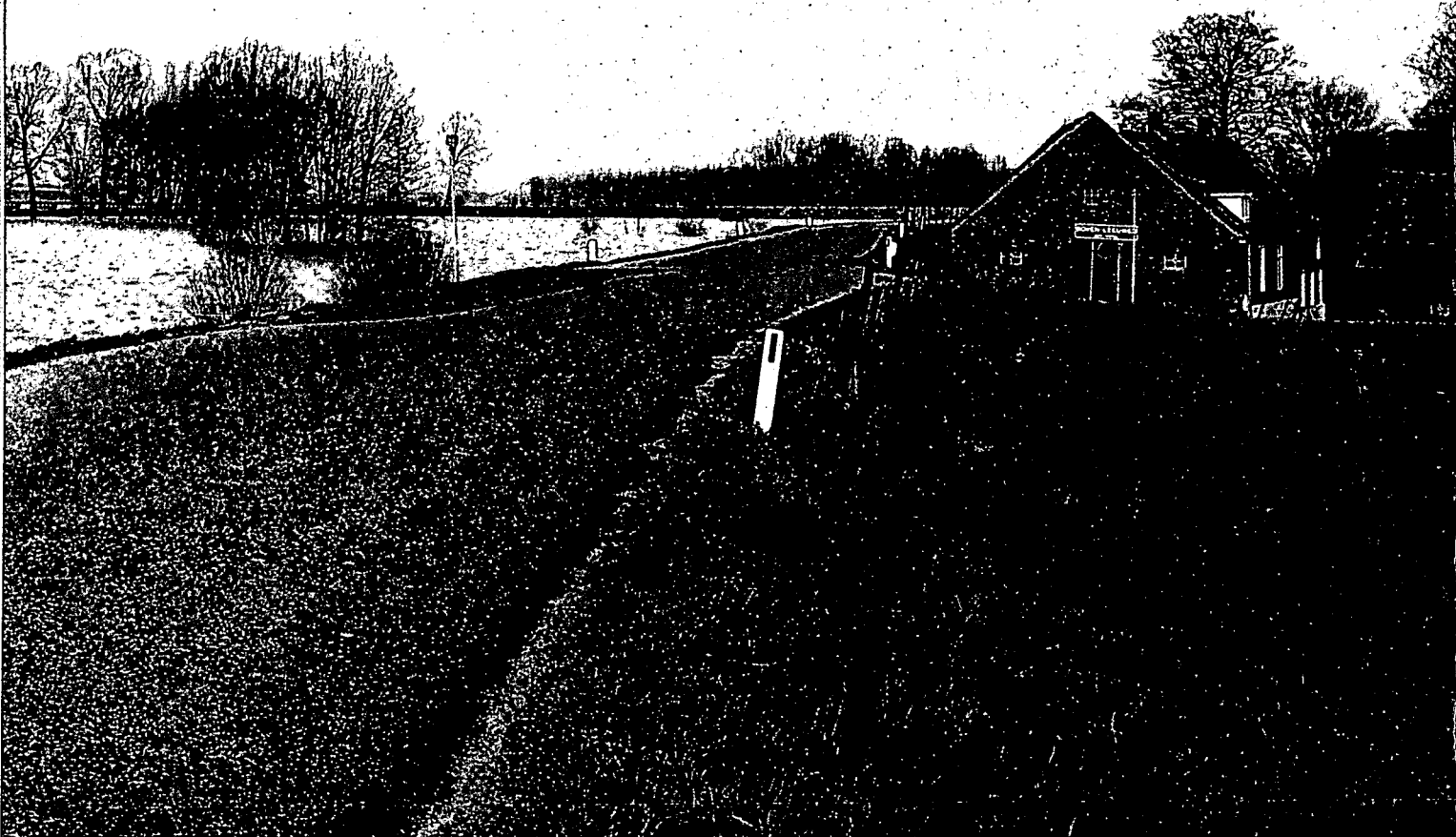


Ministerie van Verkeer en Waterstaat



# Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen

Deelrapport 1: Veiligheid tegen overstromingen



waterloopkundig laboratorium | WL

*EAC* European-American Center  
for Policy Analysis **RAND**

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

# **Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen**

## **Deelrapport 1: Veiligheid tegen overstromingen**

Veiligheidsanalyse, kostenschatting en effectenbepaling

Auteurs: Warren Walker  
Allan Abrahamse  
Joseph Bolten  
Marjan den Braber  
Steven Garber  
James Kahan  
Matthijs Kok  
Odette van de Riet

## Woord vooraf

Het onderzoek 'Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen' is uitgevoerd in opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het European-American Center for Policy Analysis/RAND (EAC/RAND). Aan het onderzoek is meegewerkt door een aantal gespecialiseerde bureaus zoals Grondmechanica Delft (GD), het Bureau SME, het Bureau Hamhuis + Van Niewenhuijze + Sijmons (H+N+S) en daarnaast door een aantal adviseurs. Het onderzoek werd begeleid door de Commissie Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterkingen (de Commissie Boertien). De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

Eindrapport	
Deelrapport 1	'Veiligheid tegen overstromingen: veiligheidsanalyse, kostenschatting en effectenbepaling'
Deelrapport 2	'Maatgevende belastingen'
Deelrapport 3	'Constructief ontwerp'
Deelrapport 4	'Functies, waarden en procedures'

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van informatie verkregen van een groep adviseurs en een groot aantal instanties en groepen, zoals waterschappen, provincies, Rijkswaterstaatsdiensten, ingenieursbureaus, wetenschappelijke instellingen en actiegroepen. Zonder deze informatie was het ons onmogelijk geweest het ons opgedragen onderzoek uit te voeren. WL en EAC/RAND zijn allen die ons informatie hebben verschaft zeer dankbaar. Wij zijn vanzelfsprekend volledig verantwoordelijk voor de wijze waarop deze informatie is gebruikt bij het opstellen van de conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Wij verwachten dat het onderzoek een duidelijk antwoord geeft op de vragen van de Minister en zal kunnen bijdragen aan een zo veilig mogelijk behoud en ontwikkeling van het riviereengebied en de daarin aanwezige waarden.

In dit eerste deelrapport, met als hoofdtitel 'Veiligheid tegen overstromingen', worden de veiligheidsanalyse, de kostenschatting en de effectenbepaling gepresenteerd.

Dit deelrapport is geschreven door verscheidene auteurs: Warren Walker, Allan Abrahamse, Joseph Bolten, Steven Garber, James Kahan, and Odette van de Riet zijn stafleden van RAND en EAC. Matthijs Kok werd door het Waterloopkundig Laboratorium toegevoegd aan het RAND/EAC team. Marjan den Braber werd toegevoegd aan het RAND/EAC team door de faculteit Technische Bestuurskunde van de Technische Universiteit Delft.

Oorspronkelijk is dit rapport, een produkt van RAND/EAC, in het Engels geschreven. Om het rapport echter toegankelijker te maken voor het Nederlandse publiek, is het rapport vertaald naar het Nederlands. De originele Engelse versie, dat het documentnummer MR-143/EAC heeft meegekregen, is verkrijgbaar bij RAND, 1700 Main Street, Santa Monica, California, Verenigde Staten.

# Inhoud

Woord vooraf

Lijst van tabellen

Lijst van figuren

Dankzegging

Terminologie

Samenvatting

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	1 — 1
<b>2</b>	<b>Aanpak</b> .....	2 — 1
2.1	Overzicht van de methodiek .....	2 — 1
2.2	Tonen van effecten aan de hand van scorekaarten .....	2 — 2
2.3	Effectenbepaling .....	2 — 4
2.4	Veiligheidsniveau .....	2 — 5
2.5	Strategieën .....	2 — 5
2.6	Maatgevende afvoer .....	2 — 6
<b>3</b>	<b>Dijkvakken database</b> .....	3 — 1
3.1	Algemene gegevens .....	3 — 3
3.2	Geografische gegevens .....	3 — 3
3.3	Gegevens over kosten en planning .....	3 — 4
3.4	LNC-gegevens .....	3 — 4
3.4.1	Landschapsgegevens .....	3 — 4
3.4.2	Natuurgegevens .....	3 — 5
3.4.3	Cultuurgegevens .....	3 — 5
3.5	MHW-gegevens .....	3 — 5
3.5.1	Waterstandgegevens gerelateerd aan veiligheidsnormen (exponentiële verdeling) .....	3 — 6
3.5.2	Waterstandgegevens gerelateerd aan strategieën ter verlaging van MHW .....	3 — 6
3.6	Aanvullende gegevens .....	3 — 6
<b>4</b>	<b>Bepaling van de schade door overstroming</b> .....	4 — 1
4.1	Samenvatting .....	4 — 2
4.2	Schadebepaling .....	4 — 4
4.3	Inundatiediepten .....	4 — 6
4.4	Schadeberekeningen .....	4 — 9
4.4.1	Basisgegevens .....	4 — 9
4.4.2	Kostenfactoren .....	4 — 10
4.4.3	Schadefactoren .....	4 — 15
4.5	Netto contante waarde .....	4 — 16

## Inhoud (vervolg)

<b>Bijlage 4A</b>	Het effect van een nieuw overschrijdingsfrequentie-model op schattingen van de schade door overstroming	
<b>Bijlage 4B</b>	Compartimentering	
<b>Bijlage 4C</b>	Schademodel-Tabellen	
<b>5</b>	<b>Kostenraming voor dijkverbetering</b>	5 — 1
5.1	Inleiding	5 — 1
5.1.1	Definitie van kosten	5 — 1
5.1.2	Inleiding tot de kostenanalyse	5 — 3
5.1.3	Gegevensbronnen	5 — 4
5.2	Kosten van standaarddijken	5 — 4
5.2.1	Overzicht en informatiebronnen	5 — 4
5.2.2	Kosteninformatie	5 — 5
5.3	Invloed van veranderingen in MHW	5 — 6
5.3.1	Overzicht	5 — 6
5.3.2	Basissituatie	5 — 6
5.3.3	Veranderingen in MHW	5 — 7
5.3.4	Kostenmodel dijkverbetering	5 — 7
5.3.5	Toepassing van de MHW-coëfficiënten	5 — 11
5.4	Kosten van strategieën voor uitgekiend ontwerp	5 — 11
5.4.1	Overzicht	5 — 11
5.4.2	Kosten van de strategie 'verbeterd huidig ontwerp'	5 — 11
5.4.3	Screenen van uitgekiend ontwerpmaatregelen	5 — 12
5.4.4	Gebruik van uitgekiende maatregelen	5 — 12
5.4.5	Kostencoëfficiënten voor uitgekiende ontwerpen	5 — 14
5.4.6	Berekening van kosten van strategieën voor uitgekiend ontwerp	5 — 16
<b>6</b>	<b>Het gebruik van focusgroepen om meningen van belanghebbenden te peilen</b>	6 — 1
6.1	Inleiding	6 — 1
6.2	Methode	6 — 1
6.2.1	Definitie van een focusgroep	6 — 1
6.2.2	Samenstelling van de projectleiding	6 — 2
6.2.3	Selectie van focusgroepen	6 — 2
6.2.4	Plaats van de bijeenkomsten	6 — 4
6.2.5	Agenda	6 — 4
6.3	Resultaten focusgroepen	6 — 6
6.3.1	Overzicht van de vijf groepsbijeenkomsten	6 — 6
6.3.2	Landschappelijke, natuurlijke en culturele criteria	6 — 8
6.3.3	Procedurele criteria	6 — 9

## Inhoud (vervolg)

<b>7</b>	<b>Effectenbepaling</b> . . . . .	<b>7 – 1</b>
7.1	Maatgevende afvoer . . . . .	7 – 1
7.2	Beleidsopties . . . . .	7 – 2
7.3	Criteria . . . . .	7 – 3
	7.3.1 Kosten van dijkverbeteringen . . . . .	7 – 3
	7.3.2 Voordelen van vermindering van verwachte overstromingsschade . . . . .	7 – 3
	7.3.3 Criteria ten aanzien van de landschaps-, natuur- en cultuur-historische waarden . . . . .	7 – 4
7.4	Scorekaarten . . . . .	7 – 8
7.5	Algemene inzichten die uit de effectenbepaling zijn verkregen . . . . .	7 – 11

**Bijlage 7A** Scorekaarten voor gereduceerde maatgevende afvoer

### Referenties

**Appendix A** Gebruik van de scorekaartgegevens ter ondersteuning van beleidsbeslissingen  
**Appendix B** Het verzekeren van rivierinundatie in Nederland

## Lijst van tabellen

Tabel 4.1	Schattingen van de schade door overstroming (Mf, 1992)
Tabel 4.2	Schattingen van de schade door overstroming per dijkkring (Mf, 1992)
Tabel 4.3	Maximale inundatiediepten (m) en hoeveelheid water (in $10^6$ m <sup>3</sup> ) per dijkkring en veiligheidsnorm
Tabel 4.4	Kostenfactoren voor de kapitaalgoederenvoorraad per bedrijfstak
Tabel 4.5	Kostenfactoren voor produktie per bedrijfstak
Tabel 4.6	Schadefactoren per categorie en overstromingsdiepte
Tabel 4A.1	Schattingen van de schade per dijkkring wanneer de alternatieve verdeling is gebruikt om de MHW te bepalen (Mf, 1992)
Tabel 4C.1	Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring
Tabel 4C.2	Basisgegevens per hoogtezona en dijkkring
Tabel 4C.3	Factoren om de prijs- en bevolkingsgegevens om te rekenen naar 1992
Tabel 5.1	Kosten van de huidige dijkverbeteringsplannen per dijkkring (Mf)
Tabel 5.2	Kostencomponenten in het dijkmodel (Mf)
Tabel 5.3	Kostenfactoren voor strategieën die MHW beïnvloeden
Tabel 5.4	Kostenfactoren voor een aantal maatregelen (ten opzichte van standaarddijken)
Tabel 5.5	Kostencoëfficiënten voor uitgekiend ontwerpen
Tabel 7.1	LNC variabelen en Becht schadecoëfficiënten
Tabel 7.2	Effect van alternatieve veiligheidsnormen (standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)
Tabel 7.3	Effect van uitgekiend ontwerpen (1/1250 veiligheidsnorm, huidige maatgevende afvoer)
Tabel 7.4	Effect van de strategie ter verlaging van MHW (1/1250 veiligheidsnorm, standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)
Tabel 7.5	Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkkring 43 (standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)
Tabel 7.6	Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkkring 52 (standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)
Tabel 7.7	Effect van een verandering in de maatgevende afvoer (standaarddijken, 1/1250 veiligheidsnorm)
Tabel 7A.1	Effect van alternatieve veiligheidsnormen (standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)
Tabel 7A.2	Effect van uitgekiend ontwerpen (1/1250 veiligheidsnorm, gereduceerde maatgevende afvoer)
Tabel 7A.3	Effect van de strategie ter verlaging van de MHW (1/1250 veiligheidsnorm, standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)
Tabel 7A.4	Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkkring 43 (standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)
Tabel 7A.5	Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkkring 52 (standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)

## Lijst van figuren

Figuur 1.1	Onderzoeksgebied
Figuur 1.2	Schematische weergave van het onderzoeksproces
Figuur 2.1	De stappen binnen de analyse
Figuur 3.1	Kaart van onderzoeksgebied met dijkvakken
Figuur 4.1	Inundatiegebieden binnen dijkringen
Figuur 6.1	Het gebruik van een scorekaart
Figuur 6.2	Voorbeelden van mogelijke LNC-criteria
Figuur 6.3	Voorbeelden van mogelijke procedurele criteria
Figuur A.1	Optimaal beschermingsniveau
Figuur A.2	Kosten van het behoud van LNC



## Dankzegging

We zouden graag de volgende personen willen bedanken voor hun bijdrage aan de studie:

### Waterschappen

Alblasserwaard

F.A. van den Berg

Ir. W.G. Epema

Ing. E.J. Steenbergen

Betuwe

Ing. I.W.Th. van Meegeen

Ing. C.G. de Vrieze

De Grote Waard

Ing. T. Koekoek

De Maaskant

Ing. J.C.J.M. Bijl

Groot Maas en Waal

E. Breen

Ing. B.G. de Bruijn

Ing. M. Rademaker

Rijn en Ussel

Ing. J.P. van der Rest

Tieler en Culemborger Waarden

J.D. van Helten

Ing. J.G. van Rijsbergen

### Rijkswaterstaat

Hoofddirectie

Ir. Tj. de Haan

Ir. P. Huisman

Bouwdienst

Ing. G. Beaufort

Ing. W.M. van den Brink

Ing. P.A.J. Feitz

Ir. P.J. van Kleunen

Ir. W. Korf

Prof. Ir. H. Vrijling

Ing. F.A.P. Vuijk

Directie Gelderland

Ir. H. de Jong

Ing. H.H. Spapens

Directie Noord Brabant

Ing. H.F. van Bavel

Ing. C.P.M. Verbart

Meetkundige Dienst

ir. R.A. Hiralal

ir. H.J.W. van der Vegt

### Overige instellingen

CBS

R.M.N. Bonnie

Gemeente Arnhem

Ir. M.J. Waalboer

Gemeente Deventer

G.A.G. Nelissen

Grontmij

Ir. J.J. Kuipers

Heidemij

Ir. G.J. Florian

Ir. W.A. de Haan

Ing. E.T.M. Overkamp

KPMG Klynveld Management Consultants

Drs. J.M. Petit

LU Wageningen

H. Heemsbergen

Ministerie LNV

Dr. L.M. Fliervoet

Provincie Gelderland

Ir. D. van Gulik

W. Schoof

Ing. Fr. van der Voort

RAND

Margaret Brackett

Riek Eden

Gene Fisher

Lou Miller

Janna Otto

Malcolm Palmatier

Bari Whitbeck

TAUW

Ir. C. van de Giessen

WL

Drs. M. Hogeweg

Ir. E.B. Peerbolte

## Terminologie

<i>f</i>	gulden
<i>g</i>	gram
ha	hectare
kg	kilogram
km	kilometer
m	meter
m <sup>2</sup>	vierkante meter
m <sup>3</sup>	kubieke meter
m <sup>3</sup> /s	kubieke meters per seconde
M <i>f</i>	miljoen guldens
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
EAC	European American Center for Policy Analysis
GD	Grondmechanica Delft
LNC	landschappelijke, natuurwetenschappelijke en culturele waarden
MD	Meetkundige Dienst
MHW	maatgevend hoogwater
WL	Waterloopkundig Laboratorium

Dit rapport wordt opgedragen aan Bruce Goeller, wiens nalatenschap aan de beleidsanalyse in dit rapport tot uitdrukking komt, zoals dat in de toekomst nog vaak het geval zal zijn.

## Samenvatting

In dit deelrapport worden de effecten onderzocht van alternatieven voor het verschaffen van bescherming tegen overstroming voor de gebieden langs de Rijntakken en de Maas buiten de invloed van het getij. In het rapport wordt getracht een antwoord te geven op een van de vragen gesteld door de Minister van Verkeer en Waterstaat in haar brief aan de Tweede Kamer op 24 juli 1992. Zij vroeg daarbij na te gaan, of er elementen waren in de afweging die ten grondslag ligt aan de keuze van de veiligheidsnorm voor de rivierdijkversterkingen die zodanig veranderd zijn sinds de vaststelling van de norm in 1978, dat dit zou kunnen leiden tot een andere keuze.

De huidige norm is gebaseerd op de bevindingen van de Commissie Rivierdijken (1977), die als aanbeveling gaf de dijken zodanig te ontwerpen dat 'waterstanden kunnen worden gekeerd die behoren bij een maatgevende Rijnafvoer te Lobith van  $16.500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Deze afvoer wordt overschreden met een kans van  $1/1250$  per jaar.' Bij het uitvoeren van de dijkversterkingen volgens deze nieuwe norm namen de protesten tegen de schadelijke effecten van de versterkingen op de landschappelijke, natuur- en cultuurwaarden sterk toe. De toenemende discussie over de uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen bij ieder project was aanleiding voor de Minister van Verkeer en Waterstaat voor de instelling van de Commissie 'Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking' (de Commissie Boertien) en het geven van een opdracht aan het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en RAND's European-American Center for Policy Analysis (EAC) om de uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen te toetsen.

Het RAND/EAC team heeft zich vooral gericht op het bepalen van de mogelijke materiële schade door overstroming bij verschillende veiligheidsnormen, de kosten van verschillende dijkversterkings-strategieën, en het effect van verschillende beleidsvoornemens (combinaties van veiligheidsnorm en versterkings-strategieën). Het primaire doel van de analyse was het zoeken naar strategieën die een grote veiligheid geven, niet te duur zijn en zoveel mogelijk van de bestaande landschappelijke, natuur- en cultuurwaarden behouden.

De voornaamste conclusies van de effectenanalyse zijn:

- *Verlagen van de huidige veiligheidsnorm ( $1/1250$  per jaar) zou een significante vergroting van de mogelijke schade door overstroming geven, maar zou de schade aan de LNC-waarden slechts weinig verminderen.* Het merendeel van de schade aan de LNC-waarden bij de huidige werkwijze is het gevolg van het versterken van de dijken, niet van het verhogen ervan. Versterken van dijken is nodig, ongeacht de keuze van de veiligheidsnorm.
- *Verlagen van het veiligheidsniveau voor een deelgebied geeft een aanzienlijke vergroting van de mogelijke schade door overstroming, maar geeft een geringe vermindering van de schade aan de regionale LNC-waarden.* Onderzocht is wat de effecten zijn van het verlagen van de veiligheidsnorm voor een landelijk gebied met grote LNC-waarden (de westelijke IJsseloever). Het resultaat van de analyse was dat bij een lagere veiligheidsnorm de vergroting van de schade door overstroming aanzienlijk was, terwijl de afname in de schade aan de LNC-waarden bij een lagere veiligheidsnorm relatief gering was, zelfs voor de landelijke gebieden.

- *In relatief eenvoudige dijkgedeelten kan door een verbetering van dijkontwerp en -beheer de landschappelijke waarde en de waarde van de dijkvegetatie worden vergroot.* De dijkgedeelten buiten de stadskernen kunnen worden verdeeld in gedeelten waar het behoud van LNC-waarden moeilijk is (de knelpunten) en gedeelten waar het behoud van LNC-waarden eenvoudiger is. De landschappelijke waarde van de dijken in de gedeelten buiten de knelpunten (75% van de dijkgedeelten buiten de stadskernen) kan worden verbeterd door een beter grondmechanisch ontwerp. De waarde van de dijkvegetatie kan worden vergroot door een natuurvriendelijk ontwerp en beheer van de dijken.
- *In gedeelten met knelpunten kunnen met 'uitgekiende ontwerpen' LNC-waarden behouden blijven, zij het tegen hogere kosten.* Uitgekiend ontwerpen is geïntroduceerd door de Commissie Rivierdijken om de schade aan LNC-waarden door dijkversterkingen te verminderen. Met toepassen van uitgekiende ontwerpen kunnen bijna alle LNC-waarden in de knelpunten buiten de stadskernen behouden blijven (de 'alles sparen' strategie), maar deze strategie zou een verdubbeling van de ontwerp- en aanlegkosten betekenen.
- *Met selectief uitgekiend ontwerpen, dat circa een derde duurder is, zou een groot deel van de LNC-waarden in de knelpunten behouden blijven.* Door het niet toepassen van de meest kostbare oplossingen uit de 'alles sparen' strategie werd de 'selectief sparen' strategie ontwikkeld. Met deze strategie kan ongeveer de helft van LNC-waarden in de knelpunten, die in de standaard praktijk niet worden gespaard, worden behouden.
- *Aandacht moet worden gegeven aan een strategie waarbij de uiterwaarden worden afgegraven en gedeeltelijk worden ontwikkeld tot oobos.* Met een dergelijke strategie wordt de noodzaak tot dijkversterking niet ondervangen, maar de omvang van de verhogingen en versterkingen kan worden verminderd. De kosten van deze strategie en het effect ervan op de LNC-waarden van de uiterwaarden zijn nog niet bekend. Indien de kosten en het effect op de LNC-waarden laag zijn, kan deze strategie nader worden beschouwd, speciaal voor toepassing op een regionale of lokale basis, eventueel in combinatie met uitgekiend ontwerpen.

# 1 Inleiding

Doel van het onderzoek in de toetsing van de uitgangspunten voor de rivierdijkversterkingen. De opdracht tot dit onderzoek is aangekondigd in de brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer der Staten Generaal van 24 juli 1992 en in haar besluit tot instelling van de Commissie toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen van 25 augustus 1992. Het onderzoek omvat de dijkringen met een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar, ofwel de dijken langs de Rijntakken en de Maas buiten de invloed van een stormopzet op de Noordzee en het IJsselmeer (zie Figuur 1.1)

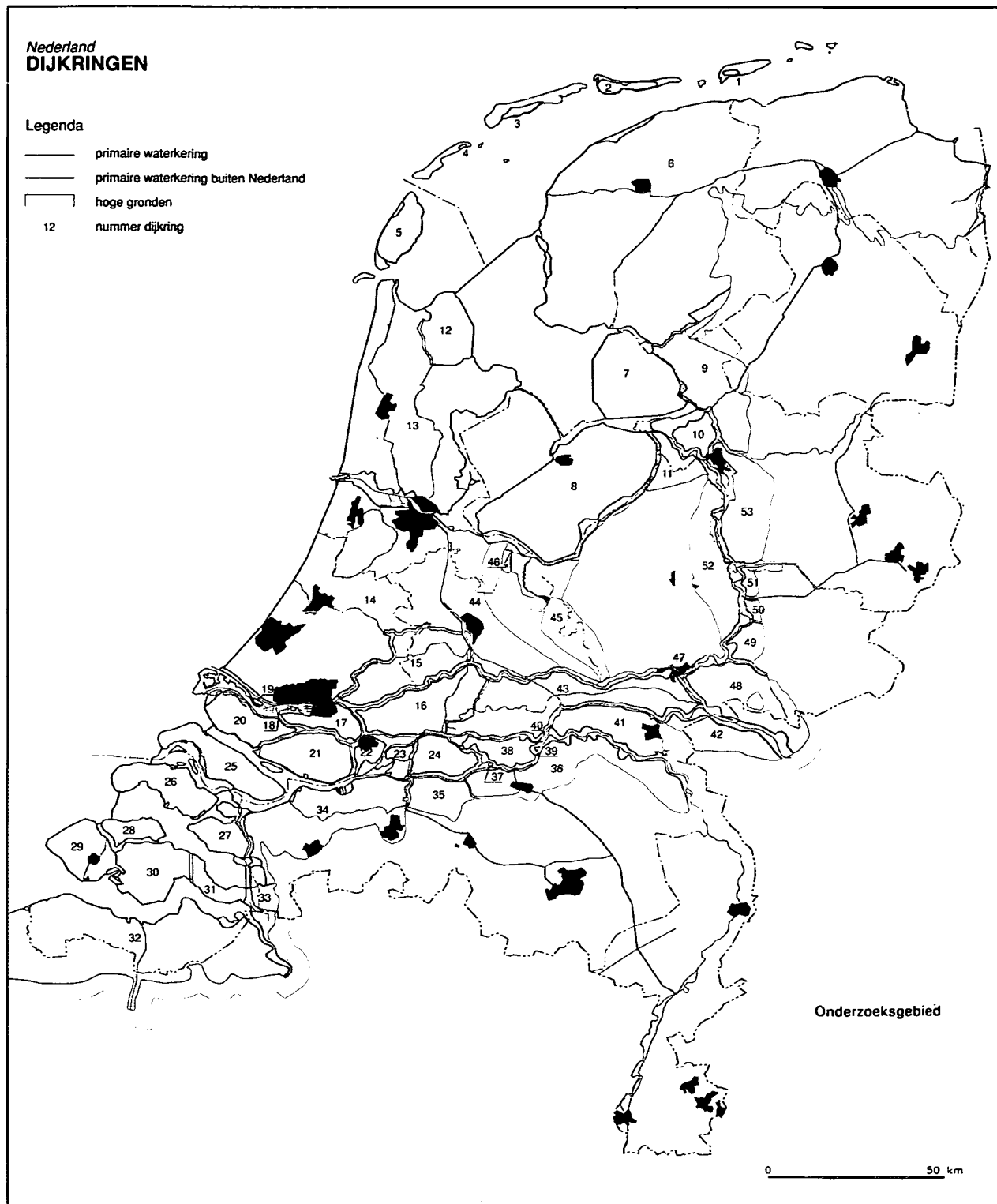
In haar brief van 24 Juli geeft de Minister van Verkeer en Waterstaat aan dat de vraagstelling van het toetsend onderzoek in 3 hoofdvragen uiteenvalt:

- a. 'Zijn er elementen in de afweging die ten grondslag ligt aan de keuze van de norm, die nu zodanig veranderd zijn dat dat zou kunnen leiden tot een andere keuze?
- b. Zijn er op technisch/wetenschappelijk gebied zodanig nieuwe inzichten dat die kunnen leiden tot andere uitkomsten van berekeningen?
- c. Zijn er in de commentaren van de laatste tijd nieuwe elementen boven gekomen die eveneens tot een andere keuze of uitkomsten kunnen leiden en die niet in de voorgaande twee vragen zijn vervat?

Het onderzoek bestaat uit een aantal deelonderzoeken die gericht zijn op:

- I. Het zoeken naar een methode om de mate van *bescherming tegen overstromingen* te bepalen die door de samenleving wordt gewenst. Deze mate van gewenste bescherming kan worden uitgedrukt in de vorm van een bepaalde norm voor het hele onderzoeksgebied. Deze kan echter ook *gedifferentieerd worden voor deelgebieden*, bijv. per dijkkring.
- II. Het bepalen van een relevante MHW voor rivierdijken en het ontwerpen van maatregelen om de waterstand te verlagen.
- III. Het ontwerpen van een methodiek voor het *constructief ontwerpen* van stabiele en betrouwbare dijken ter bescherming tegen overstromingen.
- IV. De afstemming van de tegen overstromingen beschermende functie van rivierdijken met andere functies en waarden en het nauwkeurig omschrijven van de daarbij behorende procedures.
- V. Het *integreren* van het onderzoek zodat er gekomen kan worden tot mogelijke *strategische opties* waarna de gevolgen van deze opties kunnen worden aangegeven.

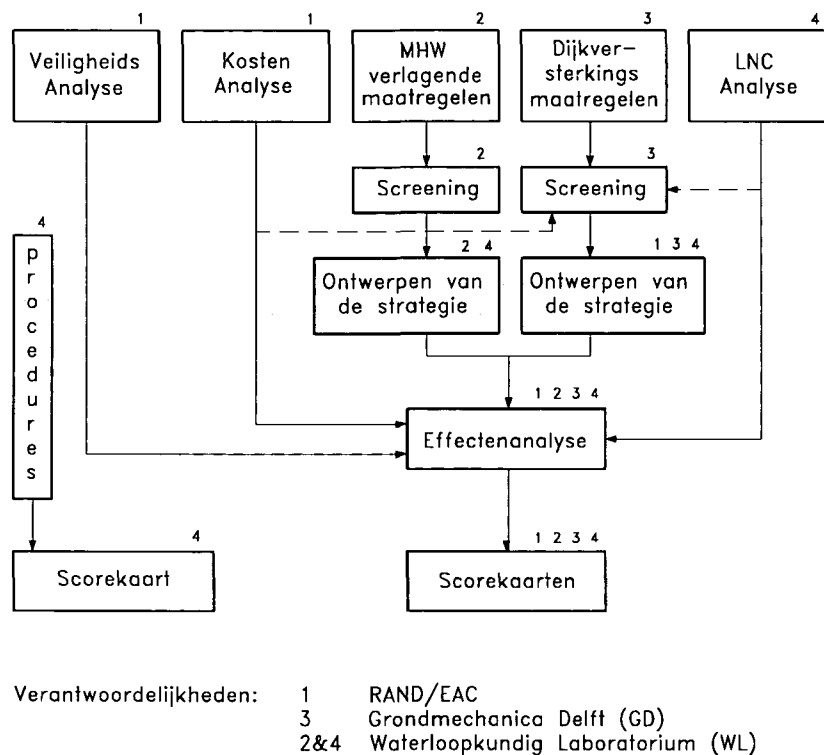
Beleidsanalyse vormde de basis voor het onderzoek naar (1) de effecten van de gekozen mate van bescherming tegen overstromingen (veiligheidsnorm) en (2) mogelijke strategische opties voor het nemen van beslissingen ten aanzien van dijkversterkingsplannen in het licht van die keuze. Het doel van het onderzoek is de overheid en andere vertegenwoordigers van in het geding zijnde belangen te helpen om een keuze te maken uit verschillende complexe alternatieven onder onzekere omstandigheden. Het woord 'complex' heeft betrekking op de diversiteit van de gevolgen van verschillende strategieën weer. 'Onzeker' geeft aan dat er keuzes moeten worden gemaakt op grond van onvolledige inzichten in deze gevolgen.



Figuur 1.1 Onderzoeksgebied

Bron: Meetkundige Dienst

Figuur 1.2 toont de schematische weergave van het onderzoeksproces. De blokken die het nummer 1 hebben geven de delen van het onderzoek weer die in dit rapport zijn opgenomen. Maatregelen ter vermindering van het effect van dijkversterkingen op het milieu zijn op basis van een beperkt aantal criteria (gevolgen voor LNC-waarden, veiligheidsoverwegingen, financiële kosten) geanalyseerd en na screening als veelbelovend aangemerkt. Er zijn strategieën gevormd door de veelbelovende maatregelen te combineren. De gevolgen van de verschillende strategieën zijn op basis van een aantal verschillende criteria bepaald. De effecten van verschillende veiligheidsnormen zijn op dezelfde wijze bepaald. Wij hebben 'scorekaarten' gebruikt om de resultaten van de studie te presenteren. Deze tonen verschillende effecten van elke veiligheidsnorm of strategie ter bescherming tegen overstroming. Door de effecten te vergelijken, kunnen de overheid en andere belangenbehartigers gefundeerde keuzes maken. Deze stappen binnen het onderzoek worden in paragraaf 2 in detail beschreven.



Figuur 1.2 Schematische weergave van het onderzoeksproces

De analyse van het planningsproces voor de dijkversterkingsplanning en de vaststelling van de daarvoor gebruikte procedures (links in Figuur 1.2) hebben parallel aan andere deelonderzoeken plaatsgevonden. Voorstellen voor verbetering van de procedures zijn uit deze analyse en bepaling afgeleid en beschreven in deelrapport 4.



Het hele onderzoek is door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het RAND/European-American Center for Policy Analysis (RAND/EAC) verricht met ondersteuning van Grondmechanica Delft (GD). De organisatorische verantwoordelijkheden voor de verschillende onderdelen van het onderzoek zijn in Figuur 1.2 aangegeven. De resultaten van het onderzoek zijn in het hoofdrapport samengevat. De meer gedetailleerde gegevens over de diverse aspecten van het onderzoek zijn in vier deelrapporten ondergebracht:

- . *Deelrapport 1.* Dit is dit deelrapport. Het beschrijft de hierboven genoemde deelonderzoeken I en V. Het bevat een beschrijving van de in Figuur 1.2 aangegeven stappen binnen het onderzoek, verschaft de veiligheids- en kostenanalyses en eindigt met de resultaten van deelonderzoek V (effectenanalyse en scorekaarten).
- . *Deelrapport 2.* Dit deel beschrijft deelonderzoek II. Het is door WL geschreven.
- . *Deelrapport 3.* Dit deel beschrijft deelonderzoek III. Dit rapport is door Grondmechanica Delft geschreven.
- . *Deelrapport 4.* Dit deel beschrijft deelonderzoek IV. Een belangrijk onderdeel is de beschrijving van de in Figuur 1.2 getoonde analyses. Deel 4 bevat echter ook een gedetailleerde beschrijving van de LNC-analyse die is gebruikt voor de hier beschreven effectenanalyse. Dit rapport is door WL geschreven in samenwerking met het Bureau SME en het Bureau Hamhuis + Van Nieuwenhuijze + Sijmons.

## 2 Aanpak

### 2.1 Overzicht van de methodiek

In deze studie is gebruik gemaakt van een systematische aanpak ter bepaling van complexe beleidskeuzen. Deze aanpak wordt aangeduid als *beleidsanalyse* en is bedoeld om beleidmakers te ondersteunen bij het selecteren van te prefereren gedragslijnen uit ingewikkelde alternatieven onder onzekere omstandigheden. In deze definitie benadrukt het begrip *ondersteunen* dat er bij het bepalen van beleidsvormen zelden sprake kan zijn van een 'beste' oplossing. Er bestaat in het algemeen nooit een alternatief dat voor alle gevolgen de meest gunstige waarde zal opleveren. Sommige alternatieven zullen immers in bepaalde opzichten beter zijn, maar in andere opzichten weer slechter. Beleidsanalyse kan beleidmakers in hun oordeelsvorming slechts helpen door het probleem te verduidelijken, de alternatieven aan te geven en de onderlinge afweging tussen de effecten te laten zien. Het woord *complex* legt nadruk op het gegeven dat die alternatieven talrijk zijn en dat het samengaan van verschillende technologieën en beleidlijnen meerdere gevolgen kan hebben die verstrekkend en moeilijk te voorspellen zijn. Tenslotte legt het woord *onzeker* de nadruk op het feit dat de keuzen in het algemeen worden gedaan op basis van onvolledige kennis van alternatieven die nog niet concreet bestaan en waarvan de voorspelde gevolgen slechts in een onbekende toekomst zullen optreden, zo dat al het geval mocht zijn. Alternatieven moeten niet alleen worden vergeleken in termen van de verwachte gevolgen, maar ook in termen van het risico dat zij achteraf verkeerd blijken te zijn.

In een beleidssituatie die zo complex is als deze – een gebied beveiligen tegen overstroming – is het gemakkelijk verstrikt te raken in het enorm grote aantal dimensies die het probleem kent. Er zijn namelijk zoveel verschillende manieren om dit te bereiken alsmede zoveel onzekerheden en belangrijke gevolgen, dat er geen analyse bestaat waarin al die factoren aan de orde kunnen komen. Men kan niet optimaliseren, maar slechts hopen efficiënt tot een bevredigend resultaat te komen, dat wil zeggen zoeken naar goede oplossingen om de huidige situatie ten aanzien van een breed scala aan effecten te kunnen verbeteren.

Door de analyse stap voor stap uit te voeren, werd het enorm grote aantal dimensies transparant en verwerkbaar. In de beginfase werden ideeën op enkele belangrijke gevolgen geëvalueerd. In de eindfase werd een betrekkelijk klein aantal ideeën geëvalueerd aan de hand van een groter aantal effecten. Naarmate het project vorderde, werden door het onderzoeksteam meer aantrekkelijke alternatieve oplossingen ontworpen. Daarbij werden de onderzochte alternatieven steeds complexer. De elementaire bouwstenen, de *maatregelen*, werden tot *strategieën* gecombineerd. Vervolgens werden de verschillende gevolgen (*effecten*) van de strategieën geanalyseerd.

Het *beleid* ter bescherming tegen overstroming bestaat uit twee delen: (1) een veiligheidsnorm en (2) een strategie voor de verbetering van dijken en/of het verlagen van de waterstand van de rivieren teneinde het gekozen veiligheidsniveau te bewerkstelligen.

Elke strategie voor het verkrijgen van bescherming tegen overstroming in het onderzoeksgebied houdt een combinatie van *maatregelen* in. Elk van deze maatregelen behelst één bepaalde handeling om het beschermingssysteem tegen overstroming te beïnvloeden, zoals het bouwen van een bepaald soort dijk of het verlagen van de waterstand in de rivier door een bepaalde ingreep. Een *strategie* is een combinatie van maatregelen om het beoogde doel te bereiken, ongeacht het aantal maatregelen dat hiervoor nodig is.

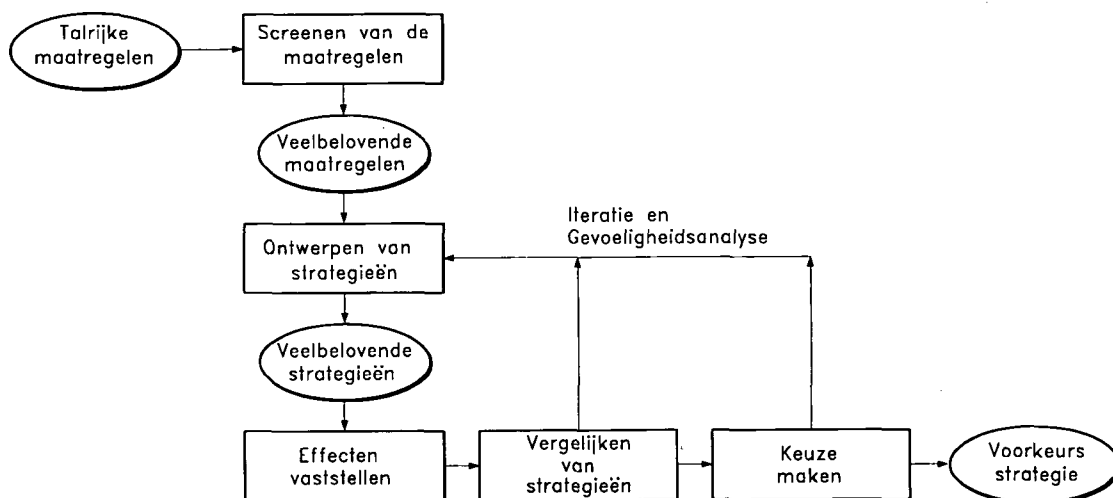
Figuur 2.1 geeft deze analytische aanpak grafisch weer. De eerste stap in het proces is het genereren van een grote hoeveelheid maatregelen. Deze worden vervolgens geëvalueerd om de minst aantrekkelijke te elimineren en de meest interessante te identificeren. De volgende stap is het ontwerpen van strategieën die uit de overblijvende maatregelen zijn samengesteld. Het doel van deze stap is het identificeren van een klein aantal veelbelovende strategieën, die voldoende zinvol en voordelig lijken te zijn om voor een diepgaande evaluatie in aanmerking te komen. Elk van deze veelbelovende strategieën wordt dan geanalyseerd aan de hand van een verzameling effecten, een stap die effectenanalyse wordt genoemd. In de laatste fase van de procedure worden de resultaten gepresenteerd aan de beleidsmakers van de overheid en aan het publiek opdat deze de alternatieven op basis van hun geraamde gevolgen kunnen beoordelen. Aan deze feitelijke kennis kunnen deze groepen dan hun waardeoordeel over het relatieve belang van de verschillende effecten toevoegen. Door deze effecten onderling af te wegen kan de meest geschikte strategie worden geselecteerd. Dit proces bevat natuurlijk ook iteratie, terugkoppeling en gevoeligheidsanalyse. Voor een uitvoeriger beschrijving van de fasen van de beleidsanalyse, zie Goeller e.a. [1983, blz. 34-39].

## 2.2 Tonen van effecten aan de hand van scorekaarten

De diverse *effecten* van elk van de strategieën zijn door de verschillende taakgroepen bepaald. In veel beslissings-ondersteunende methoden worden de verschillende effecten naar hun relatief belang gewogen en gecombineerd tot één waarde. Bij deze aanpak gaat echter in het algemeen informatie verloren, terwijl het ook kan voorkomen dat de waarden van de onderzoeker de plaats innemen van de waarden van de beleidsmakers en belanghebbenden. De verschillende effecten zijn aangegeven op scorekaarten. Deze kaarten vormen een kader voor het vergelijken van alternatieve strategieën. Aan deze feitelijke kennis voegen de beleidsmakers en belanghebbenden hun waardeoordeel toe omtrent het relatieve belang van de verschillende effecten.

Een scorekaart is een tweedimensionale tabel die de effecten in de rijen, en de strategieën in de kolommen weergeeft. De rij van de tabel toont de score van elke strategie voor één enkel effect, bijvoorbeeld het effect van elke strategie op schade door overstroming. De kolom toont alle effecten van één enkele strategie, bijvoorbeeld een nieuwe manier om de dijken te ontwerpen. De scorekaart heeft een aantal voordelen boven een geaggregeerde aanpak waarbij de effecten tot één enkele waarde of nut worden gecombineerd. De scorekaart geeft een scala aan effecten en stelt een beleidsmaker of belanghebbende in staat om aan elk daarvan een bepaald gewicht toe te kennen. Daarmee worden de relatief sterke en zwakke punten van diverse alternatieven zichtbaar en wordt het tevens mogelijk om effecten die niet in getallen kunnen worden uitgedrukt, te bestuderen (bijvoorbeeld bepaalde milieu-effecten). Verder behoeven de beleidsmakers en vertegenwoordigers van in het geding zijnde belangen, het niet eens te zijn over het gewicht dat aan de diverse effecten wordt toegekend. Dit is een belangrijk voordeel, aangezien het voor de beoordelers wellicht om verschillende redenen, gemakkelijker kan zijn om overeenstemming te bereiken over het alternatief waaraan zij de voorkeur geven dan overeenstemming te bereiken over het aan de verschillende effecten toe te kennen gewichten. Een meer uitvoerige bespreking van scorekaarten is te vinden in Goeller e.a. [1977, blz. 10-13].

Binnen het project Rivierdijkversterkingen zijn afzonderlijke scorekaarten opgesteld waarin een samenvatting van de effecten van een aantal strategieën wordt gegeven. Deze scorekaarten, opgenomen in hoofdstuk 7, behandelen de resultaten van de effectenanalyse.



Figuur 2.1 De stappen binnen de analyse

## 2.3 Effectenbepaling

Bij de keuze van de op de scorekaarten aan te geven effecten was ons belangrijkste criterium dat de verzameling maatregelen voldoende moest zijn om het volledige scala aan doelstellingen van alle betrokkenen te omvatten. De opzet daarbij was om een pakket van criteria te verkrijgen dat toereikend genoeg zou zijn om aan iedere belangenbehartiger of belangengroep te laten zien hoe een bepaalde strategie het bereiken van hun doelstellingen beïnvloedde.

In eerste instantie hebben wij alle effecten in de lijst van criteria opgenomen die de Commissie Becht in haar onderzoek heeft gebruikt. Aangezien de Minister echter ook wilde dat wij nieuwe overwegingen zouden zoeken die wellicht tot de keuze van een andere dijkversterkingsstrategie zouden leiden, hebben wij nog een aantal andere effecten trachten te identificeren. Ter ondersteuning van deze taak zijn diverse 'focusgroep'-bijeenkomsten georganiseerd. Een beschrijving van het karakter van deze groepen, de wijze waarop zij zijn samengebracht en wat zij aan het project hebben bijgedragen, wordt in hoofdstuk 6 gegeven.

Alle op de scorekaarten weergegeven effecten vallen in één van de drie volgende categorieën:

- *Schade door overstroming*. Deze effecten tonen onze ramingen van de schade – in financiële termen – die zou ontstaan indien bepaalde specifieke dijkkringen zouden overstromen. De ramingen zijn op 15 categorieën materiële schade gebaseerd, zoals huizen, landbouwopbrengsten en industriële infrastructuur. De berekeningen waarmee de op de scorekaarten aangegeven ramingen van de schade door overstroming zijn gemaakt worden in hoofdstuk 4 beschreven.
- *Financiële kosten van verbetering van de hoogwaterkeringen*. Deze omvatten de voorbereidings-, aanleg- en onderhoudskosten voor de versterking van dijken plus eventuele andere financiële kosten voortvloeiend uit veranderingen in de infrastructuur, bijvoorbeeld kosten die voor de scheepvaart ontstaan. De wijze waarop de kosten voor dijkversterkingen worden bepaald, wordt in hoofdstuk 5 behandeld. Kosten verband houdend met strategieën ter verlaging van de waterstand in de rivieren worden beschreven in het deelrapport 2.
- *Effecten op landschaps-, natuur- en cultuurwaarden (LNC-waarden)*. Deze geven de effecten weer die strategieën ten aanzien van bescherming tegen overstroming op het landschap hebben, bijvoorbeeld bochten in het dijktraject, verlies aan bossen en/of wielen, enz. Zo ook op cultuur-historische waarden, zoals het verloren gaan van oude boerderijen, monumenten, enz. en op natuurwaarden, zoals veranderingen in de ecologische infrastructuur of de hoeveelheden en soorten vegetatie. Een volledige beschrijving van de in ons onderzoek betrokken LNC-waarden wordt in deelrapport 4 gegeven. Hoofdstuk 7 van dit deelrapport geeft een korte beschrijving van de op de scorekaarten aanwezige LNC-effecten.

## 2.4 Veiligheidsniveau

Eén van de twee beleidsvariabelen waarmee wij in het project te maken hadden, was het veiligheidsniveau. De keuze van dit niveau wordt door het Parlement en de bevolking van Nederland bepaald. Het huidige beleid bestaat uit het bouwen van dijken die waterstanden keren die eens in de 1250 jaar ( $1/1250$ ) zouden worden overschreden. De Minister van Verkeer en Waterstaat vroeg ons echter te onderzoeken of de overwegingen die aan de keuze van dat veiligheidsniveau ten grondslag liggen, zodanig zijn veranderd dat dit zou kunnen leiden tot een andere keuze van het veiligheidsniveau. Een deel van ons onderzoek richtte zich derhalve op de effecten die zouden ontstaan als gevolg van de bouw van dijken die waterstanden keren die met een frequentie van  $1/1250$ ,  $1/500$  en  $1/200$  per jaar zullen worden overschreden. In de rest van het onderzoek is het veiligheidsniveau  $1/1250$  als uitgangspunt gehanteerd voor het vergelijken van alternatieve strategieën voor verlaging van MHW en voor versterking van dijken, aangezien dit de huidige gewenste veiligheidsnorm is.

## 2.5 Strategieën

Zoals hierboven in Figuur 1.2 is aangegeven, zijn er twee soorten strategieën onderzocht: strategieën ter verlaging van MHW en strategieën voor dijkverbetering. De selectie van maatregelen ter verlaging van MHW en het ontwerp van strategieën ter verlaging van MHW hebben onder leiding van het Waterloopkundig Laboratorium plaatsgevonden. Bijzonderheden van dit gedeelte van het onderzoek worden in deelrapport 2 gerapporteerd. Het onderzoek richtte zich op maatregelen die bestemd zijn voor secties bovenstrooms in Nederland, bijvoorbeeld reservoirbeheer in Duitsland, Frankrijk en België, en op maatregelen in Nederland zelf, bijvoorbeeld verandering van de afvoerverdeling tussen de Rijntakken. Het screenen van maatregelen ter verlaging van MHW resulteerde in één veelbelovende strategie. Hierin zou het winterbed langs de rivieren met twee meter worden verlaagd en het betreffende gebied gedeeltelijk worden herbebost. Op deze wijze zou de MHW met 0,7 tot 0,9 m dalen. Ook bij deze MHW-verlaging zijn nog steeds belangrijke dijkversterkingen noodzakelijk. De bepaling van de dijkversterkingskosten wordt in hoofdstuk 5 beschreven.

De selectie van maatregelen voor de bouw van dijken en het ontwerp van strategieën voor de bouw van dijken stonden onder leiding van Grondmechanica Delft. Bijzonderheden van dit gedeelte van het onderzoek worden in deelrapport 3 gegeven. Bij deze taak stond hoofdzakelijk het gebruik van 'uitgekiend ontwerpen' op grotere schaal dan thans het geval is centraal. 'Uitgekiende ontwerpen' zijn maatregelen waarmee dijken met schade aan de LNC-waarden rond de dijken tot een minimum kan worden beperkt, hetzelfde veiligheidsniveau bieden als standaarddijken. Er zijn drie uitgekiend ontwerp-strategieën ontwikkeld. De eerste streeft naar zoveel mogelijk behoud van de LNC-waarden. Deze strategie wordt verder aangeduid als de '*alles sparen*' strategie. De tweede laat de meest kostbare uitgekiende ontwerpen uit de eerste strategie achterwege. Deze vorm resulteert derhalve in meer schade aan de LNC-waarden, maar de kosten zijn beduidend lager. Deze strategie wordt verder aangeduid als de '*selectief sparen*' strategie. Bij de derde strategie worden uitgekiende ontwerpen op eenvoudige dijkvakken van de niet-stedelijke rivierdijken toegepast. Dijken kunnen zo met steilere profielen worden ontworpen, waardoor het gemakkelijker wordt ze in het landschap te integreren. Deze strategie wordt verder aangeduid als de '*verbeterde praktijk*' strategie.

Het uitgangspunt voor de evaluatie van de effecten van de alternatieve strategieën wordt gevormd door de effectenbepaling van de thans in Nederland gevolgde strategie ter versterking van rivierdijken. Deze strategie gaat uit van het huidige veiligheidsniveau van 1/1250, een maatgevende afvoer die met behulp van de exponentiële verdeling (zie paragraaf 2.6) is berekend, en van de bouw van *standaarddijken*.

De raming van de kosten van de strategieën ter bescherming tegen overstroming wordt in hoofdstuk 5 van dit deel beschreven. De schatting van de LNC-effecten van de strategieën wordt in deelrapport 4 beschreven en is in hoofdstuk 7 van dit deelrapport samengevat.

## 2.6 Maatgevende afvoer

De afvoeren van rivieren vertonen een stochastische onzekerheid. Deze afvoeren variëren aanzienlijk in de tijd. De kans op een overstroming is rechtstreeks gerelateerd aan de kans dat een bepaald afvoerniveau wordt overschreden. Dit is, zoals hiervoor is aangegeven, de *overschrijdingsfrequentie* van de rivierafvoer.

De Nederlandse overheid besloot in 1977 dat rivierdijken zo gebouwd moesten worden dat zij bescherming boden tegen een rivierafvoer waarvan de overschrijdingsfrequentie niet groter dan 1/1250 zou zijn. Men kwam destijds tot de conclusie dat de Rijnafvoer bij Lobith, gerelateerd aan een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar, 16.500 m<sup>3</sup>/s bedroeg. Deze schatting werd verkregen door ervan uit te gaan dat overschrijdingsfrequenties het best te voorspellen zouden zijn door historische rivierafvoergegevens met een exponentiële verdeling te benaderen. Een recentere, in deelrapport 2 vermelde analyse is gebaseerd op een middeling van de Gumbelverdeling met censor, de Pearson III verdeling en de log-normale verdeling, in plaats van de exponentiële verdeling. Deze analyse raamt de afvoer bij Lobith, gerelateerd aan een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar, op 15.000 m<sup>3</sup>/s. Hiermee worden ook lagere afvoeren voor overschrijdingsfrequenties van 1/500 en 1/200 voorspeld. Voor onze analyse werd voor de Rijn van beide typen gegevens ten aanzien van de maatgevende afvoer gebruik gemaakt. Wij noemen de maatgevende afvoeren die zijn voorspeld op grond van de exponentiële verdeling de *huidige maatgevende afvoeren*. De maatgevende afvoeren die op grond van de alternatieve verdelingen zijn voorspeld, worden hier de *gereduceerde maatgevende afvoeren* genoemd. Er zijn goede statistische redenen om de alternatieve verdelingen te prefereren boven de exponentiële verdeling.

In de schattingen die met behulp van de alternatieve verdelingen zijn gedaan, worden zowel piekafvoeren als jaarmaxima behandeld en correcties aangebracht om recente veranderingen in het Duitse deel van de rivier weer te geven. Een soortgelijke analyse voor de Maas resulteerde in schattingen voor de maatgevende afvoeren bij Borgharen, waarbij de resultaten van de alternatieve verdelingen vrij dicht bij die van de exponentiële verdeling uitkwamen. Op grond hiervan wordt vooralsnog geen verandering in de maatgevende afvoeren van de Maas voorgesteld.

### 3 Dijkvakken database

Om de effecten van de strategieën te berekenen, hebben wij een database opgebouwd die gedetailleerde informatie over elk 'dijkvak' bevat. Deze database werd als invoerbestand voor een spreadsheet-programma gebruikt, waarmee de op de scorekaarten getoonde effecten worden berekend (zie hoofdstuk 7).

De dijkvakken, die door de waterschappen zijn gedefinieerd, zijn rechtstreeks aan de huidige dijkversterkingsplannen gerelateerd. De in de database aanwezige gegevens per dijkvak hebben betrekking op acht dijkringen in ons onderzoeksgebied (dijkringen 36, 38, 40, 41, 42, 43, 48 en 52). De andere dijkringen in het onderzoeksgebied zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de dijken daar inmiddels vrijwel allemaal zijn versterkt. De database bevat informatie over 188 dijkvakken met een totale lengte van bijna 600 km. Elk dijkvak kan met een unieke sleutel worden geïdentificeerd: het nummer van de dijkkring en het nummer van het dijkvak binnen de dijkkring. Figuur 3.1 toont de locatie van de dijkringen en dijkvakken.

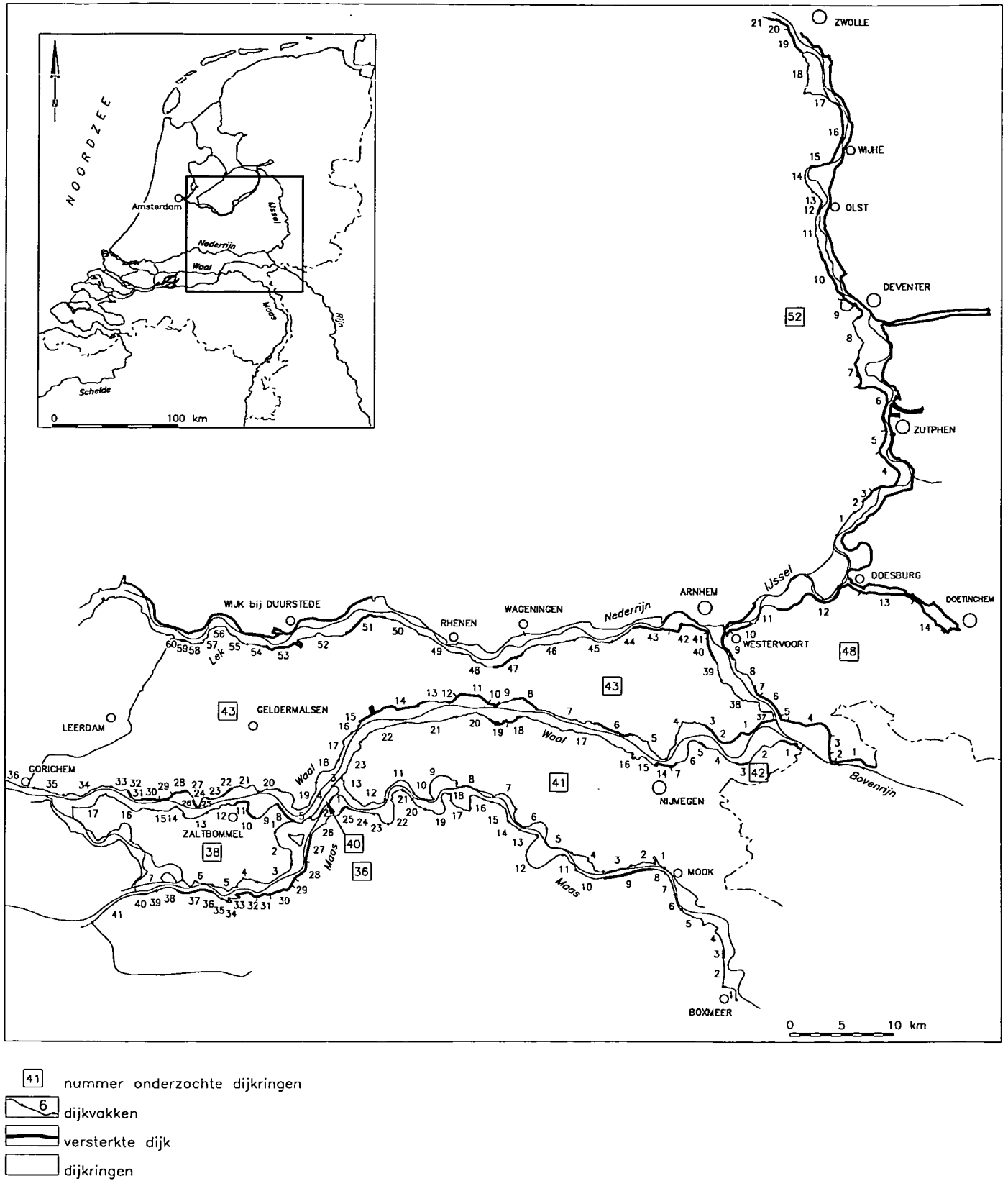
De kern van de database wordt gevormd door een bestand dat Rijkswaterstaat aan het onderzoeksteam verstrekte. Deze database bevatte informatie over de lengte en de versterkingskosten voor elk dijkvak (historische kosten voor de reeds versterkte dijkvakken; geplande kosten voor de dijkvakken die nog moeten worden versterkt). Naast de sleutel van het dijkvak is de exacte locatie ervan bepaald met behulp van de hectometrering die op gedetailleerde kaarten wordt aangetroffen.

Er bevinden zich vijf categorieën gegevens in de database:

1. Algemene gegevens
2. Geografische gegevens
3. Gegevens over kosten en planning
4. LNC-gegevens
5. MHW-gegevens

De gegevens in elk van de categorieën worden hieronder in detail beschreven.





Figuur 3.1 Kaart van onderzoeksgebied met dijkvakken

### 3.1 Algemene gegevens

Deze categorie bevat de onderstaande gegevens. De bron is, waar relevant, tussen haakjes aangegeven.

- a. Nummer van de dijkkring [kaart Rijkswaterstaat]. We hebben gegevens over acht dijkkringen langs de Rijntakken en de Maas opgenomen.
- b. Nummer van het dijkvak. In elke dijkkring wordt met nummer 1 begonnen.
- c. Naam van het dijkvak, die doorgaans de lokatie aangeeft (bijvoorbeeld 'Zaltbommel-Kloosterwiel')[Rijkswaterstaat].
- d. Naam van de dijkvakbeheerder (bijvoorbeeld de naam van het verantwoordelijk waterschap). Dit is van belang voor de subsidie van de dijkversterkingen.
- e. Jaar van voltooiing van de dijkversterkingen (indien reeds versterkt) of jaar van geplande voltooiing (indien nog niet versterkt). (Versterkte dijkvakken worden in drie categorieën verdeeld: voltooid vóór 1979; voltooid tussen 1980 en 1985; voltooid tussen 1986 en 1991.)
- f. Prioriteitsklasse van de dijkversterking [Rijkswaterstaat].
- g. Dijkversterkings-case. Dit is een getal tussen 1 en 10 (zie hoofdstuk 5).
- h. Aanduiding van de rivier langs het dijkvak (Maas, Waal, Nederrijn, IJssel).

### 3.2 Geografische gegevens

- a. Begin- en eindpunt van elk vak [Rijkswaterstaat]. Dit element wordt op een hectometerschaal weergegeven die sinds het begin van deze eeuw langs de dijken te vinden is. In sommige dijkkringen begint de schaal een aantal keren opnieuw (in die gevallen omsluit een dijk een aantal polders, waarbij iedere polder zijn eigen schaal heeft).
- b. Het midden van het dijkvak langs de rivier (met een kilometerschaal langs elke rivier).
- c. Dijkvaklengte (in enkele gevallen is de lengte niet het verschil tussen het begin- en eindpunt. In verband met nieuwe dijktracé's is de schaal soms veranderd).
- d. De hoogte van de dijk vóór versterking (indien deze reeds is versterkt) of de huidige hoogte (indien deze nog niet is versterkt). Deze hoogte wordt gegeven ten opzichte van NAP.
- e. De nieuwe hoogte van de dijk na versterking (indien deze reeds versterkt is), ten opzichte van NAP.
- f. De hoogte van de voet van de dijk. Dit is de hoogte van de dijkbasis ten opzichte van NAP. Dit gegeven is nodig om het verschil tussen de kruin en de basis van een dijk te berekenen.

### 3.3 Gegevens over kosten en planning

- a. Aanduiding van het veiligheidsniveau van het dijkvak [Rijkswaterstaat]. Het veiligheidsniveau wordt niet alleen bepaald door de hoogte van de dijk maar ook door zijn sterkte.
- b. De historische kosten van dijkversterking, indien de dijk reeds op het 1/1250 veiligheidsnorm is gebracht en derhalve voldoende hoogte en sterkte heeft. De kosten zijn 100 procent van de directe aanlegkosten en zijn exclusief voorbereidingskosten (de gemiddelde aanlegkosten per km bedragen Mf 2,0).
- c. De geplande kosten van dijkversterking, indien de dijk onvoldoende hoogte of sterkte heeft (1/1250 veiligheidsnorm). De kosten zijn 100 procent van de directe aanlegkosten en zijn exclusief voorbereidingskosten (de gemiddelde aanlegkosten per km, zoals boven aangegeven, bedragen Mf 2,0).
- d. Aanduiding of het dijkvak recentelijk is verbeterd en niet hoeft te worden versterkt om aan de thans geldende veiligheidsnorm te voldoen.
- e. Aanduiding of het dijkversterkingsplan voor het dijkvak door de Provincie is goedgekeurd (wat inhoudt dat de dijk nog moet worden verhoogd en/of versterkt en dat daarvoor gedetailleerde plannen aanwezig zijn). Er is 88 km dijk die nog niet is versterkt, maar waarvoor de plannen reeds zijn goedgekeurd.

*Opmerking:* Voor standaarddijken zijn wij ervan uitgegaan dat de voorbereidingskosten een vast deel (15 procent) van de aanlegkosten zijn en de onderhoudskosten een vaste kostenpost (f 4000 per jaar) per kilometer (zie hoofdstuk 5).

### 3.4 LNC-gegevens

De landschaps-, natuur- en cultuurgegevens in de database zijn gebaseerd op een bijlage bij het rapport van de Commissie Becht. De landschaps- en natuur- gegevens worden in het rapport van de commissie Becht per 500 m dijk lengte gegeven.

De gebruikte eenheden verschillen per type gegeven. Voor de landschapsgegevens wordt een schaal van 0 - 18 gebruikt, waar 0 = geen landschappelijke waarde en 18 = zeer hoge landschappelijke waarde. De cultuurgegevens zijn aantallen (bijvoorbeeld aantallen gebouwen). Voor de natuurwetenschappelijke gegevens is een schaal van 0 t/m 8 van kracht, waar 0 = geringe natuurwetenschappelijke waarde en 8 = zeer hoge natuurwetenschappelijke waarde. Elk gegevenelement is per dijkvak geaggregeerd. Voor dijkvakken langs de Maas zijn vrijwel geen gegevens in het rapport van de Commissie Becht opgenomen. Voor deze secties zijn derhalve geen LNC-gegevens in de database aanwezig.

#### 3.4.1 Landschapsgegevens

Wij beschikken over de volgende gegevens voor het landschap, aan zowel de rivierzijde als de landzijde van elk van de dijkvakken.

- a. Gemiddelde landschappelijke waarde.
- b. Hoogste landschappelijke waarde (niet in LNC-berekeningen gebruikt).

### 3.4.2 Natuurgegevens

- c1. Gemiddelde botanische waarde aan de rivierzijde van het dijkvak.
- c2. Gemiddelde botanische waarde aan de landzijde van het dijkvak.
- d. Lengte van het dijkvak dat op de kruin belangrijke botanische waarden bevat (niet in LNC-berekeningen gebruikt).

### 3.4.3 Cultuurgegevens

Wij beschikken over de volgende gegevenselementen voor cultuur-historische waarden aan zowel de rivierzijde als de landzijde van elk van de dijkvakken.

- e. Aantal zeer waardevolle historische gebouwen (bijvoorbeeld herenhuizen).
- f. Aantal minder waardevolle historische gebouwen.
- g. Aantal schilderachtige gebouwen.
- h. Aantal waardevolle kastelen, ruïnes en vestingen.
- i. Lengte van de dijk door een dorpskern.

De database geeft ook informatie over *knelpunten*. Onder een knelpunt verstaan wij hier een stuk dijk met aan weerszijden van de dijk hoge landschappelijke waarden of gebouwen. Het versterken van een dijkvak met een knelpunt onder toepassing van een standaarddijkontwerp zou tot grote schade aan LNC-waarden kunnen leiden (aangezien voor de dijkversterking verbreding nodig zou zijn en er aan beide zijden geen ruimte voor verbreding is zonder schade aan LNC-waarden te veroorzaken). Het gegeven voor de knelpunten van een dijkvak is het aantal 500 m secties die een knelpunt bevatten. De gegevens hebben op zes soorten knelpunten betrekking:

- j. Gebouwen aan weerszijden van de dijk.
- k. Landschappelijke waarden > 8 aan weerszijden van de dijk.
- l. Landschappelijke waarden > aan de rivierzijde en gebouwen aan de landzijde.
- m. Gebouwen aan de rivierzijde en landschappelijke waarden > 8 aan de landzijde.
- n. Schaardijk (aan de rivierzijde) en gebouwen aan de landzijde.
- o. Schaardijk (aan de rivierzijde) en landschappelijke waarden > 8 aan de landzijde.

### 3.5 MHW-gegevens

De database bevat eveneens een aantal gegevenselementen betreffende waterstanden. Onderscheid is gemaakt tussen waterstanden die aan veiligheidsnormen zijn gerelateerd en waterstanden die aan strategieën ter verlaging van MHW zijn gerelateerd. Alle getallen hebben betrekking op de MHW die is bepaald voor het 1/1250 veiligheidsniveau met behulp van de exponentiële verdeling (dat wil zeggen de huidige maatgevende afvoer). De MHW-gegevens worden in meters boven NAP aangegeven.

### 3.5.1 Waterstandgegevens gerelateerd aan veiligheidsnormen (exponentiële verdeling)

- a. MHW gerelateerd aan een 1/3000 veiligheidsnorm.
- b. MHW gerelateerd aan een 1/1250 veiligheidsnorm.
- c. MHW gerelateerd aan een 1/500 veiligheidsnorm.
- d. MHW gerelateerd aan een 1/200 veiligheidsnorm.
- e. Golfploop (voor dijkvakken die versterkt zijn of binnenkort zullen worden versterkt). Dit cijfer was niet voor alle dijkvakken beschikbaar. In die gevallen hebben wij de gemiddelde golfploop voor de betreffende riviertak gebruikt.
- f. Geschatte zetting voor de dijkvakken die reeds versterkt zijn of dat binnenkort zullen worden.

### 3.5.2 Waterstandgegevens gerelateerd aan strategieën ter verlaging van MHW

Alle volgende gegevenselementen zijn berekend op basis van een 1/1250 veiligheidsnorm met behulp van de exponentiële verdeling.

- g. MHW voor de strategie met verlaging van de kribben en het zomerbed.
- h. MHW voor de strategie met verlaging van het winterbed voor de riviertakken Waal, Nederrijn en IJssel en gedeeltelijke herbebossing van het winterbed (uiterwaard).
- i. MHW voor de combinatie van de strategieën volgens g en h.
- j. MHW voor de strategie met verlaging van het winterbed voor de riviertakken Waal, Nederrijn en IJssel zonder herbebossing.
- k. MHW voor de combinatie van strategieën volgens g en j.

De database bevat bovendien waterstandgegevens die door de Commissie Becht werden gebruikt. Deze gegevens hebben betrekking op een maatgevende afvoer van 18.000 m<sup>3</sup>/s op de Rijn.

- l. MHW gebruikt door de Commissie Becht (betrekking hebbende op 18.000 m<sup>3</sup>/s).

## 3.6 Aanvullende gegevens

1. Voor een bepaald veiligheidsnorm moet een dijkvak worden verhoogd, indien de som van de MHW voor dat veiligheidsnorm en de golfploop meer bedraagt dan de huidige hoogte. Als een dijkvak verhoogd moet worden dient het ook te worden versterkt. Is geen verhoging nodig, dan hangt het percentage van de dijkvaklengte die moet worden versterkt af van zijn 'dijkversterkings-case' (zie hoofdstuk 5) en de verandering in MHW.
2. Voor de Rijn bij Lobith leidt toepassing van de exponentiële verdeling tot de volgende (huidige) maatgevende afvoer naar veiligheidsnorm:

1/1250:	16500 m <sup>3</sup> /s
1/500:	15200 m <sup>3</sup> /s
1/200:	13650 m <sup>3</sup> /s

3. Voor de Rijn bij Lobith leidt toepassing van de alternatieve verdeling tot de volgende (gereduceerde) maatgevende afvoeren naar veiligheidsnorm:

1/1250:	15000 m <sup>3</sup> /s
1/500:	14100 m <sup>3</sup> /s
1/200:	13000 m <sup>3</sup> /s.

4. De MHW's, waarvoor de alternatieve verdeling wordt gebruikt, bevinden zich niet in de database, maar kunnen uit de gegevens in de database via lineaire interpolatie worden berekend. Ter illustratie geven we het volgende voorbeeld, waarin delta MHW een verandering in waterstand voorstelt ten opzichte van 1/1250 veiligheidsnorm en de exponentiele verdeling voor de extrapolatie van de afvoeren. Voorbeeld: in de database hebben we voor een dijkvak een delta MHW = -0,5 m voor een 1/500 veiligheidsnorm en delta MHW = -0,9 m voor een 1/200 veiligheidsnorm, dan is voor alternatieve verdeling de delta MHW voor 1/500 te berekenen:

$$\text{delta MHW} = ((1100/1550) * -0,4) + (-0,5) = -0,78.$$

## 4 Bepaling van de schade door overstroming

Onder schade door overstroming verstaan wij de materiële schade, uitgedrukt in guldens, die door een overstroming worden veroorzaakt. Onze schattingen van een dergelijke schade omvatten zo nauwkeurig mogelijk de directe verliezen, voortvloeiend uit de noodzaak om kapitaalgoederen te vervangen die in een overstroming verloren zijn gegaan. Dat wil zeggen het herbouwen en/of vervangen van woningen en inboedels, voertuigen, gebouwen, wegen, fabrieken, winkels, apparatuur en machines die nodig zijn voor landbouw, handel en industrie. Ook hebben we de indirecte verliezen geschat die ontstaan door een productie onderbreking van landbouw, handel en industrie gedurende de tijd dat het getroffen gebied wordt hersteld. Alle verliezen zijn gemeten in termen van de 'vervangingswaarde' (bijvoorbeeld hoeveel het zou kosten om een nieuwe personenauto te kopen, niet om de vernielde auto door een auto van gelijke waarde te vervangen) en zijn plaatselijk. Zo is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat in het overstromde gebied verloren gegane productie elders in Nederland wellicht wordt gecompenseerd. Verder lieten wij zeer reële maar moeilijk meetbare 'immateriële verliezen' buiten beschouwing, zoals het ongemak om enige tijd ergens anders te moeten wonen, verlies aan gevoel van veiligheid, verloren klandizie, ook nadat de productie weer normaal is en dergelijke. Evenmin is rekening gehouden met ingewikkelder 'rimpeleffecten', die een grote overstroming op de Nederlandse economie zou kunnen hebben, bijvoorbeeld lagere transportopbrengsten buiten het onderzoeksgebied.

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de schade door overstroming voor elke dijkkring is bepaald. Paragraaf 4.1 is een samenvatting van onze bevindingen en paragraaf 4.2 geeft een kort overzicht van de wijze waarop de schade is berekend. Paragraaf 4.3 gaat in op hoe de inundatiediepten in relatie tot verschillende veiligheidsnormen is bepaald, paragraaf 4.4 behandelt het model waarmee de schade voor een bepaalde inundatiediepte wordt berekend en paragraaf 4.5 verklaart hoe wij de netto contante waarde van de te verwachten schade berekenen.

## 4.1 Samenvatting

Tabel 4.1 toont de netto contante waarde van de te verwachten schade voor drie inundatiescenario's en drie veiligheidsnormen.

Tabel 4.1

**Schattingen van de schade door overstroming  
(Mf, 1992)**

Overstromingsscenario	Totale schade 1/1250 afvoer	Netto contante waarde van de schade door overstroming per veiligheidsnorm		
		1/200	1/500	1/1250
1 dijkkring (43)	15.000	2.600	1.000	400
3 dijkringen (36, 43, 52)	52.000	7.600	3.300	1.400
alle 8 dijkringen <sup>1</sup>	80.000	11.000	4.900	2.100

<sup>1</sup> Voor dijkkring 40 werden geen gegevens verzameld, waardoor deze dijkkring niet in onze berekeningen is opgenomen. Dijkkring 40 is echter buitengewoon klein en we schatten in dat door toevoeging ervan onze schattingen met betrekking tot de schade voor het studiegebied met minder dan 0,1 procent zouden vermeerderen.

De eerste kolom met schadetotalen in Tabel 4.1 vermeldt onze schatting van de schade die dit jaar (1992) zou zijn ontstaan, indien de betreffende dijkkring of -ringen zou/zouden worden overstroomd bij gelijktijdige afvoer van de Rijn bij Lobith met 16.500 m<sup>3</sup>/s en de Maas bij Borgharen met 3.650 m<sup>3</sup>/s en indien de dijken, die deze dijkringen beschermen, volgens de aan deze afvoeren verbonden normen zouden zijn gebouwd. De Commissie Becht ging er in 1977 van uit dat deze afvoeren met een frequentie van 1/1250 per jaar zouden worden overschreden, vandaar de aanduiding van de kolom [Commissie Rivierdijken, 1977].

De overige kolommen bevatten de netto contante waarden van de schade voor drie veiligheidsnormen, gecorrigeerd met een jaarlijkse discountfactor van 5 procent en een jaarlijkse reële waardevermindering van 2 procent van alle in de schadeberekeningen opgenomen zaken. Tevens werd aangenomen dat de kans op een inundatiescenario gelijk is aan de overschrijdingsfrequentie van de overeenkomstige rivierafvoeren. De netto contante waarde van de schade bepaalt hoeveel wij nu zouden moeten reserveren voor een investering met een rendement van 5 procent. Deze investering is bedoeld om alle toekomstige schade door overstroming aan de betreffende dijkkring of -ringen te kunnen betalen. Daarbij gaan wij ervan uit dat de waarde van alle zaken in de dijkkring met 2 procent stijgt. De vierde kolom (voor een 1/1250 veiligheidsnorm) is van de eerste kolom afgeleid door deze door  $(0.05-0.02) \times 1250 = 37,5$  te delen. De tweede en derde kolom zijn afgeleid uit gegevens die hier verder niet opgenomen zijn. Deze ramingen zijn gelijk aan die van de eerste kolom maar hebben betrekking op verschillende rivierafvoeren en dijkontwerpnormen.



Het is niet mogelijk te voorspellen welke dijkringen zouden overstromen en welke droog zouden blijven bij rivierwaterstanden die de MHW van de dijken overschrijden. De huidige kennis is niet toereikend om waarschijnlijkheden aan de mogelijke uitkomsten toe te kennen. Het scenario, waarbij dijkringen 36, 43 en 52 worden overstroomd houdt het midden tussen 'niets overstroomd' en 'alles overstroomd'. Maar de schade in dit scenario kan echter niet als een vaststaand verlies worden beschouwd voor het gehele onderzoeksgebied. Met name *dient geen van de schadebepalingen in Tabel 4.1 als basis voor een formele kosten/baten-analyse voor het gehele onderzoeksgebied te worden gebruikt.*

Indien de dijken die dijkringen 36 en 43 beschermen, zouden bezwijken, zou de daardoor ontstane overstroming de waterstanden benedenstrooms doen dalen (zie Figuur 1.1). Hierdoor wordt het onwaarschijnlijk dat benedenstrooms dijkringen 38 en 41 eveneens zouden onderlopen. Aangezien elk van deze ringen wordt begrensd door een verschillende rivierencombinatie, zou een inundatie van één daarvan anderzijds de dreiging voor een andere ring niet wegnemen. Hoewel stroomopwaarts van dijkringen 36, 43 en 52, zijn twee andere dijkringen, 42 en 48, wellicht te klein om veel verlichting aan de vloed te bieden indien deze dijkringen zouden worden overstroomd. Deze dijkringen voegen betrekkelijk weinig aan de totale schade toe indien zij in het scenario opgenomen zouden zijn.

Zware rivieroverstromingen bevatten echter voldoende water om iedere dijkkring in het onderzoeksgebied tot de maximumdiepte te inunderen in het geval dijken in de meest ongelukkige volgorde bezwijken: dijken benedenstrooms eerst en in een vroegtijdig stadium (zie paragraaf 4.3 hierna). De mogelijkheid dat elke dijkkring in het onderzoeksgebied wordt overstroomd, kan niet worden uitgesloten. De derde rij van Tabel 4.1 vertegenwoordigt dan ook een maximumgrens van de schade. Deze bovengrens is echter niet onrealistisch.

Ook kan slechts één dijkkring wordt overstroomd. Dijkkring 43 grenst in het noorden aan de Nederrijn, in het zuiden aan de Waal en in het oosten aan het Pannerdens Kanaal. Een dijkdoorbraak bij de hoek van het Pannerdens Kanaal vermindert de dreiging voor dijkringen 38 en 41. En aangezien dijkkring 36 alleen aan de Maas grenst, zou bij een Rijn-overstroming de waterstand niet zo hoog zijn en vindt waarschijnlijk geen overstroming van deze ring plaats. De eerste rij van Tabel 4.1 toont de schade in de situatie dat alleen dijkkring 43 overstroomd wordt.

Tabel 4.2 presenteert schattingen van de overstromingsschade voor elk van de dijkringen in ons onderzoeksgebied. Wordt de hypothese aanvaard dat voor een individuele dijkkring de inundatiefrequentie gelijk is aan de overschrijdingskans van de MHW, dan zou het juist zijn om de schattingen van de netto contante waarde van de schade van Tabel 4.2 te gebruiken om (voor elke individuele dijkkring) een kostenvergelijking te maken. Tabel C.1 van Bijlage 4C bij dit hoofdstuk laat schattingen van de schade door overstroming voor alle dijkringen als functie van inundatieniveau zien.

Tabel 4.2

**Schattingen van de schade door overstroming per dijkkring  
(Mf, 1992)**

Dijkkring	Totale schade, 1/1250 afvoer	Netto contante waarde van de schade per veiligheidsnorm		
		1/200	1/500	1/1250
36	34.000	4.600	2.000	890
38	6.400	900	390	170
41	13.000	1.600	760	340
42	1.900	260	110	50
43	15.000	2.600	1.000	410
48	6.800	900	400	180
52	3.300	440	200	90
36, 43, 52	52.300	7.640	3.200	1.390
alle	80.400	11.300	4.860	2.130

## 4.2 Schadebepaling

Het model voor het bepalen van de schade door overstroming is een Microsoft EXCEL spreadsheet waarmee de schade van overstroming voor de dijkkringen in het onderzoeksgebied worden berekend. Voor elke dijkkring moet de gebruiker een inundatiediepte en inundatiefrequentie specificeren. Bij overstroming met die diepte berekent het model dan de totale verwachte schade en de netto contante waarde daarvan. De gebruiker kan natuurlijk ook andere parameters in het model veranderen (bijv. discountfactor, waardestijging onroerend goed en elk van de gegevens die de dijkkringen, kosten, enz. beschrijven).

We gaan ervan uit dat, in geval van een dijkdoorbraak het water door de dijk ongehinderd door de dijkkring naar het laagste gedeelte van de ring stroomt. Wij gaan er verder van uit dat alleen het gedeelte van de dijkkring dat na overstroming onder water staat, schade zal ondervinden. De grootte van de schade op elke locatie is afhankelijk van de diepte van de inundatie op dat punt. Het model houdt geen rekening met schade die eventueel wordt veroorzaakt door van boven naar beneden stromend water en evenmin met verschillen in schade doordat het water niet overal even snel stijgt of stroomt. Deze factoren zijn belangrijk, maar zijn te ingewikkeld om te modelleren. Om dezelfde reden hebben wij geen schatting gemaakt van door overstroming veroorzaakt letsel of verlies aan mensenlevens.

Wij veronderstellen dat de diepte van een inundatie door de hoogte van het laagste punt van de dijk, die de dijkkring beschermt, wordt beperkt. Op grond van de rivierafvoeren, die naar wij aannemen met deze overstromingen gepaard gaan is het beschikbare volume aan water ruim voldoende om deze diepte in elke dijkkring te bereiken (zie paragraaf 4.3).

Het model berekent de schade door overstroming voor veel, maar niet alle, dingen die bij een overstroming kunnen worden beschadigd. In de berekeningen zijn opgenomen:

*Particuliere sector*

- Woningen
- Inboedels
- Voertuigen

*Landbouw en Industrie*

- Kapitaalgoederen
- Verlies aan productie

Wegens het ontbreken van de benodigde gegevens en kennis berekent het model geen materiële verliezen in een aantal schadecategorieën die belangrijk kunnen zijn (bijvoorbeeld de kosten van evacuatie en openbare wegen).

Voor elk van de (15) schadecategorieën berekent het model op vrijwel dezelfde wijze de schade. Voor een nadere verklaring gaan wij hier in op de schadeberekening voor huizen. De andere, vrijwel identieke berekeningen worden in groter detail in paragraaf 4.4 beschreven.

Stel, dat wij willen uitrekenen hoeveel schade door een drie meter hoge overstroming aan huizen in dijkkring 36 wordt aangericht. Wij bedoelen een overstroming waarvan de diepte op het laagste punt van de dijkkring drie meter bedraagt; op andere plaatsen zal deze diepte minder zijn.

Wij beginnen met een inventarisatie van huizen in dijkkring 36 naar hoogtezone (dat wil zeggen naar het aantal meters vanaf het laagste punt). In deze Dijkkring 36 staan 3.919 huizen tussen 0 en 1 meter vanaf het laagste punt, 14.926 huizen tussen 1 en 2 meter en 33.165 huizen tussen 2 en 3 meter. De waarde van een gemiddeld huis werd op f 160.000 geschat. Tenslotte gebruiken we een relatie tussen inundatiediepte en schade. Indien een huis bij een diepte van 1 meter wordt overstroomd, zal het voor 5 procent zijn beschadigd. Bij overstroming met een diepte van 2 meter wordt het voor 11 procent beschadigd; en bij een diepte van 3 meter voor 35 procent.

Dit betekent dat als het laagste gedeelte van dijkkring 36 tot een diepte van 3 meter onderloopt, er 3.919 huizen tussen 2 en 3 meter onder water komen te staan. Als alle huizen 3 meter diep zouden onderlopen, geeft dat een waardeverlies van 35 procent te zien. Als zij allemaal 2 meter diep onderlopen, bedraagt het waardeverlies 11 procent. Wij gaan derhalve uit van een gemiddelde schade van 23 procent. Aangezien elk huis f 160.000 waard is, zou het totale verlies  $3919 \times 160.000 \times 0,23 = \text{Mf } 144$  zijn. Eenzelfde berekening voor de 14.926 huizen,

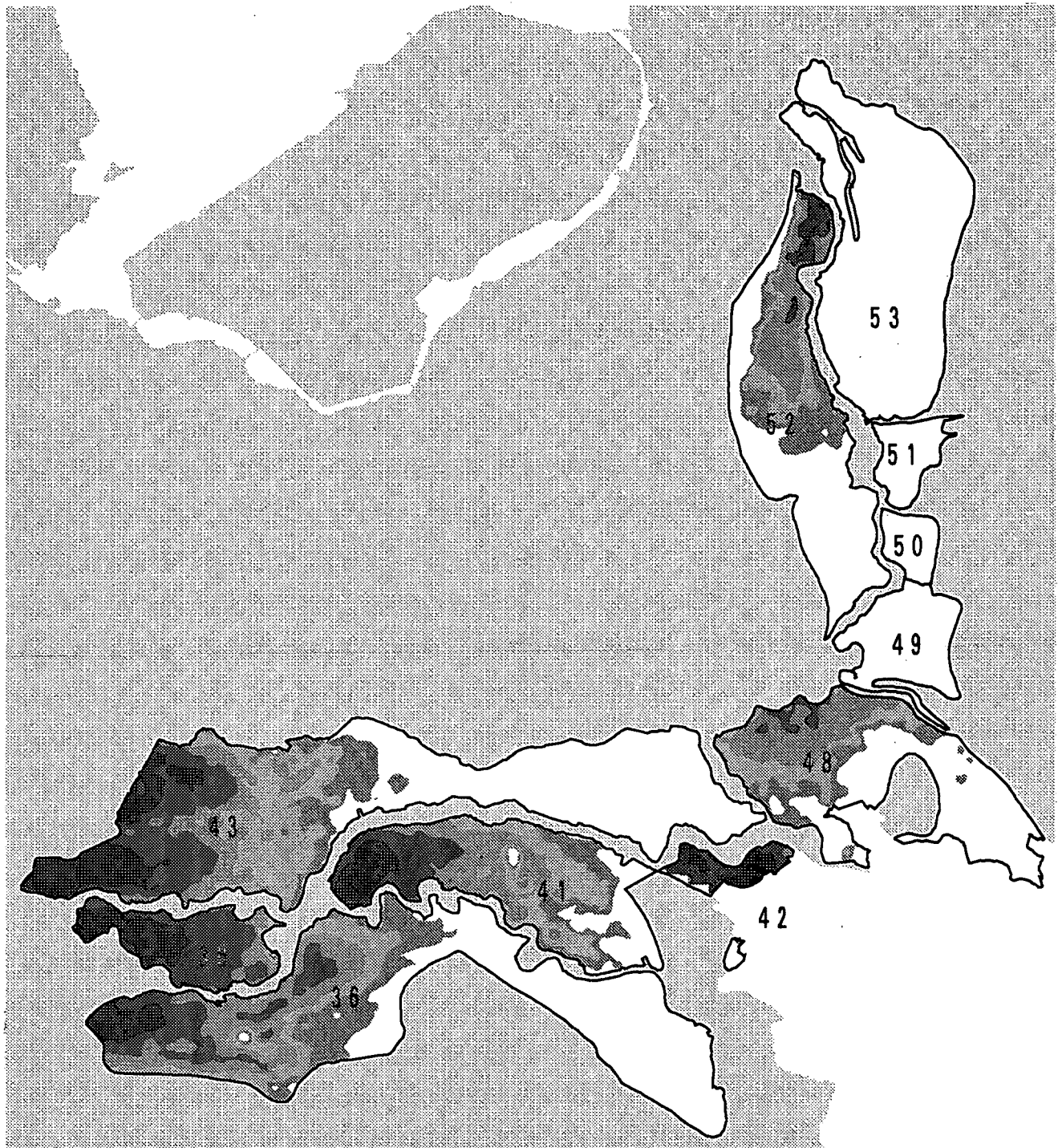
die tot een diepte tussen 1 en 2 meter zouden onderlopen, geeft een schade van ongeveer Mf 134. De totale schade aan alle huizen zou ongeveer Mf 471 bedragen.

Zoals uit dit voorbeeld blijkt, zijn voor een schadeberekening in een bepaalde categorie drie elementen nodig: *basisgegevens* per hoogtezona (in dit geval het aantal huizen), een *kostenfactor* (in dit geval de kosten van een huis) en *schadefactoren* (5 procent schade bij 1 meter overstrooming, enz). Basisgegevens zijn verkregen uit publikaties van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) zoals nader beschreven in paragraaf 4.4.1. Kostenfactoren (beschreven in paragraaf 4.4.2) zijn ook grotendeels verkregen uit CBS-publikaties, hoewel deze factoren in veel gevallen enigszins indirecte schattingen van de werkelijke kosten zijn. Schadefactoren zijn verkregen van [Vrouwenvelder, 1988] en zijn één van de minst zekere elementen in de berekeningen. Zij worden in paragraaf 4.4.3 nader beschreven.

De gevoeligheid van onze schattingen is getoetst door de schadeverwachting honderd keer te berekenen, telkens met andere kosten- en schadeparameters. Bij elk van de berekeningen is elke parameter vermenigvuldigd met een willekeurig getal met als gemiddelde 1, minimumwaarde 0,5 en maximumwaarde 1,5. Zo staat één van de parameters voor de kosten van een personenauto. Voor de schade in Tabel 4.1 namen wij aan dat deze kosten f 35.000 bedragen. Voor de gevoeligheidsanalyse gold als standaard dat een personenauto ergens tussen de f 17.500 en f 52.500 kost – een tamelijk brede marge van onzekerheid. Voor een 1/1250 overstrooming is het 25ste percentiel van de verwachte schade per jaar indien alle dijkringen onderlopen Mf 1960 en is het 75ste percentiel Mf 2160. Het verschil tussen deze twee percentielen is circa 10 procent van de geschatte waarde. Wij mogen derhalve concluderen dat de schatting van de schade betrekkelijk ongevoelig is voor de kosten- en schadeparameters die voor het model zijn aangenomen.

### 4.3 Inundatiediepten

Zoals reeds eerder vermeld, zijn wij ervan uitgegaan dat bij onderlopen van een dijkkring het water tot het niveau van de laagste dijk, die de dijkkring beschermt, zou stijgen. Onder 'laagste dijk' verstaan wij laagst in absolute hoogteligging, dat wil zeggen boven de gemiddelde zeespiegel. Dijkkring 43 heeft bij Dalem een overlaat die de inundatiediepte tot 5 meter beperkt. Voor de overige dijkringen namen wij aan dat de laagste dijk de dijk zou zijn die het dichtst bij het laagste punt in de dijkkring is gelegen en dat de hoogte het ontwerpniveau van de dijk zou zijn. Figuur 4.1 laat de inundatiediepten zien binnen de dijkringen in het studiegebied. De kleuren geven de diepten aan bij een overstrooming behorende bij een veiligheidsnorm van 1/1250.



Legenda:

42 dikring

Inundatiediepten bij dijkhoogte die voldoet aan de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar

0 - 1 meter

2 - 3 meter

4 - 5 meter

1 - 2 meter

3 - 4 meter

5 - 6 meter

Figuur 4.1

Inundatiegebieden binnen dijkringen

Bron: Meetkundige Dienst

Wij kunnen voor elke inundatiediepte het volume aan water berekenen dat nodig is om die diepte te bereiken. De door ons aangenomen inundatiedieptes om de schade in Tabel 4.1 en 4.2 te berekenen, en de daaruit voor elke dijkkring voortvloeiende volumes aan water, staan in Tabel 4.3 vermeld.

**Tabel 4.3**

**Maximale inundatiediepten (m) en hoeveelheid water (in  $10^6 \text{ m}^3$ )  
per dijkkring en veiligheidsnorm**

Dijkkring	1/200		1/500		1/1250	
	Diepte	Volume	Diepte	Volume	Diepte	Volume
36	4,4	461	4,7	538	5,0	622
38	4,4	315	4,7	347	5,0	378
41	4,4	356	4,7	415	5,0	476
42	5,1	114	5,7	120	6,0	141
43	5,0	890	5,0	890	5,0	890
48	3,5	179	3,7	210	4,0	243
52	3,5	175	3,7	210	4,0	243
Totaal		2.490		2.730		2.993

Hoewel de inundatiediepte door de dijkhoogte wordt beperkt, kan deze ook door de hoeveelheid water die tijdens een overstroming de dijkkring binnendringt, worden gereduceerd. De volgende afleiding doet echter vermoeden dat, gegeven de rivierafvoeren die voor dit onderzoek maatgevend zijn, er bij een dijkdoorbraak voldoende water is om elke dijkkring tot zijn maximumdiepte te doen onderlopen.

Bij een dijkdoorbraak zal eventueel elk van de dijkkringen in het onderzoeksgebied binnen drie of vier dagen worden gevuld (mits er voldoende water aanwezig is). In dit geval nemen wij aan dat het water met een gemiddelde afvoer van ongeveer  $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$  of ongeveer  $250 \times 10^6 \text{ m}^3$  per dag door de dijkbreuk stroomt. Bij een eventuele overstroming van de Rijn is het waarschijnlijk dat alleen het deel van de afvoer boven  $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$  bij Lobith door een breuk in een dijk in een dijkkring kan stromen. Dat komt omdat het water beneden dit niveau alleen in het zomerbed stroomt en waarschijnlijk niet eens tot de onderkant van de breuk komt. Nadat de Rijn een waterstand behorende bij een kans van 1/1250 heeft bereikt (het niveau waarbij een 1/1250 dijk zou kunnen bezwijken), kan de afvoer gedurende vijf dagen of langer boven  $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$  blijven. Wij schatten dat de Rijn in deze vijf dagen boven de  $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$  ongeveer  $3.600 \times 10^6 \text{ m}^3$  water extra zal afvoeren; deze hoeveelheid is beschikbaar voor overstroming van dijkkringen. Op grond van dezelfde redenering zou de Maas nog

eens ongeveer  $600 \times 10^6 \text{ m}^3$  water kunnen leveren. De twee rivieren zouden samen in vijf dagen zo'n  $4.200 \times 10^6 \text{ m}^3$  water in de dijkringen kunnen lozen. Door deze grote hoeveelheid water en de relatief lange tijd kan de ergst denkbare situatie zich voordoen. Elke dijkkring zou tot de maximumdiepte, die bij een 1/1250 vloed mogelijk is, onder water worden gezet. Het is voorts duidelijk dat *sommige* dijkringen tot de maximaal mogelijk diepte zouden kunnen worden overstroomd. Het is echter niet mogelijk om precies te voorspellen welke dit zouden zijn. Soortgelijke berekeningen gelden ook voor de 1/200 en 1/500 afvoerniveaus. Een technisch uiteenzetting hierover is te vinden in [Werkgroep Toetsing Indirecte Primaire Waterkeringen, 1991].

Dijkringinundaties zijn geen op zichzelf staande gebeurtenissen. Aangezien een aanzienlijke hoeveelheid water een dijkkring kan binnenstromen als één van de dijken het begeeft, kan de waterstand stroomafwaarts van die dijkkring aanzienlijk worden verlaagd. Hierdoor is het minder waarschijnlijk dat een stroomafwaartse dijkkring zal onderlopen (merk op dat het omgekeerde niet geldt, omdat de inundatie van een stroomafwaartse dijkkring geen stroomopwaartse dijkkring beschermt). Hoewel een overstroming van alle dijkringen tegelijkertijd dus niet kan worden uitgesloten, is dit niet erg waarschijnlijk.

## 4.4 Schadeberekeningen

Op basis van een inundatiediepte in een dijkkring wordt met het schademodel de aan die dijkkring veroorzaakte schade berekend. Deze paragraaf beschrijft die berekeningen. Wij onderscheiden drie componenten: *basisgegevens* die rechtstreeks, of als substituuut worden gebruikt voor zaken die in een dijkkring kunnen worden beschadigd; *kostenfactoren* die bepalen hoe waardevol deze zaken zijn; en *schadefactoren* die bepalen welk deel van de totale waarde in een overstroming van een bepaalde diepte verloren zal gaan. Elke component wordt hierna nader toegelicht.

### 4.4.1 Basisgegevens

Basisgegevens die alle dijkringen in het onderzoeksgebied met uitzondering van dijkkring 40 beschrijven, zijn door de Meetkundige Dienst (MD) van Rijkswaterstaat verstrekt. De gegevens bevatten voor elke dijkkring de volgende acht *basisgegevenselementen*:

- Aantal inwoners
- Aantal woningen
- Oppervlakte aan landbouwgrond
- Aantal banen, naar vijf groepen standaardbedrijfstakingen:
  - Delfstoffenwinning, industrie en openbare nutsbedrijven
  - Bouwnijverheid en -installatiebedrijven
  - Handel, hotel- en restaurantwezen en reparatiebedrijven
  - Transport-, opslag- en communicatiebedrijven
  - Bank- en verzekeringswezen, zakelijke en overige dienstverlening.

Deze basisgegevens worden voor elke dijkkring naar hoogtezone gegeven. Daarbij bestaat de laagste zone uit al het gebied tussen het laagste punt in de dijkkring en één meter boven dat punt, de volgende zone betreft al het gebied tussen één meter boven het laagste punt in de

dijkkring en twee meter boven dat punt, enzovoorts. Wij hebben een model opgezet met 10 hoogtezones en een extra zone voor alles in de dijkkring dat 10 meter of hoger boven het laagste punt is gelegen, hoewel er geen plannen zijn voor 10 meter hoge dijken in enige dijkkring. De gegevens zijn in Tabel C.2 van Bijlage 4C bij dit hoofdstuk opgenomen.

De oorspronkelijke bron van de gegevens vormde een CBS-bestand [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1991b], die gegevens per gemeente maar niet per hoogtezone bevat en waarin de gegevens niet algemeen met dijkkringen correspondeerden. De MD gebruikte gedigitaliseerde begrenzingsbestanden (boundary files) met terreinhoogten om de gegevens van gemeenten aan hoogtezones binnen de dijkkringen te koppelen. De MD schat dat de gegevens voor de relatief vlakke gebieden buiten de bebouwde gebieden binnen een bereik van 0,1-0,3 m nauwkeurig zijn. Voor de bebouwde gebieden is dat binnen een bereik van 0,5-1,0 m, en voor de gebieden met grote hoogteverschillen binnen een bereik van 1,0-2,5 m. De laatst genoemde gebieden liggen grotendeels buiten de regio's die bij een overstroming mogelijk onder water komen te staan.

Onze database bevatte ook de oppervlakte van iedere hoogtezone. Dit gegevenselement diende om de in paragraaf 4.3 genoemde overstromingsvolumes te berekenen. De database is in Tabel C.2 van Bijlage 4C bij dit hoofdstuk opgenomen.

#### 4.4.2 Kostenfactoren

Voor het berekenen van schade door overstroming in 15 schadecategorieën is van kostenfactoren gebruik gemaakt. De 15 schadecategorieën zijn:

##### *Particuliere sector*

1. Woningen
2. Inboedels
3. Personenauto's

##### *Landbouw*

4. Produktie
5. Kapitaalgoederen

##### *Directe kosten per bedrijfstak*

6. Delfstoffenwinning, industrie, openbare nutsbedrijven
7. Bouwnijverheid en -installatiebedrijven
8. Handel, hotel- en restaurantwezen, reparatiebedrijven
9. Transport-, opslag- en communicatiebedrijven
10. Bank- en verzekeringswezen, zakelijke en overige dienstverlening

##### *Indirecte kosten per bedrijfstak*

11. Delfstoffenwinning, industrie, openbare nutsbedrijven
12. Bouwnijverheid en -installatiebedrijven
13. Handel, hotel- en restaurantwezen, reparatiebedrijven
14. Transport-, opslag- en communicatiebedrijven
15. Bank- en verzekeringswezen, zakelijke en overige dienstverlening



Wij hebben meer schadecategorieën dan basisgegevenselementen. De reden daarvan is dat in de meeste gevallen dezelfde basisgegevenselementen voor verscheidene kostencategorieën zijn toegepast (zo is het aantal woningen gebruikt om zowel de schade aan huizen als de schade aan inboedels te berekenen). Kostenfactoren die aan dezelfde basisgegevenselementen zijn gekoppeld, kunnen niet zonder meer bij elkaar worden opgeteld. Dat komt omdat verschillende schadecategorieën verschillende schadefactoren hebben.

De geschatte schade is in guldens van 1992 uitgedrukt. De meeste kostenfactoren zijn gebaseerd op gegevens uit eerdere jaren. Wij hebben al deze factoren aan guldens van 1992 geïndexeerd, met behulp van de consumentenprijsindexcijfers zoals vermeld in Tabel C.3 van Bijlage 4C bij dit hoofdstuk [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992b]. In enkele gevallen hadden we waarden nodig waarin die op inwoners betrekking had. Wij hebben deze voor 1992 gecorrigeerd met de in dezelfde tabel opgenomen bevolkingsindexcijfers.

Hieronder wordt achtereenvolgens op de 15 kostenfactoren ingegaan.

*Factor 1: Huizen*

Het CBS verstrekt de waarde van 'woningen' per provincie [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1991a, blz 62, Tabel 8311, 3.2 en blz 52, Tabel 8311, 3.3]. Een woning is niet noodzakelijkerwijs één huis, aangezien één gebouw twee of meer woningen kan bevatten. Dit onderscheid hebben wij evenwel buiten beschouwing gelaten. De gegevens tonen een gemiddelde woningwaarde van ongeveer *f* 150.000 in 1990; oftewel *f* 160.000 in 1992.

*Factor 2: Inboedels*

Om de schade aan inboedels te berekenen is weer het aantal woningen als basisgegevenselement toegepast en vermenigvuldigd met de waarde van inboedel per woning. Wij schatten de gemiddelde waarde van de inboedel van een Nederlands huis in 1992 op *f* 90.000 [Vereniging van Brandassuradeuren, 1992].

*Factor 3: Personenauto's*

Om de schade aan personenauto's te berekenen is het aantal personen als basisgegeven genomen. Dit gegeven hebben we met het aantal personenauto's per persoon en vervolgens met de gemiddelde waarde van een personenauto vermenigvuldigd. Het statistisch jaarboek van het CBS [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 205, Tabel 25] vermeldt 5.509.000 personenauto's (in 1990), welk cijfer wij voor 1992 aan de hand van de bevolkingsindex hebben verhoogd tot 5.580.843. Voorts telde ons land in 1992 15.086.860 inwoners [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 35, Tabel 1]. Dit alles komt neer op 0,37 personenauto per persoon. De huidige prijs van een nieuwe personenauto bedraagt ongeveer *f* 35.000, zodat wij op een kostenfactor voor personenauto's van *f* 13.000 per persoon uitkwamen.

*Factor 4: Landbouwproductie*

Om de schade aan landbouwproductie te berekenen, is de voor landbouw bestemde oppervlakte met een produktiewaarde per oppervlakte-eenheid vermenigvuldigd. De totale produktie in Nederland bedroeg in 1990 ongeveer Mf 36.000 [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 150, Tabel 36]; aangepast aan 1992 werd een waarde van Mf 39.000 verkregen. De voor landbouw bestemde oppervlakte was 2.005.600 ha [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 132, Tabel 1]. Aldus werd een waarde van Mf 0,02 per hectare landbouwgrond verkregen.

*Factor 5: Kapitaalgoederenvoorraad in de landbouwsector.*

Om de schade aan kapitaalgoederen in de landbouw te berekenen, is de voor landbouw bestemde oppervlakte met de waarde van alle kapitaalgoederen per oppervlakte-eenheid vermenigvuldigd. De kapitaalgoederenvoorraad in de landbouw in Nederland vertegenwoordigde in 1990 een waarde van Mf 164.723 [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1991a, blz 15, Tabellen 011, 012.3.1]. Maar 57 procent van deze waarde is de waarde van de grond, die zo mag worden aangenomen in geval van overstroming niet zal worden vernietigd. Het vernietigbare gedeelte van de kapitaalgoederenvoorraad vertegenwoordigde dus een waarde van Mf 71.000 oftewel Mf 79.000 in 1992. De totale voor landbouw bestemde oppervlakte is 2.005.600 ha (zie de toelichting bij Factor 4). Zodoende is aangenomen dat de kapitaalgoederen in de landbouw, die in een overstroming zouden kunnen worden vernietigd, Mf 0,04 per hectare bedragen.

*Factoren 6-10 Kapitaalgoederenvoorraad in de industriële sector.*

Om de schade aan de kapitaalgoederenvoorraad in de industriële sector te berekenen is het aantal banen in elke bedrijfstak met de waarde van de kapitaalgoederen per baan in die bedrijfstak vermenigvuldigd. Tabel 4.4 toont de basisgegevens die wij hebben gebruikt om de verhouding van kapitaalgoederen tot banen en de daaruit voortvloeiende kostenfactoren te berekenen.

Tabel 4.4

## Kostenfactoren voor de kapitaalgoederenvoorraad per bedrijfstak

Bedrijfstak	Kapitaalgoederenvoorraad (Mf)		Banen (x1000)		Kostenfactor
	1989	1992	1991	1992	
Delfstoffenwinning, industrie en openbare nutsbedrijven	390.000	430.401	1.085	1.091	0,394
Bouwnijverheid en installatiebedrijven	30.000	33.108	342	344	0,096
Handel, hotel- en restaurantwezen en reparatiebedrijven	90.000	99.323	1.016	1.021	0,097
Transport-, opslag- en communicatiebedrijven	150.000	165.539	366	368	0,450
Bank- en verzekeringswezen, zakelijke en overige dienstverlening	360.000	397.294	2.534	2.546	0,156

*Opmerking:* Bron waarde kapitaalgoederen: industrie en transport [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1991a, blz 19, Tabel 2.3.1 en blz 50, Tabel y.1], andere bedrijfstakken [Behrends-Ballast, 1988]. Bron voor aantal banen [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 155, Tabel 12]. Voor zowel kapitaalgoederen als banen betreft de eerste kolom het jaar waarin de gegevens werden verzameld en de tweede kolom de gegevens zoals aangepast aan 1992.

*Factoren 11-15: Industriële produktiviteit.*

Om de schade aan de industriële produktiviteit per bedrijfstak te berekenen, is het aantal banen in elke bedrijfstak met de produktiviteit per baan vermenigvuldigd. Tabel 4.5 toont de kostenfactoren voor de eerste vier van in ons onderzoek gebruikte vijf bedrijfstakken. Voor deze bedrijfstakken is het aantal banen in 1991 in Tabel 4.4 opgenomen.

**Tabel 4.5****Kostenfactoren voor produktie per bedrijfstak**

Bedrijfstak	Produktie			Banen (x1000) 1992	Kostenfactor
	Jaar	Waarde (Mf)	Waarde in prijspeil 1992		
Delfstoffen- winning, industrie en openbare nutsbedrijven	1990	319.000	343.639	1.091	0,315
Bouwnijverheid- en installatie- bedrijven	1988	52.620	58.677	344	0,171
Handel, hotel- en restaurant- wezen en reparatie- bedrijven	1989	305.800	337.479	1.021	0,331
Transport-, opslag- en communica- tiebedrijven	1989	50.445	55.671	368	0,151

Bron van produktiewaarden: delfstoffenwinning, etc. [Centraal Bureau voor Statistiek, 1992a, blz. 155, Tabel 12]; bouwnijverheid, etc. [Centraal Bureau voor Statistiek, 1992a, blz. 169, Tabel 1]; handel, etc. [Centraal Bureau voor Statistiek, 1992a, blz. 183, Tabel 1]; transport, etc. [Centraal Bureau voor Statistiek, 1992a, blz. 197, Tabel 8]. Bron van banen, zie Tabel 4.4.

In de bedrijfstakken bank- en verzekeringswezen alsmede zakelijke en overige dienstverlening hebben wij geen produktiviteitsmaatstaven kunnen vinden die als teller in onze kostenfactor konden fungeren. Vandaar dat is uitgegaan van de nationale produktiviteitscijfer uit 1990 van Mf 936.000 [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 357, Tabel 1], die aangepast aan 1992 Mf 1.009.000 wordt. In 1991 waren er 5.426.000 banen in Nederland [Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992a, blz 106, Tabel 12]; aangepast aan 1992 wordt dit 5.453.000 banen. Op deze wijze verkregen wij voor onze laatste bedrijfstak een kostenfactor voor de produktiviteit van Mf 0,185 per baan.

#### 4.4.3 Schadefactoren

De schade in elke categorie is afhankelijk van de inundatiediepte. Voor de produktiviteitscategorieën zijn wij zowel voor de landbouw als voor de industrie ervan uitgegaan dat bij een overstroming de produktie gedurende een heel jaar zou worden onderbroken. Na die overstroming zou ook veel tijd nodig zijn om het water uit de overstroomde gebieden te verwijderen. Een groot deel van dat gebied ligt onder de waterspiegel van de rivieren, waarin het water moet worden gepompt. De apparatuur en installaties die nodig zijn om de dijkringen droog te leggen, zou in beperkte mate beschikbaar zijn. Evenals het bouwmaterieel dat nodig is om de infrastructuur te herstellen nadat de dijkringen droog zijn. In het licht van deze problemen lijkt een periode van een jaar zonder produktiviteit niet onredelijk.

Voor alle overige kosten hanteerden wij schadefactoren uit [Vrouwenvelder, 1988]. Aan dit document zijn factoren voor inundatiediepten van 1, 2 en 3 meter ontleend. Met opzet is van grotere inundatiediepten uitgegaan. Daarvan is het zeker dat alles wat dieper dan 5 meter onder water stond volledig zou worden vernietigd. Bij 4 meter namen wij het gemiddelde tussen de 3 meter waarde uit [Vrouwenvelder, 1988] en 100 procent. De schadefactoren voor alle sectoren, behalve kapitaalgoederen in de landbouw, zijn in Tabel 4.6 weergegeven. Voor kapitaalgoederen in de landbouw gaat [Vrouwenvelder, 1988] uit van 100 procent schade bij een overstroming.

Tabel 4.6

#### Schadefactoren per categorie en overstromingsdiepte (procent)

Categorie	1 meter	2 meters	3 meters	4 meters
Huizen	5	11	35	68
Inboedel	47	50	66	83
Personenau- to's	50	100	100	100
Bedrijfs- gebouwen en terreinen	10	16	22	61

Schadefactoren worden alleen gegeven voor integrale veelvouden van één meter. Om alle mogelijke diepten te berekenen, hebben wij een interpolatiefunctie ontwikkeld. Daarbij gingen wij ongeveer als volgt te werk. Indien een hoogtezona tot een diepte van zeg 3,3 meter, gemeten vanaf de bodem van de zone, zou worden overstroomd, is het, omdat al het gebied in de zone binnen het 1 meter bereik ligt, aannemelijk dat de gemiddelde diepte 2,8 meter is. Wij berekenden vervolgens de schade met als uitgangspunt dat 20 procent van de zone tot een diepte van precies 2 meter onder water stond en 80 procent tot een diepte van precies 3 meter. De exacte wiskundige formule voor deze procedure is weliswaar duidelijk, maar ziet er ingewikkeld uit. Daarom is deze hier niet opgenomen.

## 4.5 Netto contante waarde

Technisch gezien is schade door overstroming dit jaar een willekeurige variabele die gelijk is aan nul indien er geen overstroming plaatsvindt en gelijk is aan door ons schademodel berekende kosten indien er wel een overstroming *plaatsvindt*. De voor dit jaar verwachte schade is de totale schade maal de kans op overstroming, waarvan wij aannamen dat deze gelijk is aan de veiligheidsnorm. Wij duiden deze verwachte schade aan met het symbool  $D$ .

In volgende jaren verwachten wij dat de waarde van alles in het onderzoeksgebied zal stijgen: de mensen zullen meer (en betere) huizen kopen, de industrie zal groeien, de landbouw zal nieuw materieel aanschaffen, enz. Wij gaan ervan uit dat de mate waarin de waarde van alles in het onderzoeksgebied zal toenemen  $i$  is. Vervolgens zal,  $n$  jaar vanaf heden, de verwachte schade door overstroming  $D(1+i)^n$  zijn (waar  $n=0$  overeenkomt met *dit jaar*).

Om te meten wat een toekomstige uitgave heden waard is, kunnen wij bijvoorbeeld uitgaan van een investering van  $T_n$  gulden, die heden wordt gereserveerd. Deze investering is dan bedoeld om de verwachte schade door overstroming te financieren, die in jaar  $n$  zal plaatsvinden. Laten wij voorts aannemen dat ons dit een rendement aangeduid met  $r$  kan opleveren. Wij gaan ervan uit dat wij de schade aan het eind van het jaar mogen betalen, ongeacht in welke maand die overstroming plaatsvond. In het jaar  $n$  zal deze investering dan  $T_n(1+r)^{n+1}$  gulden waard zijn. Om over een investering te beschikken die voldoende is om de schade door overstroming te dekken, moeten wij

$$T^n = D(1+i)^n(1+r)^{-(n+1)}$$

reserveren.

Het totaal te investeren bedrag om alle verliezen te dekken, is de som van deze termen. Daarbij varieert  $n$  van 0 tot oneindig. Zolang  $i < r$ , convergeert de som voor alle waarden van  $n$ . De som wordt gegeven door:

$$\text{Netto contante waarde} = D/(r-i).$$

Voor onze berekeningen gold als maatstaf dat de reële waarde van alle zaken in het onderzoeksgebied jaarlijks met 2 procent zou stijgen en dat het rendement van investering 5 procent zou zijn. De netto contante waarde van de schade door overstroming is dus de verwachte schade van een overstroming in dit jaar, gedeeld door 0,03.

**Bijlage 4A**

**HET EFFECT VAN EEN NIEUW OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIE-MODEL  
OP SCHATTINGEN VAN DE SCHADE DOOR OVERSTROMING**

## Bijlage 4A

**HET EFFECT VAN EEN NIEUW OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIE-MODEL OP  
SCHATTINGEN VAN DE SCHADE DOOR OVERSTROMING**

Wanneer in plaats van de exponentiële verdeling, die door de Commissie Becht [Commissie Rivierdijken, 1977] werd gebruikt, een alternatieve methode wordt toegepast om de 1/1250, 1/500 en 1/200 maatgevende afvoeren van de Rijn te schatten, leidt dit tot enigszins lagere maatgevende hoogwaterstanden (MHW). De toepassing van een alternatieve methode op afvoeren van de Maas maakt nauwelijks enig verschil, zodat vooralsnog geen verandering in de maatgevende afvoer van de Maas wordt aanbevolen.

In het algemeen kan het gebruik van een verschillende maatgevende afvoer om maatgevende waterstanden te schatten een verschil voor de schadeberekeningen teweegbrengen. Dit vanwege het feit dat dijken in sommige dijkringen volgens een andere ontwerphoogte gebouwd kunnen zijn. In dit geval is het verschil echter onbeduidend. Dijkkringen 36, 38 en 41 worden vanuit de Maas overstroomd indien zich een overstroming zou voordoen, terwijl bij toepassing van de alternatieve methode de maatgevende afvoer van de Maas niet verandert. Een overlaat bij Dalem beperkt de inundatiediepte in Dijkkring 43 tot vijf meter ongeacht de waarde van MHW. De schade wordt dus alleen anders voor drie dijkringen: 42, 43 en 52. Volledigheidshalve is de schade aan alle dijkringen bij toepassing van de alternatieve verdeling in Tabel 4A.1 opgenomen. Een meer gedetailleerde behandeling van de alternatieve methode is opgenomen in Deelrapport 2 [1993].

Tabel 4A.1

**Schattingen van de schade per dijkkring wanneer de  
alternatieve verdeling is gebruikt om de MHW te bepalen  
(Mf, 1992)**

Dijkkring	Totale schade, 1/1250 afvoer	Netto contante waarde van de schade per veiligheidsnorm		
		1/200	1/500	1/1250
36	34.000	4.600	2.000	890
38	6.400	900	390	170
41	13.000	1.600	760	340
42	1.600	250	100	40
43	15.000	2.600	1.000	410
48	6.100	780	350	160
52	2.900	370	170	80
36, 43, 52	51.900	7.570	3.170	1.380
alle	79.000	11.100	4.770	2.090



**Bijlage 4B**

**COMPARTIMENTERING**

## Bijlage 4B

### COMPARTIMENTERING

Het is ook mogelijk om in plaats van het hele dijkenstelsel van een dijkkring te verbeteren, alleen rond gebieden met een bijzonder hoge waarde nieuwe dijken te bouwen en de overige gebieden af en toe te laten overstromen. Of deze gedachte een financieel voordeel oplevert, hangt natuurlijk af van de vraag of de waarde binnen de dijkkring in voldoende mate ongelijk is verdeeld. Het is niet gemakkelijk om dit vast te stellen, maar een paar eenvoudige berekeningen doen vermoeden dat het moeilijk zal zijn om voldoende niet-waardevolle gebieden te vinden, die dan voor minder bescherming in aanmerking komen dan waarin de huidige plannen voorzien.

Wij nemen dijkkring 36 als voorbeeld, die van alle dijkkringen in het onderzoeksgebied bij een ernstige overstroming de meeste schade oploopt (bijv. ruim Mf 33.000 bij een 1/1250 overstroming). Een goede plaats om kleine concentraties met hoge waarde te zoeken, is in bebouwde gebieden. Dijkkring 36 bevat drie van zulke bebouwde gebieden: 's-Hertogenbosch, Oss en Rosmalen. Tezamen nemen deze drie gemeenten 11 procent van de landbouw, 20 procent van het gebied en 46 procent van de bevolking van dijkkring 36 voor hun rekening.

Wij hebben de schade door overstroming aan deze drie gemeenten in geval een 1/1250 overstroming berekend, waarbij precies dezelfde procedures zijn toegepast als die welke voor de berekening van de schade door overstroming aan de hele dijkkring zijn gebruikt. Uit deze berekeningen blijkt dat bij een 1/1250 overstroming van dijkkring 36 de schade aan de drie voornoemde gemeenten ongeveer 66 procent van de schade uitmaakt, die door de hele dijkkring wordt geleden. Het is dus inderdaad waar dat een belangrijke hoeveelheid waarde zou kunnen worden behouden door alleen deze drie plaatsen te beschermen.

Anderzijds is de totale schade aan Dijkkring 36 zeer groot: ruim Mf 33.000 in een 1/1250 overstroming. Uit de berekening hierboven blijkt dat ongeveer 34 procent van deze schade (dit is ruim Mf 11.000) buiten de drie gemeenten verloren zou gaan; dit is geen gering bedrag.

Indien het gebied buiten de drie gemeenten door dijken, die minder sterk dan 1/1250 zijn (bijvoorbeeld met een MHW van 1/200), zou worden beschermd, schatten wij dat in dit buitenliggend gebied de verliezen door overstroming zouden kunnen oplopen met een netto contante waarde van minstens Mf 1.500. Dit is bijna even veel als voor de hele Dijkkring 43 indien deze door 1/200 dijken zou zijn beschermd en bijna tweemaal zoveel als voor Dijkkring 38 of 48 het geval zou zijn als deze op dezelfde wijze zouden zijn beschermd.

Er bestaan inderdaad concentraties van bijzonder hoge waarde, maar Nederland is een hoog ontwikkeld land, waar bij een overstroming vrijwel overal veel verloren kan gaan. Het lijkt niet waarschijnlijk dat compartimentering ooit een op brede schaal toepasbare en uit het oogpunt van kosten voordelige strategie zou kunnen zijn. Niettemin zou deze beschermingsvorm in bijzondere gevallen bij een lokale aanpak een bruikbare oplossing kunnen zijn.

**Bijlage 4C**

**SCHADEMODEL-TABELLEN**

Tabel 4C.1

## Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 36				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	28	5	2	1	0
0,40	113	19	8	3	2
0,60	254	42	17	7	4
0,80	451	75	30	12	6
1,00	705	118	47	19	10
1,20	1.088	181	73	29	15
1,40	1.672	279	111	45	23
1,60	2.333	389	156	62	32
1,80	3.072	512	205	82	44
2,00	4.013	669	268	107	58
2,20	5.304	884	354	141	74
2,40	7.095	1.182	473	189	94
2,60	8.955	1.492	597	239	118
2,80	10.884	1.814	726	290	145
3,00	13.314	2.219	888	355	176
3,20	16.096	2.683	1.073	429	210
3,40	19.084	3.181	1.272	509	246
3,60	21.246	3.541	1.416	567	284
3,80	22.580	3.763	1.505	602	325
4,00	24.120	4.020	1.608	643	367
4,20	25.859	4.310	1.724	690	413
4,40	27.790	4.632	1.853	741	461
4,60	29.668	4.945	1.978	791	512
4,80	31.493	5.249	2.100	840	566
5,00	33.509	5.585	2.234	894	622
5,20	35.668	5.945	2.378	951	681
5,40	37.920	6.320	2.528	1.011	742
5,60	40.142	6.690	2.676	1.070	805
5,80	42.333	7.056	2.822	1.129	869
6,00	44.618	7.436	2.975	1.190	936
6,20	46.969	7.828	3.131	1.253	1.004
6,40	49.361	8.227	3.291	1.316	1.072
6,60	51.532	8.589	3.435	1.374	1.142
6,80	53.484	8.914	3.566	1.426	1.213
7,00	55.476	9.246	3.698	1.479	1.284

Economische veronderstellingen: disconto: 5%; reële waardeestijging: 2%

Tabel 4C.1 (vervolg)  
Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 38				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	13	2	1	0	1
0,40	54	9	4	1	3
0,60	121	20	8	3	6
0,80	215	36	14	6	10
1,00	336	56	22	9	16
1,20	524	87	35	14	24
1,40	822	137	55	22	34
1,60	1.172	195	78	31	46
1,80	1.574	262	105	42	60
2,00	2.085	348	139	56	76
2,20	2.662	444	177	71	94
2,40	3.263	544	218	87	112
2,60	3.655	609	244	97	131
2,80	3.840	640	256	102	151
3,00	4.048	675	270	108	171
3,20	4.268	711	285	114	191
3,40	4.491	749	299	120	212
3,60	4.698	783	313	125	232
3,80	4.888	815	326	130	253
4,00	5.081	847	339	135	274
4,20	5.275	879	352	141	295
4,40	5.470	912	365	146	315
4,60	5.724	954	382	153	336
4,80	6.037	1.006	402	161	357
5,00	6.351	1.058	423	169	378
5,20	6.665	1.111	444	178	399
5,40	6.979	1.163	465	186	420
5,60	7.277	1.213	485	194	441
5,80	7.558	1.260	504	202	462
6,00	7.838	1.306	523	209	483
6,20	8.119	1.353	541	217	504
6,40	8.400	1.400	560	224	525
6,60	8.570	1.428	571	229	546
6,80	8.629	1.438	575	230	567
7,00	8.687	1.448	579	232	588

Tabel 4C.1 (vervolg)  
Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 41				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	11	2	1	0	0
0,40	44	7	3	1	2
0,60	99	16	7	3	4
0,80	176	29	12	5	7
1,00	275	46	18	7	11
1,20	403	67	27	11	17
1,40	570	95	38	15	23
1,60	728	121	49	19	32
1,80	877	146	58	23	41
2,00	1.064	177	71	28	52
2,20	1.314	219	88	35	65
2,40	1.652	275	110	44	80
2,60	1.999	333	133	53	98
2,80	2.358	393	157	63	117
3,00	2.804	467	187	75	139
3,20	3.399	566	227	91	163
3,40	4.205	701	280	112	189
3,60	5.055	842	337	135	218
3,80	5.950	992	397	159	249
4,00	7.055	1.176	470	188	283
4,20	8.338	1.390	556	222	319
4,40	9.763	1.627	651	260	356
4,60	10.919	1.820	728	291	395
4,80	11.806	1.968	787	315	435
5,00	12.835	2.139	856	342	477
5,20	13.993	2.332	933	373	520
5,40	15.266	2.544	1.018	407	564
5,60	16.418	2.736	1.095	438	609
5,80	17.449	2.908	1.163	465	655
6,00	18.595	3.099	1.240	496	701
6,20	19.818	3.303	1.321	528	749
6,40	21.082	3.514	1.405	562	796
6,60	22.257	3.709	1.484	594	844
6,80	23.343	3.891	1.556	622	893
7,00	24.470	4.078	1.631	653	941

Tabel 4C.1 (vervolg)  
Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 42				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	5	1	0	0	0
0,40	19	3	1	1	1
0,60	42	7	3	1	2
0,80	75	13	5	2	3
1,00	118	20	8	3	5
1,20	173	29	12	5	7
1,40	244	41	16	7	10
1,60	312	52	21	8	14
1,80	377	63	25	10	18
2,00	458	76	31	12	23
2,20	551	92	37	15	28
2,40	650	108	43	17	33
2,60	725	121	48	19	39
2,80	777	129	52	21	44
3,00	835	139	56	22	50
3,20	897	150	60	24	56
3,40	962	160	64	26	62
3,60	1.025	171	68	27	68
3,80	1.086	181	72	29	74
4,00	1.150	192	77	31	80
4,20	1.215	202	81	32	86
4,40	1.280	213	85	34	92
4,60	1.352	225	90	36	98
4,80	1.432	239	95	38	105
5,00	1.512	252	101	40	111
5,20	1.592	265	106	42	117
5,40	1.674	279	112	45	123
5,60	1.748	291	117	47	129
5,80	1.815	303	121	48	135
6,00	1.883	314	126	50	141
6,20	1.953	325	130	52	148
6,40	2.024	337	135	54	154
6,60	2.076	346	138	55	160
6,80	2.108	351	141	56	167
7,00	2.143	357	143	57	173

Tabel 4C.1 (vervolg)  
 Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 43				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	55	9	4	1	1
0,40	218	36	15	6	5
0,60	491	82	33	13	11
0,80	873	145	58	23	20
1,00	1.364	227	91	36	31
1,20	1.959	327	131	52	45
1,40	2.654	442	177	71	62
1,60	3.209	535	214	86	83
1,80	3.627	604	242	97	107
2,00	4.143	691	276	110	134
2,20	4.736	789	316	126	164
2,40	5.383	897	359	144	196
2,60	5.890	982	393	157	231
2,80	6.255	1.043	417	167	268
3,00	6.675	1.112	445	178	308
3,20	7.186	1.198	479	192	351
3,40	7.826	1.304	522	209	398
3,60	8.562	1.427	571	228	449
3,80	9.392	1.565	626	250	503
4,00	10.352	1.725	690	276	562
4,20	11.416	1.903	761	304	623
4,40	12.561	2.094	837	335	687
4,60	13.571	2.262	905	362	752
4,80	14.445	2.408	963	385	820
5,00	15.400	2.567	1.027	411	890
5,20	16.430	2.738	1.095	438	962
5,40	17.526	2.921	1.168	467	1.035
5,60	18.449	3.075	1.230	492	1.110
5,80	19.196	3.199	1.280	512	1.187
6,00	20.012	3.335	1.334	534	1.266
6,20	20.880	3.480	1.392	557	1.346
6,40	21.787	3.631	1.452	581	1.428
6,60	22.569	3.761	1.505	602	1.511
6,80	23.226	3.871	1.548	619	1.595
7,00	23.921	3.987	1.595	638	1.681



Tabel 4C.1 (vervolg)  
 Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 48				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	4	1	0	0	0
0,40	16	3	1	0	1
0,60	35	6	2	1	1
0,80	63	10	4	2	2
1,00	98	16	7	3	4
1,20	185	31	12	5	6
1,40	369	62	25	10	11
1,60	633	105	42	17	19
1,80	976	163	65	26	28
2,00	1.416	236	94	38	40
2,20	1.947	324	130	52	53
2,40	2.565	427	171	68	68
2,60	3.069	512	205	82	85
2,80	3.460	577	231	92	103
3,00	3.938	656	263	105	123
3,20	4.499	750	300	120	144
3,40	5.137	856	342	137	167
3,60	5.700	950	380	152	191
3,80	6.188	1.031	413	165	216
4,00	6.754	1.126	450	180	243
4,20	7.403	1.234	494	197	271
4,40	8.141	1.357	543	217	302
4,60	8.873	1.479	592	237	334
4,80	9.601	1.600	640	256	368
5,00	10.418	1.736	695	278	404
5,20	11.309	1.885	754	302	442
5,40	12.261	2.043	817	327	482
5,60	13.137	2.190	876	350	524
5,80	13.939	2.323	929	372	567
6,00	14.801	2.467	987	395	613
6,20	15.715	2.619	1.048	419	660
6,40	16.670	2.778	1.111	445	709
6,60	17.484	2.914	1.166	466	759
6,80	18.158	3.026	1.211	484	811
7,00	18.873	3.145	1.258	503	864

Tabel 4C.1 (vervolg)  
 Schattingen van de schade per inundatieniveau en dijkkring

Inun- datie- niveau (m)	Dijkkring 52				Hoeveel- heid water (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
	Schade (Mf)				
	Totaal	Huidige waarde			
		1/200	1/500	1/1250	
0,00	0	0	0	0	0
0,20	7	1	0	0	0
0,40	29	5	2	1	1
0,60	66	11	4	2	3
0,80	117	20	8	3	5
1,00	183	30	12	5	8
1,20	276	46	18	7	12
1,40	409	68	27	11	18
1,60	550	92	37	15	25
1,80	700	117	47	19	35
2,00	889	148	59	24	46
2,20	1.115	186	74	30	59
2,40	1.374	229	92	37	73
2,60	1.584	264	106	42	88
2,80	1.743	291	116	46	105
3,00	1.936	323	129	52	123
3,20	2.170	362	145	58	142
3,40	2.455	409	164	65	163
3,60	2.734	456	182	73	187
3,80	3.007	501	200	80	211
4,00	3.330	555	222	89	238
4,20	3.708	618	247	99	266
4,40	4.147	691	276	111	296
4,60	4.564	761	304	122	326
4,80	4.960	827	331	132	359
5,00	5.416	903	361	144	392
5,20	5.938	990	396	158	427
5,40	6.534	1.089	436	174	464
5,60	7.081	1.180	472	189	503
5,80	7.577	1.263	505	202	543
6,00	8.147	1.358	543	217	585
6,20	8.781	1.464	585	234	629
6,40	9.472	1.579	631	253	674
6,60	10.054	1.676	670	268	720
6,80	10.527	1.755	702	281	769
7,00	11.057	1.843	737	295	818

Tabel 4C.2  
Basisgegevens per hoogtezona en dijkring

Factor	Hoogtezone	Totaal	Dijkring						
			36	38	41	42	43	48	52
Oppervlakte (ha)	0-1 m	17.137	2.020	3.276	2.292	1.018	6.183	761	1.587
	1-2 m	34.283	5.440	5.455	3.582	1.522	8.199	5.658	4.427
	2-3 m	29.466	8.828	1.420	5.537	396	6.140	3.832	3.313
	3-4 m	29.631	5.672	267	6.037	105	9.681	3.469	4.400
	4-5 m	24.318	7.022	60	3.858	19	5.192	4.760	3.407
	5-6 m	20.594	4.730	6	2.299	43	4.389	4.844	4.283
	6-7 m	14.182	2.334	0	785	123	3.526	3.556	3.858
	7-8 m	10.987	1.247	0	373	101	5.765	1.174	2.327
	8-9 m	11.258	2.766	0	279	67	6.011	305	1.830
	9-10 m	9.422	3.779	0	220	38	4.685	89	611
	10 + m	12.538	8.519	0	844	270	2.505	147	253
Totaal		213.816	52.357	10.484	26.106	3.702	62.276	28.595	30.296
Inwoners	0-1 m	58.156	11.003	8.510	5.868	3.227	23.404	2.472	3.672
	1-2 m	144.258	40.605	25.089	9.944	6.104	23.568	29.243	9.705
	2-3 m	169.919	86.547	6.864	24.622	2.921	14.039	27.170	7.756
	3-4 m	154.277	40.764	999	50.732	835	30.289	19.469	11.189
	4-5 m	130.152	42.936	279	34.753	119	18.781	21.030	12.254
	5-6 m	94.815	21.788	30	25.520	212	16.657	15.790	14.818
	6-7 m	53.712	9.790	0	8.772	550	12.471	10.528	11.601
	7-8 m	41.932	6.036	0	7.470	461	17.912	3.359	6.694
	8-9 m	48.490	9.258	0	5.185	338	27.788	814	5.107
	9-10 m	51.497	11.701	0	3.887	241	33.641	218	1.809
	10 + m	75.865	33.314	0	17.040	1.544	22.902	343	722
Totaal		1.023.073	313.742	41.771	193.793	16.552	241.452	130.436	85.327
Woningen	0-1 m	20.704	3.919	2.812	2.012	1.127	8.710	862	1.262
	1-2 m	51.013	14.926	8.599	3.404	2.144	8.342	10.330	3.268
	2-3 m	62.295	33.165	2.338	8.564	1.038	4.892	9.659	2.639
	3-4 m	55.896	14.943	342	18.837	299	10.838	6.838	3.799
	4-5 m	46.711	15.100	91	12.985	44	6.729	7.318	4.444
	5-6 m	33.772	7.578	10	9.656	74	5.820	5.290	5.344
	6-7 m	18.505	3.431	0	3.316	187	3.967	3.509	4.095
	7-8 m	14.400	2.129	0	2.898	158	5.736	1.128	2.351
	8-9 m	17.531	3.202	0	2.007	118	10.135	274	1.795
	9-10 m	18.586	4.069	0	1.505	87	12.203	73	649
	10 + m	27.546	11.549	0	6.633	561	8.432	115	256
Totaal		366.959	114.011	14.192	71.817	5.837	85.804	45.396	29.902

Tabel 4C.2 (vervolg)  
Basisgegevens per hoogtezona en dijkkring

Factor	Hoogtezone	Totaal	Dijkkring						
			36	38	41	42	43	48	52
Landbouwgrond (ha)	0-1 m	12.105	1.219	2.922	1.922	661	4.078	604	699
	1-2 m	24.140	2.997	4.826	2.953	1.033	5.796	4.145	2.390
	2-3 m	18.671	4.199	1.391	3.876	311	4.418	2.621	1.855
	3-4 m	18.794	3.256	276	3.469	82	6.885	2.271	2.555
	4-5 m	15.498	4.531	64	2.025	12	3.740	3.195	1.931
	5-6 m	13.293	3.290	7	1.070	22	3.362	3.212	2.330
	6-7 m	9.011	1.483	0	346	55	2.834	2.355	1.938
	7-8 m	7.209	725	0	128	47	4.427	782	1.100
	8-9 m	7.130	1.746	0	99	31	4.183	194	877
	9-10 m	6.136	2.479	0	73	18	3.258	54	254
	10 + m	8.749	6.417	0	220	143	1.749	85	135
Totaal		140.736	32.342	9.486	16.181	2.415	44.730	19.518	16.064
Banen delfstoffen- winning, industrie en openbare nuts- bedrijven	0-1 m	4.674	1.517	190	336	30	2.162	79	360
	1-2 m	9.198	3.437	1.558	588	75	1.570	1.274	696
	2-3 m	12.296	8.265	269	1.311	54	691	1.193	513
	3-4 m	11.207	3.904	30	3.143	19	2.023	1.385	703
	4-5 m	10.064	3.950	3	2.085	6	1.317	1.673	1.030
	5-6 m	7.204	1.827	0	1.696	6	1.131	1.175	1.369
	6-7 m	4.235	802	0	594	9	701	930	1.199
	7-8 m	2.522	432	0	586	9	475	329	691
	8-9 m	3.183	465	0	401	9	1.652	66	590
	9-10 m	3.079	1.084	0	301	10	1.492	13	179
	10 + m	8.167	5.472	0	1.354	61	1.174	16	90
Totaal		75.829	31.155	2.050	12.395	288	14.388	8.133	7.420
Banen bouwnijverheid- en installatie- bedrijven	0-1 m	1.151	215	234	126	47	450	34	45
	1-2 m	3.608	1.251	801	210	75	549	542	180
	2-3 m	4.521	2.774	173	537	25	339	513	160
	3-4 m	3.860	1.501	12	1.050	8	598	419	272
	4-5 m	3.557	1.869	9	684	2	349	395	249
	5-6 m	2.046	707	1	478	5	319	235	301
	6-7 m	1.034	279	0	158	14	215	128	240
	7-8 m	607	109	0	144	12	172	33	137
	8-9 m	762	52	0	99	8	497	8	98
	9-10 m	920	150	0	74	5	655	2	34
	10 + m	1.516	697	0	322	32	449	1	15
Totaal		23.582	9.604	1.230	3.882	233	4.592	2.310	1.731

Tabel 4C.2 (vervolg)  
Basisgegevens per hoogtezona en dijkring

Factor	Hoogtezone	Totaal	Dijkring						
			36	38	41	42	43	48	52
Banen, handel, hotel- en restaurantwezen en reparatie-bedrijven	0-1 m	3.053	782	324	165	78	1.524	84	96
	1-2 m	8.188	2.824	1.825	299	130	1.413	1.266	431
	2-3 m	10.867	7.318	329	883	51	707	1.181	398
	3-4 m	8.141	2.462	12	2.366	17	1.631	1.018	635
	4-5 m	6.469	1.968	9	1.578	5	1.002	1.057	850
	5-6 m	4.858	1.134	1	1.281	9	789	697	947
	6-7 m	2.333	531	0	452	22	283	451	594
	7-8 m	1.598	268	0	443	19	411	135	322
	8-9 m	2.011	242	0	303	15	1.198	30	223
	9-10 m	2.113	434	0	227	11	1.350	7	84
	10 + m	3.746	1.675	0	1.019	68	947	9	28
Totaal		53.377	19.638	2.500	9.016	425	11.255	5.935	4.608
Banen transport-, opslag- en communicatie bedrijven	0-1 m	611	90	105	98	34	245	32	7
	1-2 m	2.236	931	348	172	70	298	335	82
	2-3 m	3.722	2.706	70	388	38	168	263	89
	3-4 m	2.460	828	4	768	11	454	235	160
	4-5 m	1.768	496	3	510	2	307	249	201
	5-6 m	1.327	225	0	391	1	228	211	271
	6-7 m	675	92	0	135	2	61	142	243
	7-8 m	582	95	0	124	2	176	47	138
	8-9 m	929	107	0	85	2	603	19	113
	9-10 m	935	109	0	64	2	721	8	31
	10 + m	1.157	313	0	283	16	515	13	17
Totaal		16.402	5.992	530	3.018	180	3.776	1.554	1.352
Banen, bank- en verzekeringswezen, zakelijke en overige dienstverlening	0-1 m	4.989	1.045	310	396	331	2.411	160	336
	1-2 m	14.625	6.242	2.289	798	494	1.847	2.035	920
	2-3 m	24.159	17.785	425	2.158	143	853	1.911	884
	3-4 m	20.628	6.423	25	7.616	50	3.055	1.967	1.492
	4-5 m	16.361	4.952	10	5.352	21	2.012	2.225	1.789
	5-6 m	11.525	2.002	1	4.712	32	1.598	1.115	2.065
	6-7 m	5.154	756	0	1.691	72	585	611	1.439
	7-8 m	4.470	669	0	1.694	63	1.045	192	807
	8-9 m	6.024	945	0	1.161	50	3.308	52	508
	9-10 m	6.505	988	0	873	42	4.400	16	186
	10 + m	11.383	3.963	0	3.973	258	3.107	24	58
Totaal		125.823	45.770	3.060	30.424	1.556	24.221	10.308	10.484

Tabel 4C.3

Factoren om de prijs- en bevolkingsgegevens om te rekenen naar 1992

Jaar	Prijsindex		Bevolkingsindex	
	1969 = 100	1992 = 1.00	Gegevens	1992 = 1.0
1980	210.2	1.3735		
1981	224.4	1.2865		
1982	237.7	1.2146		
1983	244.2	1.1822		
1984	252.2	1.1447		
1985	257.9	1.1194	14,454	1.0438
1986	258.3	1.1177	14,529	1.0384
1987	257.0	1.1233	14,615	1.0323
1988	258.9	1.1151	14,715	1.0253
1989	261.6	1.1036	14,805	1.0190
1990	268.0	1.0772	14,893	1.0130
1991	278.5	1.0366	15,010	1.0051
1992	288.7	1.0000	15,087	1.0000

## 5 Kostenraming voor dijkverbetering

### 5.1 Inleiding

#### 5.1.1 Definitie van kosten

De kostenanalyse in dit onderzoek is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- (1) Opgenomen zijn uitsluitend de monetaire kosten van dijkverbeteringen – die kosten die direct in guldens worden uitgedrukt. Niet-in geld uit te drukken kosten, zoals schade aan landschappelijks-, natuur- en cultuurwaarden, zijn opgenomen in de LNC-analyse.
- (2) De kosten zijn verdeeld in een investerings- en een onderhoudscomponent. De investeringskosten zijn die kosten die worden gemaakt bij het verbeteren van de dijken; hieronder vallen ontwerp, voorbereiding en management plus de directe aanlegkosten. De onderhoudskosten zijn de jaarlijkse netto-kosten van dijkonderhoud. Deze kosten hebben onder andere betrekking op arbeid, energie en materialen.
- (3) Als relevante investeringskosten worden alleen de marginale kosten in verband met dijkverbetering beschouwd. Hierin zijn niet begrepen de kosten van dijken die reeds zijn voltooid.

De uitgaven voor dijkverbetering worden gedaan in een periode die verschillende jaren beslaat. Deze stroom van kosten betreft een investering die verspreid is over verscheidene jaren en vervolgens jaarlijkse onderhoudskosten gedurende de levensduur van de dijk. Bovendien zal er, aangezien de levensduur van dijken beperkt is, te zijner tijd een aanvullende investering noodzakelijk zijn voor het verbeteren of vervangen van de dijken.

Er bestaan twee mogelijke manieren om de kosten van alternatieve beleidsopties met elkaar en met de voordelen (zoals vermindering van het milieueffect en vermindering van potentiële overstromingsschade) te vergelijken. Ten eerste kan men de kostenstroom in één enkel getal samenvatten door gebruik te maken van een jaarlijkse kostenindex die is samengesteld uit de naar jaarbasis omgerekende investeringskosten en de jaarlijkse onderhoudskosten.<sup>1</sup> Een tweede manier om de kosten met elkaar te vergelijken, bestaat uit het splitsen ervan in drie categorieën, waarna een netto contante waarde (NCW) voor elke kostenstroom wordt berekend, zodat ze afzonderlijk of gecombineerd met elkaar kunnen worden vergeleken. In dit onderzoek hebben we gekozen voor de tweede manier.

Een belangrijke reden voor deze keuze is gelegen in het feit dat vergelijking van de kosten en baten (verminderde overstromingsschade) bij deze optie beter mogelijk was. De drie gebruikte kostencategorieën zijn (1) projectvoorbereiding (inclusief ontwerp) en toezicht of

---

<sup>1</sup> De naar jaarbasis omgerekende investeringskosten kunnen worden berekend door een kapitaal terugverdienfactor op de totale investering toe te passen. Deze kosten kunnen worden gezien als de gelijke jaarlijkse termijnen voor het afbetalen van een lening gedurende de levensduur van de voorziening. Omdat verschillende soorten verbeteringen een verschillende levensduur kunnen hebben, nemen we aan dat als, het einde van de levensduur nadert, de oorspronkelijke voorziening wordt vervangen door een andere voorziening met dezelfde (voor inflatie gecorrigeerde) investeringskosten. Hierbij nemen we aan dat de discontovoet gelijk is aan de rentevoet die is gebruikt voor het verkrijgen van de lening voor het betalen van de verbetering.

management, (2) aanleg (inclusief verkrijging van land en gebouwen), en (3) onderhoud. We kunnen deze categorieën gebruiken om alternatieven met elkaar te vergelijken als we ervan uitgaan dat alle investeringskosten in het eerste jaar plaatsvinden, en dat de levensduur van de alternatieven hetzij gelijk is, hetzij tenminste zo lang dat de vervangingskosten bij verdiscontering in het jaar van de aanvankelijke investering te verwaarlozen zijn.

Deze scheiding van kosten komt ook overeen met de kostensubsidie-structuur voor rivierdijkverbetering, die door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is opgezet. Onder dit stelsel komt het merendeel van de voorbereidingskosten (of meer in het algemeen 'indirecte' kosten) niet voor vergoeding in aanmerking. Het gaat daarbij om de volgende kosten: (1) projectplanning en -voorbereiding, (2) vooronderzoek (anders dan vegetatie of grondmechanisch) om de bestaande situatie in kaart te brengen, (3) projectontwerp, (4) algemeen management, en (5) andere indirecte kosten. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat vergoedt 80% van de 'directe' kosten van aanleg. Deze kosten omvatten (1) aankoop van grond en bebouwing, (2) aannemerskosten en levering van materialen, (3) vergoedingen van de schade die ontstaat tijdens de aanleg, (4) vegetatie- en grondmechanisch onderzoek door derden<sup>2</sup> en (5) additionele kosten voor landschapsinrichting (tot maximaal 3% van de aanlegkosten) om schade aan de vegetatie te herstellen en de dijk in de omgeving te laten passen. Bovenop de subsidie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat betalen sommige provincies een gedeelte van de resterende 'directe' kosten aan de waterschappen.

De derde kostencomponent bestaat uit onderhoud van de verbeterde dijken. De directe onderhoudskosten worden voor 60% door Rijkswaterstaat gesubsidieerd. De onderhoudskosten voor dijkvakken kunnen uit zes verschillende componenten bestaan, afhankelijk van de omstandigheden en de dijkconstructie. Deze componenten zijn (1) periodieke inspectie, (2) herstel van schade aan het talud, (3) maaien en afvoer van gras, (4) onderhoud van het dijkoppervlak, (5) onderhoud van de oeverbescherming en (6) correctie van zettingen. Hierbij worden de componenten (2), (5) en (6) beschouwd als vervangingsinvesteringen. Zij maken deel uit van de investering. De overige componenten, maaien, inspectie en wegenonderhoud, zijn het belangrijkste voor standaarddijken. Over het algemeen vindt inspectie plaats tijdens het maaien. Uitgekiende ontwerpen kunnen ook kosten met zich meebrengen voor het periodiek onderhoud van mechanische delen. Omdat wegenonderhoud meestal niet onder de verantwoordelijkheid van het waterschap valt, nemen we dit niet op in onze berekeningen. Derhalve beschouwen we de kosten van maaien en inspectie als de belangrijkste onderhoudskosten van normale dijken.

---

<sup>2</sup> Deze maken in feite deel uit van de planningskosten. Maar deze kosten worden, net zoals de directe kosten van aanleg, voor 80% gesubsidieerd door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.



### 5.1.2 Inleiding tot de kostenanalyse

Bij de analyse hebben we onder een aantal verschillende aannamen de kosten voor dijkverbetering te berekenen. Voor de basissituatie is in het onderzoek aangenomen dat de waterschappen het huidige beleid, verbetering van alle dijken tot een veiligheidsnorm van 1/1250, zullen voortzetten en daarbij, waar mogelijk, standaardontwerpen gebruiken. In niet-stedelijke gebieden zullen de waterschappen alleen streven naar behoud van de LNC-waarden als de aanlegkosten (waaronder onteigeningskosten, die daar relatief gering zouden moeten zijn) voor een ander ontwerp ongeveer gelijk zouden zijn aan de kosten van een standaardontwerp. Indien een bepaald ontwerp te duur is, wordt dit niet toegepast. In stedelijke gebieden kunnen de waterschappen, vanwege hoge onteigeningskosten en LNC-schade besluiten, bijzondere constructies (uitgekiende ontwerpen) toe te passen die hogere kosten met zich meebrengen. In paragraaf 5.2 bespreken we de benadering die gebruikt is om de kosten van deze standaarddijken bij de maatgevende hoogwaterstand voor de 1/1250 norm (MHW 1/1250) te berekenen.

De vereiste hoogte van dijkvakken in elke dijkkring wordt in de analyse door twee variabelen beïnvloed. Ten eerste bepaalt de gewenste veiligheidsnorm de MHW-waarden van de rivieren en derhalve de vereiste dijkhoogte voor elk dijkvak. Naarmate de veiligheidsnorm lager wordt, gaat ook de vereiste dijkhoogte voor elk dijkvak omlaag. Ten tweede kan voor elke veiligheidsnorm de MHW voor een dijkvak, en derhalve de vereiste dijkhoogte, door middel van de maatregelen ter verlaging van de waterstand worden vermindert. In beide gevallen hebben we een methode nodig voor het berekenen van de verandering in dijkverbeteringskosten die samenhangt met veranderingen in de MHW-waarden. Deze benadering wordt in paragraaf 5.3 beschreven.

Standaardontwerpen kunnen schade veroorzaken aan de LNC-waarden. Verder kunnen ze ertoe leiden dat bebouwing langs de dijken in een dijkvak moeten worden afgebroken. Vaak zijn er aan één of beide zijden van de dijk gebouwen, landschappelijke waarden en karakteristieke natuurlijke elementen aanwezig, waardoor toepassing van standaarddijkverbetering vanwege onteigeningskosten te duur uitvalt of teveel schade toebrengt aan de omgeving ter plaatse. In deze omstandigheden kan het beter zijn om uitgekiende dijkontwerpen te gebruiken, zodat de LNC-schade tot een minimum kan worden beperkt of gebouwen kunnen worden gespaard. Deze uitgekiende ontwerpen vallen soms even duur uit als standaarddijken, maar kunnen in andere gevallen ook veel duurder uitvallen. Omdat de kosten voor aankoop en onteigening bij uitgekiende ontwerpen vaak echter veel lager zijn, zijn de totale investeringskosten voor beide typen dijkverbetering in veel gevallen gelijkwaardig.

In de analyse hebben we een schatting gemaakt van de kosten van een groot aantal uitgekiende maatregelen. Na deze maatregelen te hebben gescreend, zijn de resterende maatregelen gecombineerd om tot uitgekiende strategieën te komen. Deze zijn vervolgens toegepast op een aantal casestudies. Op deze wijze hebben we de gemiddelde kosten berekend van het gebruik van uitgekiende ontwerpen om het behoud van LNC-waarden te maximaliseren. Ook hebben we de kosten geschat van een minder dure strategie voor uitgekiend ontwerp waarmee een groot deel van de LNC-waarden kan worden gespaard tegen minder hoge kosten. Deze berekeningen worden weergegeven in paragraaf 5.4.

### 5.1.3 Gegevensbronnen

De gegevens voor de kostenanalyse zijn verkregen uit drie verschillende bronnen. Rijkswaterstaat heeft gegevens aangeleverd (verkregen van de waterschappen) over de aanlegkosten van rivierdijken. De waterschappen hebben ons informatie verschaft over de onderhoudskosten. Informatie over de voorbereidingskosten hebben we van zowel Rijkswaterstaat als de waterschappen gekregen. Van verschillende diensten van Rijkswaterstaat hebben we ook gegevens gekregen over dijkverbetering, met name over de kosten van strategieën voor uitgekiend ontwerp. Verder hebben zij ons gedetailleerde informatie over het subsidieprogramma gegeven. Wij hebben over dit onderwerp gesproken met drie vooraanstaande adviesbureaus die betrokken zijn bij de dijkverbeteringen. Van hen kregen wij gegevens en rapporten over de kosten van specifieke constructiematerialen en -processen en de wijze waarop zij de kosten voor dijkverbetering ramen. Tevens gaven zij ons informatie over de hiervoor genoemde onderwerpen.

## 5.2 Kosten van standaarddijken

### 5.2.1 Overzicht en informatiebronnen

De kosten van standaarddijken zijn geraamd aan de hand van informatie die wij van Rijkswaterstaat hebben ontvangen. Deze bestond uit informatie over de kosten (voorbereiding, onteigening en aanleg, niet over onderhoud) van verbeteringen van dijkvakken die vóór 1992 zijn uitgevoerd, en kostenschattingen voor dijkvakken die nog niet zijn voltooid. Rijkswaterstaat heeft deze informatie vergaard en verwerkt, waarna wij deze hebben ingevoerd in een algemene database voor dijkvakken (zie hoofdstuk 3). We hebben de waterschappen en Rijkswaterstaat Directies Gelderland en Noord-Brabant geraadpleegd om deze gegevens te verifiëren en vast te stellen welke specifieke kosten hierin waren opgenomen en voor welke dijkvakken de verbeteringen reeds waren voltooid.

De geleverde kosteninformatie had betrekking op dijkvakken die in verschillende jaren waren voltooid. Bovendien wisten we niet hoelang de aanleg had geduurd, alleen dat deze in sommige gevallen wel zes tot acht jaar in beslag had genomen. Ook wisten we niet precies in welk jaar een bepaald project was voltooid, alleen dat het vóór 1979, 1985 dan wel 1991 moest zijn gebeurd. Omdat het onderzoek zich echter heeft toegespitst op de nog niet voltooide dijken, en we de kosteninformatie direct uit de database haalden, hoefden we ons uitsluitend bezig te houden met de geschatte kosten voor die dijkvakken die nog niet gereed waren. Al deze kosten zijn uitgedrukt in guldens anno 1992.

Hoewel de gegevens slechts op deze dijkvakken betrekking hadden, bleven er onzekerheden bestaan over het feit of deze informatie kon worden gebruikt voor de kosten van standaarddijken. Veel dijkvakken die binnen deze gegevensverzameling vielen, moesten al met uitgekiende ontwerpen worden verbeterd vanwege hoge onteigeningskosten en aanzienlijke LNC-schade in stedelijke gebieden. De kosten voor deze dijkvakken waren veel hoger dan de corresponderende kosten van een standaardontwerp. We hebben dit probleem opgelost door vast te stellen welke dijkvakken als stedelijk konden worden aangemerkt en welke als niet-stedelijk, dat wil zeggen zonder bebouwing of met slechts aan één zijde gebouwen. Het zal voor de niet-stedelijke dijkvakken bij de huidige ontwerppraktijk normaliter mogelijk zijn om standaardontwerpen te gebruiken, of verbeterde ontwerpen voor ongeveer dezelfde kosten, om de dijk

te verbeteren zonder dat hiervoor een belangrijk aantal gebouwen moeten worden aangekocht en afgebroken. Derhalve vormden de kosten per kilometer van deze standaardvakken een basis voor het ramen van de kosten voor het niet-stedelijke deel van het onderzoeksgebied. De dijken in de stedelijke gebieden, die al uitgekiend ontworpen waren, konden vervolgens worden uitgesloten van dat deel van de analyse waarin de kosten en baten van het meenemen van aanvullende uitgekiende ontwerpen werden berekend.

Sommige niet-stedelijke dijken zouden in technische zin ook als 'uitgekiend' dienen te worden beschouwd, omdat het ontwerp ervan leidt tot verandering van het tracé of verbetering van het talud op een niet-standaard manier. Omdat deze verbeteringen echter relatief goedkoop zijn, worden de extra kosten hiervan vaak gecompenseerd door de besparingen op kosten voor onteigening en sloop.

Samenvattend: hoewel we de gegevens over kosten voor dijkverbetering zo goed mogelijk hebben geverifieerd, kan de informatie nog fouten en onzekerheden bevatten. We zijn echter van mening dat de geaggregeerde kosteninformatie in de database redelijk accuraat is. We hebben derhalve de kosten in de database gebruikt voor onze basissituatie gebruikt. Deze basissituatie-kosten zijn, samengevat per dijkkring, weergegeven in Tabel 5.1.

### 5.2.2 Kosteninformatie

In de analyse hebben we de kosten van dijkverbetering in drie componenten gesplitst: (1) voorbereiding, (2) aanleg en (3) onderhoud. De informatie die Rijkswaterstaat ons heeft verschaft over de kosten van dijkverbetering omvat alleen de aanlegkosten. Op grond van onze gesprekken met de waterschappen en Rijkswaterstaat schatten we dat de voorbereidingskosten gemiddeld uitkomen op ongeveer 15% van de aanlegkosten. We hebben dit percentage daarom gebruikt om de voorbereidingskosten voor ieder dijkvak te schatten.

Tabel 5.1

Kosten van de huidige dijkverbeteringsplannen per dijkkring  
(Mf)

Dijkkring	Vorbereiding	Aanleg	Jaarlijks onderhoud
36	10,9	72,8	0,39
38	16,9	112,6	0,27
40	1,4	9,6	0,05
41	19,2	128,2	0,35
42	6,8	45,1	0,07
43	46,6	310,9	0,67
48	1,2	8,3	0,20
52	10,8	72,2	0,29

Zoals hiervoor reeds uiteengezet, worden de onderhoudskosten voor dijken voornamelijk bepaald door de kosten voor regelmatig maaien (inclusief afvoeren van het maaisel) en inspectie. Op grond van de informatie van de waterschappen hebben we vastgesteld dat de gemiddelde netto-kosten voor halfjaarlijks maaien en inspectie (inclusief winst uit verkoop van het verzamelde gras) ongeveer  $f$  1600 per hectare bedragen, afhankelijk van het dijktaald en andere factoren. Een vijf meter hoge dijk met taluds van 1:2 en 1:3 heeft ongeveer 2,5 hectare gras per kilometer dijk, hetgeen neerkomt op onderhoudskosten van  $f$  4000 per kilometer per jaar.

### 5.3. Invloed van veranderingen in MHW

#### 5.3.1 Overzicht

De maatgevende hoogwaterstanden (MHW) voor ieder dijkvak in het onderzoek kunnen op twee verschillende manieren worden veranderd. Ten eerste kunnen de MHW-waarden voor alle dijkvakken van alle ringen worden gewijzigd door de gewenste veiligheidsnorm (nu 1/1250 jaar) te wijzigen. Naarmate de veiligheidsnorm lager wordt, gaat de vereiste dijkhoogte voor elk vak eveneens omlaag. Ten tweede kan de maatgevende hoogwaterstand voor een dijkvak, en daarmee de vereiste dijkhoogte, door maatregelen ter verlaging van de waterstand bij een gegeven veiligheidsnorm omlaag worden gebracht. Voor beide genoemde situaties hebben we een methode nodig om de verandering in kosten van dijkverbetering gerelateerd aan toe- of afname van MHW te berekenen.

#### 5.3.2 Basissituatie

Hiertoe hebben we voor de analyse informatie gebruikt die door Grondmechanica Delft (GD) is ontwikkeld in hun gedetailleerd onderzoek van een representatieve steekproef van de dijken in het onderzoeksgebied en hun definitie van tien dijkversterkingssituaties (versterkingscategorieën). Op grond van dit onderzoek hebben ze het aantal kubieke meters grond en vierkante meters grondoppervlak vastgesteld dat in elke versterkingssituatie nodig is voor verbetering van de dijken bij de huidige MHW 1/1250 in de basissituatie.<sup>3</sup> De versterkingssituaties zijn zodanig gekozen dat een globale extrapolatie naar het gehele onderzoeksgebied mogelijk is. De toewijzing van een situatie aan elk dijkvak vond plaats op basis van grondsoort en -kenmerken, potentiële faalmechanismen en waterstanden.

---

<sup>3</sup> MHW 1/1250 heeft betrekking op de maatgevende waterstanden op basis van de maatgevende afvoer van de Rijn van 16.500 m<sup>3</sup>/s bij Lobith. Deze maatgevende afvoer is geschat met behulp van de exponentiële verdeling.

### 5.3.3 Veranderingen in MHW

GD heeft verder ieder dijkvak dat de basis voor een versterkingssituatie vormde, drie parameters voor de analyse vastgesteld. Met behulp van de basissituatie MHW 1/1250 en vier andere waarden van MHW, hebben ze voor iedere situatie het volgende berekend: (1) het percentage van de totale lengte van het dijkvak dat moet worden versterkt, (2) het relatieve aantal benodigde vierkante meters grondoppervlak en (3) het relatieve aantal benodigde kubieke meters grond. Deze waarden worden vermeld in deelrapport 3; ze worden hier niet herhaald omdat het in onze analyse tussenwaarden zijn.

### 5.3.4 Kostenmodel dijkverbetering

Teneinde de informatie in kostenberekeningen te kunnen gebruiken, moesten we de kosten van dijken kennen als functie van de benodigde kubieke meters grond en vierkante meters grondoppervlak. We hebben deze aspecten van aanleg en verbetering van dijken besproken met de leden van de projectgroep en een aantal andere experts, waaronder de waterschappen, Rijkswaterstaat en adviesbureaus. We hebben eveneens rapporten bestudeerd die door de waterschappen en adviseurs zijn opgesteld aangaande dijkverbeteringsprojecten voor de rivieren in het onderzoeksgebied. Met behulp van deze informatie hebben we een geometrisch model van een algemeen dijkverbeteringsontwerp ontwikkeld. Het model kan worden gebruikt om de verandering in volume en grondoppervlak te berekenen voor het verbeteren van een standaarddijk. Daarin zijn opgenomen: (1) versterking van de dijk, (2) verhogen van de dijk en (3) wijziging van de taludhoek aan de binnen- en buitenzijde van de dijk.

De uitkomsten van de modelberekeningen zijn gecombineerd met kosteninformatie verkregen uit de rapporten en van de waterschappen, Rijkswaterstaat en adviesbureaus, teneinde de totale kosten van dijkverbetering te kunnen bepalen. We hebben deze informatie bestudeerd om te kunnen vaststellen welke typen kosten in de verschillende componenten (voorbereiding, aanleg en onderhoud) waren opgenomen en hoe deze kosten zouden moeten worden geschat op basis van de uitkomsten van ons model.

De componenten van het kostenmodel en de grondslagen voor hun berekening zijn weergegeven in Tabel 5.2. Deze tabel omvat zowel de directe als de indirecte componenten van de totale kosten onderverdeeld naar hoofdcategorieën. Sommige kostenfactoren houden verband met dijk lengte, andere zijn afhankelijk van het voor de verbetering benodigde aantal kubieke meters grond en weer andere zijn afhankelijk van het benodigde aantal vierkante meters extra grondoppervlak. Tenslotte is een aantal factoren, zoals de onvoorziene en landschapskosten, berekend als percentage van de andere kosten in het model. Al deze kostenfactoren zijn ontwikkeld op grond van de gegevens die we hebben verkregen over dijkverbeteringen die reeds waren voltooid of die uitgebreid waren onderzocht door de waterschappen en adviesbureaus. We zijn er redelijk zeker van dat deze kostenfactoren alle belangrijke componenten van dijkverbeteringskosten omvatten. Mogelijk zijn enige minder belangrijke componenten (of kosten die alleen in bepaalde situaties optreden) uit het model weggelaten. Deze zullen echter geen grote invloed op de kosten hebben, en zijn waarschijnlijk inbegrepen in de constante van de vergelijking die uit het model is afgeleid. Als gevolg hiervan is het onwaarschijnlijk dat zij significante invloed hebben op de resultaten van de analyse.

Tabel 5.2

Kostencomponenten in het dijkmodel  
(Mf)

Categorie	Eenheid
Ontwerp	Percentage van totale directe kosten
Onderzoek	
grondkenmerken	Vaste kosten per kilometer
vegetatie-inventarisatie	Vaste kosten per kilometer
Aankoop	
grond	Vaste kosten per vierkante meter
gebouwen	Vaste kosten per gebouw
schade	Vaste kosten per kilometer
indirect	Vaste kosten per kilometer
Uitvoering	
indirect	Vaste kosten per kilometer
voorbereiden	Percentage van de kosten van klei/ zand/overig
klei	Vaste kosten per kubieke meter
zand	Vaste kosten per kubieke meter
overig	Percentage van de kosten van zand en klei
bestrating/omheining	Vaste kosten per kilometer
algemeen	Percentage van overige uitvoerings- kosten
Onvoorzien	Percentage van totale uitvoerings- kosten
Landschap	Percentage van directe kosten
BTW	Percentage van uitvoeringskosten

We hebben geconstateerd dat de kosteninformatie die in het model is gebruikt, voornamelijk was gebaseerd op gegevens en analyses uit 1989. Omdat voor dit onderzoek 1992 als basisjaar geldt, hebben we een inflatiecorrectie van 10% toegepast op de resultaten van het model. Deze correctie is ontleend aan kosteninformatie over aanleg van wegfunderingen die wij hebben verkregen van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) voor de jaren 1979-1992.

Het geometrische model kon alleen worden gebruikt voor een bepaald dijkontwerp, op basis van dijkhoogte, kruinbreedte en taluds aan beide zijden van de dijk. De gemiddelde dijkvakhoogte voor het onderzoeksgebied kon worden bepaald aan de hand van de dijkvakdatabase (zie hoofdstuk 3) die tijdens de analyse is ontwikkeld. We hebben een waarde van vijf meter boven het binnendijks landniveau gebruikt. De waarden voor kruinbreedte en binnen- en buitentaludhoeken voor de dijkvakken waren ons echter niet bekend. Op grond van onze gesprekken met adviseurs en waterschappen en de analyse van dijkverbeteringsst, hebben we vastgesteld dat de taluds van de meeste dijken tussen 1:1,5 tot 1:3 liggen. Eveneens bleek dat er over de meeste dijken een weg van drie tot vier meter breed loopt, met daarnaast een strook van ongeveer één meter open land aan iedere kant. Derhalve hebben we aangenomen dat de bovenkant van de dijk gemiddeld zes meter breed is.

Met behulp van deze informatie hebben we het basiskostenmodel toegepast op een aantal verschillende cases, waarbij we de aanvankelijke taludhoeken en benodigde hoogtevermeerdering hebben gevarieerd. Tevens hebben we aangenomen dat alle dijktaaluds aan de zijde waar de dijkversterking plaatsvindt, worden verflauwd tot 1:3 om onderhoud te vergemakkelijken en de dijk te versterken (hoewel het voor het model geen significant verschil teweegbrengt). Na iedere toepassing van het model noteerden we het aantal kubieke meters grond, de vierkante meters grondoppervlak, en de totale kosten van dijkverbetering. Op deze resultaten hebben we een lineaire regressieanalyse toegepast, waarbij de totale kosten de afhankelijke variabele vormden en de kubieke meters grond en vierkante meters grondoppervlak voor iedere case de onafhankelijke variabelen waren. De resulterende regressievergelijking voor investeringskosten als functie van volume- en oppervlakte luidt als volgt:

$$C_i = \text{constante} + 28,6c + 7,4d$$

waarbij  $C_i$  de investeringskosten voor dijkverbetering ( $f$  anno 1992/km) voorstelt,  $c$  en  $d$  respectievelijk het aantal kubieke meters grond en vierkante meters grondoppervlak voorstellen, en in de coëfficiënten een inflatiefactor van 10% is inbegrepen. De waarde van de constante is niet erg belangrijk voor de berekeningen van de verandering in dijkkosten. Deze verandering kan worden berekend met behulp van de volume- en oppervlaktecoëfficiënten, respectievelijk  $f$  28,6/m<sup>3</sup> en  $f$  7,4/m<sup>2</sup>.

Deze kostencoëfficiënten hebben we gecombineerd met de door GD voor de versterkingsituaties ontwikkelde parameterwaarden om voor iedere dijkversterkingssituatie de relatieve kosten van de verschillende MHW-waarden te kunnen berekenen (in vergelijking met de basissituatie). De basissituatie-kosten zijn uitgewerkt aan de hand van globale berekeningen door kostenexperts. De vergelijkingen voor deze berekening zijn als volgt:

$$C_w = x + y c_o f_w + z d_o g_w$$

$$R_w = C_w / C_o$$

waarbij:

- $C_w$  = kosten van dijkverbetering bij waterstand  $w$  ( $f/m$ )
- $c_o$  = benodigde kubieke meters grond in basissituatie ( $m^3/m$ )
- $d_o$  = benodigde vierkante meters grond in basissituatie ( $m^2/m$ )
- $x$  = constante kosten per meter dijk lengte ( $f/m$ )
- $y$  = kosten per kubieke meter grond ( $f/m^3$ )
- $z$  = kosten per vierkante meter grondoppervlak ( $f/m^2$ )
- $f_w$  = relatief aantal kubieke meters grond bij waterstand  $w$
- $g_w$  = relatief aantal vierkante meters grondoppervlak bij waterstand  $w$
- $C_o$  = kosten van dijkversterking voor basissituatie ( $f/m$ )
- $R_w$  = relatieve kosten van dijkversterking bij waterstand  $w$

Deze benadering en deze vergelijkingen kunnen worden gebruikt voor het analyseren van zowel maatregelen ter reductie van MHW als voor alternatieve scenario's waarin verschillende veiligheidsnormen voor dijkverbetering worden gebruikt. De factoren en relatieve kosten zijn ontwikkeld voor elk van de tien dijkversterkingssituaties en vier verschillende waterstanden (vergeleken met het basisniveau MHW 1/1250: (1) MHW + 0,30 m, (2) MHW - 0,30 m, (3) MHW - 0,60 m en (4) MHW - 1,00. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in Tabel 5.3. De kosten van elke maatregel ter verlaging van de waterstand binnen deze uitersten, kunnen dan door interpolatie op de curve voor de van toepassing zijnde versterkingssituatie worden gevonden.

Tabel 5.3

Kostenfactoren voor strategieën die MHW beïnvloeden

Verandering in MHW	Dijkverbeteringssituatie									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 <sup>1</sup>
0,30	1,13	1,15	1,10	1,07	1,15	1,07	1,04	1,15	1,17	1,00
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
-0,30	0,89	0,92	0,91	0,93	0,87	0,91	0,96	0,87	0,91	1,00
-0,60	0,78	0,84	0,84	0,85	0,74	0,82	0,86	0,74	0,81	1,00
-1,00	0,67	0,72	0,79	0,78	0,61	0,69	0,81	0,61	0,69	1,00

<sup>1</sup> De dijken in deze dijkverbeteringssituatie behoeven geen verhoging of versterking.

In deze analyse zijn de verschillen in voorbereidingskosten voor dijkverbetering tussen de diverse gevallen niet bijzonder groot. De normale onderhoudskosten voor de dijken zullen bij wisselende waterstanden evenmin veel verschillen. Alle verschillen in één van deze beide kostencomponenten zullen slechts geringe effecten hebben in vergelijking met de veranderingen in aanlegkosten. Daarom hebben we de relaties voor de ramingen van voorbereidings- en onderhoudskosten van de basissituatie gebruikt.



### 5.3.5 Toepassing van de MHW-coëfficiënten

Bij de analyse van alternatieve situaties is aan elk dijkvak in de database een versterkingssituatie, basissituatie-kosten en een serie maatgevende hoogwaterstanden toegekend, behorend bij een combinatie van veiligheidsnormen en maatregelen ter verlaging van waterstanden. Door de parameters uit Tabel 5.4 in combinatie met deze informatie te gebruiken, waren we in staat de kosten voor de aanleg van dijkverbeteringen te berekenen voor elk dijkvak en bij elke MHW. De primaire aannamen in deze analyse zijn dat de dijkvakken redelijk goed worden weergegeven door de verbeteringssituaties die eraan zijn toegekend, en dat de kosten van verbetering voor een deel van het hele dijkvak evenredig zijn met de lengte van het verbeterde deel. Tenslotte moet worden vermeld dat dijkvakken bij verhoging tevens worden versterkt. Als gevolg hiervan zijn er voor de dijkvakken waarvoor in een bepaald geval verhogingskosten gelden, geen afzonderlijke versterkingskosten berekend.

## 5.4. Kosten van strategieën voor uitgekiend ontwerp

### 5.4.1 Overzicht

Standaarddijken brengen vaak schade toe aan de LNC-waarden langs de dijken. In vele gevallen bevinden zich aan één of beide zijden van de dijk historische gebouwen, hoge landschaps- of natuurwaarden, waardoor het ongewenst is standaard-dijkversterking te gebruiken. Soms is het niet al te moeilijk om een aantal LNC-waarden te behouden door (1) het betreffende dijktafval zoveel mogelijk ongemoeid te laten, (2) het talud zo steil mogelijk te maken, (3) de bestaande topklaag en vegetatie te verwijderen en opnieuw te gebruiken of (4) de taluds en bermen opnieuw te beplanten. Deze strategie wordt in onze analyse als 'verbeterd huidig ontwerp' aangeduid (zie hoofdstuk 7).

Een andere optie is het gebruik van maatregelen zoals die beschreven worden in de Leidraden voor het Ontwerpen van Rivierdijken [Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1989]. Vaak zal het onmogelijk zijn om het verbeterde standaardontwerp of deze technieken te gebruiken, omdat er aan beide zijden van de dijk onvoldoende open ruimte beschikbaar is. Dergelijke situaties worden knelpunten genoemd. Bij deze knelpunten is het gebruik van uitgekiende ontwerpen (waaronder bijzondere constructies) nodig om schade aan LNC-waarden zoveel mogelijk te beperken. Hoewel deze uitgekiende ontwerpen meestal meer kosten dan de standaardontwerpen bij eenzelfde veiligheidsnorm, zijn ze niet allemaal significant duurder. En zelfs wanneer ze wel significant duurder zijn, hoeft dit in feite geen grote consequenties te hebben voor de totale kosten, omdat de onteigeningskosten in veel gevallen aanzienlijk lager liggen.

### 5.4.2 Kosten van de strategie 'verbeterd huidig ontwerp'

Bij het merendeel van deze maatregelen voor verbeterd huidig ontwerp liggen de kosten op ruwweg hetzelfde niveau als bij standaarddijken, met uitzondering van het gebruik van steilere taluds. Deze maatregel kan waarschijnlijk op 75% van de lengte van de eenvoudige dijkvakken worden toegepast. In totaal brengt de strategie 'verbeterd huidig ontwerp' dezelfde aanlegkosten met zich mee als standaarddijken. De voorbereidings- en onderhoudskosten zijn volgens schattingen echter ongeveer 30% hoger dan voor standaarddijken.

### 5.4.3 Screenen van uitgekiend ontwerpmaatregelen

Aanvankelijk werd in deze analyse een groot aantal alternatieve maatregelen overwogen om uitgekiend te ontwerpen. Voor de screening hebben we informatie verzameld over de kosten van deze maatregelen. Omdat een aantal hiervan nog niet eerder was gebruikt, was het moeilijk exacte gegevens te verkrijgen over de feitelijke kosten van uitvoering ervan. De kosten van de meeste maatregelen voor uitgekiend ontwerp zijn afhankelijk van de kenmerken van de dijk; ze moeten dus afhankelijk van de kosten van standaarddijken worden uitgedrukt. Deze kostenfactoren van maatregelen voor uitgekiend ontwerp zijn onderverdeeld in vijf kostenklassen: (1) minder dan 50 procent van de standaardkosten, (2) tussen 50 en 80 procent, (3) tussen 80 en 120 procent, (4) tussen 120 en 200 procent en (5) meer dan 200 procent van de standaarddijkverbeteringskosten. Wanneer er meer exacte informatie beschikbaar was, werd deze steeds meegenomen in de analyse.

Afgezien van het feit dat uitgekiende ontwerpen duurder kunnen zijn in aanleg, kunnen er ook hogere ontwerpkosten aan verbonden zijn, omdat de aanleg ervan gecompliceerder is. Uitgekiende ontwerpen zijn mogelijk ook duurder in onderhoud en moeten misschien vaker vervangen worden dan standaarddijken. Eén van de bij de screening toegepaste criteria was daarom de verwachte levensduur van de maatregel. Een maatregel werd niet in het screeningproces opgenomen als de verwachte levensduur minder dan 50 jaar was. Omdat we van een discontopercentage van 5% per jaar zijn uitgegaan, hebben de variaties in de levensduur van maatregelen voor alle praktische toepassingen geen significante invloed op de resultaten. We hoeven daarom de vervangingskosten van deze maatregelen niet in onze analyse op te nemen. Verhoging van de onderhoudskosten kan nog wel van belang zijn, met name als bepaalde maatregelen aanleiding geven tot kostbaar periodiek (niet noodzakelijkerwijs jaarlijks) onderhoud of verbetering tijdens de verwachte levensduur. Derhalve hebben we ook de relatieve kosten van onderhoud van uitgekiende gedeelten van dijkvakken geschat, waarbij de onderhoudskosten voor standaarddijken als basis fungeerde. In de screeningsfase waren aanvankelijk 67 maatregelen opgenomen. Hiervan zijn er veertien geëlimineerd vanwege hun negatieve effecten op het milieu. De overige maatregelen werden aangehouden als mogelijke maatregelen ter behoud van LNC-waarden langs de dijken. Deze 53 maatregelen zijn in detail beschreven in deelrapport 3.

### 5.4.4 Gebruik van uitgekiende maatregelen

Teneinde vast te stellen hoe de uitgekiende ontwerpen konden worden toegepast op dijkvakken, heeft het WL- en GD-team tien cases geselecteerd, met een totale lengte van 40 km, die representatief waren voor het gehele onderzoeksgebied. In elk van deze cases werd de LNC-informatie gebruikt om knelpunten vast te stellen, zoals in hoofdstuk 7 is beschreven. Knelpunten zijn dijksegmenten waarop de strategie 'verbeterde praktijk' niet kan worden toegepast zonder dat er aan één of beide zijden van de dijk aanzienlijke schade aan LNC-waarden wordt toegebracht. De zes soorten knelpunten – onderscheiden naar rivier-/landzijde-combinaties van hoogwaardige landschapselementen, gebouwen en de nabijheid van de dijk tot de rivier – zijn gedefinieerd als: (1) bebouwing/bebouwing, (2) landschap/landschap, (3) landschap/bebouwing, (4) bebouwing/landschap, (5) rivier/landschap en (6) rivier/bebouwing aan beide zijden van de dijk. In de gebieden zonder knelpunten werd de strategie 'verbeterde praktijk' toegepast.

De knelpunten werden in detail bestudeerd om uit te maken welke uitgekiende maatregelen het best konden worden toegepast om de LNC-waarden te sparen bij de verschillende grondsoorten, grondomstandigheden en eisen ten aanzien van de dijkverbetering. Dit onderzoek stelde GD in staat één uitgekiende maatregel, of een combinatie van maatregelen, toe te passen op elke combinatie van knelpuntsoort en case. De oplossingen voor deze tien cases werden vervolgens toegepast op gelijksoortige knelpunten in het hele onderzoeksgebied teneinde enig inzicht te verkrijgen in de relatieve kosten van toepassing van uitgekiende ontwerpen in de regio. Er is echter geen poging ondernomen om werkelijk een uitgekiend ontwerp te produceren voor de dijken in de onderzoeksregio.

Toen we de resultaten van het groeperen van uitgekiende oplossingen in deze algemene categorieën analyseerden, bleek dat de keuze van maatregelen (en dus ook de kosten) tevens afhankelijk was van de mate waarin de dijken moesten worden opgehoogd. We hebben daarom de uitgekiend-ontwerpcombinaties in twee groepen onderscheiden, die werden bepaald door de vereiste dijkhoogte: (1) dijken die minder dan 0,3 meter moesten worden verhoogd en (2) dijken die meer dan 0,3 meter moesten worden verhoogd.

In Tabel 5.4 geven we de gekozen maatregelen voor uitgekiend ontwerp weer met de daarmee samenhangende kostenfactoren voor voorbereiding, aanleg en onderhoud in verhouding tot standaarddijken. De vijftien maatregelen uit de tabel vormen een deelverzameling die is geselecteerd uit de beschikbare veelbelovende maatregelen waarmee de LNC-problemen bij één of meer knelpunten in de cases konden worden opgelost. Voor andere gevallen zou er mogelijkwjs een enigszins andere selectie uit de lijst zijn gemaakt. Omdat een aantal maatregelen o.a. bestaan uit het toepassen van elementen met vaste prijzen (die niet afhankelijk zijn van de kosten van standaarddijken), hebben we sommige aanlegkosten gespecificeerd als een vermedigvuldigings-kostenfactor plus vaste kostenfactor per meter dijk lengte. Bij deze maatregelen hebben we niet de gemiddelden van de originele kostencategorieën gebruikt, maar iedere maatregel in detail bestudeerd teneinde preciezere kostenramingen te verkrijgen.

Tabel 5.4

**Kostenfactoren voor een aantal maatregelen  
(ten opzichte van standaarddijken)**

Maatregelen	Voorbe- reiding	Aanleg (vermenig- vuldigings- factor + $f/m$ )	Onderhoud
Benodigde kruinbreedte beperken	1,0	0,9	1,0
Buitenberm aanbrengen/vergroten	1,3	1,0	1,3
Binnenberm aanbrengen	1,3	1,0	1,3
Zandkern vervangen door klei	1,0	1,0 + 2,000	1,0
Filterconstructie aanbrengen	1,3	1,1	1,2
Gecontroleerd laten opbarsten	1,7	1,0 + 2,000	1,3
Kleikist toepassen	1,3	1,0 + 400	1,2
Kwelkaden	1,3	1,0	1,2
Aanbrengen stabiliteitsscherm achter de dijk	1,7	1,0 + 2,000	1,2
Aanbrengen enkele damwand in kruin	1,7	6,000	1,2
Aanbrengen diepwand in kruin	1,7	6,000	1,2
Aanbrengen zeer diepe diepwand in kruin (30 m)	1,7	12,000	1,2
Aanbrengen kistdam	1,7	12,000	1,2
Aanbrengen kwelscherm in teen	1,7	1,0 + 1,400	1,2
Mechanisch te verheffen keringen	3,0	8,000	3,0

#### 5.4.5 Kostencoëfficiënten voor uitgekiende ontwerpen

Na samenvoeging van de gekozen uitgekiende ontwerpen bleven er twee lijsten met voorbeelden van uitgekiende ontwerpen over - één voor de dijkvakken die minder dan 0,3 meter moesten worden opgehoogd, en één voor die vakken waarin meer dan 0,3 meter moest worden opgehoogd. Op beide lijsten werden voor ieder dijksegment de volgende kenmerken aangegeven: soort knelpunt, lengte, één of meer geselecteerde uitgekiende maatregelen en de met elke maatregel samenhangende kostencoëfficiënten voor voorbereiding/ontwerp, aanleg

en onderhoud. Aan de hand van deze informatie hebben we de gewogen gemiddelde kostencoëfficiënten berekend voor de drie kostensoorten op elke lijst, hetgeen resulteerde in zes verzamelingen coëfficiënten. Voor de weging bij het middelingsproces hebben we de lengte van de dijksegmenten gebruikt en de vermedigvuldigings-kostenfactoren en vaste-kostenfactoren niet in beschouwing genomen.

Naast de keuze van uitgekiende maatregelen die vrijwel alle LNC-waarden zouden sparen hetgeen we de 'alles sparen' strategie noemen, hebben we ook uitgekiende maatregelen voor een 'selectief sparen' strategie gekozen. Deze strategie maakt geen gebruik van de duurste uitgekiende maatregelen, waardoor in knelpuntgebieden ongeveer de helft van de LNC-waarden - die bij de huidige praktijk verloren zouden gaan - worden gespaard. Deze deelverzameling van uitgekiende oplossingen hebben we op dezelfde manier verwerkt teneinde kostencoëfficiënten te ontwikkelen. Beide verzamelingen kostencoëfficiënten zijn weergegeven in Tabel 5.5.

Tabel 5.5

## Kostencoëfficiënten voor uitgekiend ontwerpen

Type oplossing	Voorbe- reiding	Aanleg (factor + $f/m$ )	Onder- houd
Alles sparen, <0,3 m	1,5	0,8 + 3.000	1,3
Alles sparen, >0,3 m	3,6	0,6 + 10.000	2,7
Selectief sparen, <0,3 m	1,5	1,0 + 1.000	1,3
Selectief sparen, >0,3 m	1,8	0,7 + 3.000	1,4

De nauwkeurigheid van het gebruik van deze geaggregeerde coëfficiënten om de kosten van uitgekiende dijkontwerpen te berekenen, is natuurlijk afhankelijk van het feit of de geselecteerde cases representatief zijn voor de dijkvakken in iedere dijkring. GD heeft geprobeerd cases te selecteren die kenmerkend zijn voor het gehele onderzoeksgebied. Als dit niet geheel juist is, doet zich in de analyse een fout voor bij de schatting van de kosten van uitgekiende dijken.

#### 5.4.6 Berekening van kosten van strategieën voor uitgekiend ontwerp

De berekening van kosten voor de uitgekiend ontwerpstrategieën valt direct af te leiden uit de vastgestelde kostencoëfficiënten in Tabel 5.5. Voor elk niet-stedelijk dijkvak in het studiegebied hebben we de volgende procedure gevolgd:

- (1) Bepalen van de huidige ontwerpkosten uit de dijkvakkendatabase voor de dijkvakken die nog niet zijn verbeterd.
- (2) Voor elk dijkvak de lengte van de dijk vaststellen waar zich geen knelpunten voordoen.
- (3) De coëfficiënten voor verbeterde praktijk gebruiken om de kosten voor een strategie verbeterde praktijk voor die lengte te berekenen.
- (4) Voor elk dijkvak vaststellen welke lengte aan knelpuntgebieden slechts versterkt hoeft te worden en welke lengte ook moet worden verhoogd.
- (5) De 'alles sparen' kostenfactoren gebruiken om de bijbehorende 'alles sparen' kosten te berekenen voor alle knelpunten. De 'selectief sparen' kostenfactoren gebruiken om de bijbehorende 'selectief sparen' kosten voor alle knelpunten te berekenen.
- (6) De resultaten van (5) combineren met die van (3) teneinde de kosten voor de strategieën verbeterde praktijk, 'alles sparen' en 'selectief sparen' te berekenen.

De resultaten van de kostenberekeningen voor alle dijkvakken zijn weergegeven op de scorekaarten in hoofdstuk 7.

## 6 Het gebruik van focusgroepen om meningen van belanghebbenden te peilen

### 6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft op welke wijze vijf focusgroepen werden gebruikt om inzicht te verkrijgen in de karakteristieke eigenschappen van rivierdijken. Tevens wordt inzicht verkregen in de wensen van de besluitvormingsprocedures met betrekking tot rivierdijkversterking. Deze procedures zijn van belang voor een groot aantal verschillende overheidslichamen.

Het belangrijkste doel om deze focusgroepen bijeen te roepen, was het verzamelen van informatie over de meningen van de belanghebbenden. Deze informatie wordt gebruikt bij het ontwerpen van de scorekaarten voor zowel effectbeoordeling als procedures, om zo bestaande criteria te toetsen en in twee categorieën nieuwe criteria te ontwikkelen: (1) de landschappelijke, natuurlijke en culturele kenmerken van de rivierdijken en (2) de criteria die dienen te worden gehanteerd bij het bepalen van andere besluitvormingsprocedures voor het kiezen van de uit te voeren dijkverbeteringsstrategie.<sup>1</sup> We hebben de leden van de focusgroepen niet gevraagd in te schatten welk effect de verschillende strategieën ter beveiliging tegen overstroming op de criteria hebben, noch hebben we hen gevraagd de criteria tegen elkaar af te wegen (toekennen van gewichten aan de verschillende criteria).

De via de focusgroepen verkregen informatie vormde dientengevolge geen opsomming van belangen en compromissen, maar eerder een gedetailleerde beschrijving van criteria die aanwezig zijn bij de betrokken partijen in elke groep.

In dit hoofdstuk zetten we de methodologie van de focusgroepen uiteen. Vervolgens geven we een beschrijving van de algemene sfeer binnen iedere focusgroep en van het resultaat van de bijeenkomsten die van belang zijn voor het ontwerpen van scorekaarten.

### 6.2 Methode

In deze paragraaf geven we eerst een definitie van een focusgroep. Vervolgens gaan we in op de samenstelling van de projectleiding van de focusgroepen, de selectie van de focusgroepen, de wijze waarop de deelnemers zijn geworven, de plaats waar de vijf bijeenkomsten van de focusgroepen werden gehouden en de agendapunten.

#### 6.2.1 Definitie van een focusgroep

Een focusgroep is een verzameling personen met een bepaald gemeenschappelijk belang, die bijeen zijn gekomen om dit belang met enige diepgang te bespreken [Hammit, J.D., 1986; Hayes and Tatham, 1989; Knodel, Sittitrai en Brown, 1990; Kruger, 1988]. Hoewel focus-

---

<sup>1</sup> Voorbeelden van mogelijke criteria voor besluitvormingsprocedures zijn: "inspraak voor alle belanghebbende partijen" en "besluiten dienen in een zo kort mogelijke tijd te worden genomen".

zij steeds vaker een bruikbaar hulpmiddel te zijn bij beleidsonderzoek. Dit speelt met name als er verdeeldheid bestaat binnen de publieke opinie over het te onderzoeken beleid, of als er bij het publiek onzekerheid heerst over de aard en de gevolgen van dit beleid.

Een focusgroep probeert de verschillende individuele meningen en opvattingen bijeen te brengen om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van het gemeenschappelijk belang wat betreft de kenmerken die voor de onderzoeker van betekenis zijn. Om een zo breed mogelijk scala van standpunten te verkrijgen, dienen de focusgroepen geen bestaande groepen te zijn, maar veeleer verzamelingen van personen die elkaar niet kennen, maar wel dezelfde belangen hebben.<sup>2</sup>

### 6.2.2 Samenstelling van de projectleiding

Ten aanzien van de focusgroepen waren drie verschillende soorten deskundigheid vereist: (1) deskundigheid in het leiden van groepen; (2) deskundigheid in de besproken materie; en (3) deskundigheid om ervoor te zorgen dat de output van de groep overeenkomt met de inpuiseisen voor de RAND/EAC-analyses. Om er zeker van te zijn dat al deze soorten deskundigheid aanwezig waren, hebben we een team van specialisten samengesteld. Dit team werd samengesteld uit een consultant van KPMG Klynveld, een organisatie met ervaring in het leiden van focusgroepen, experts van WL en een beleidsanalist van RAND. De discussies in de focusgroepen werden in het Nederlands gevoerd.

### 6.2.3 Selectie van focusgroepen

Er werden vijf focusgroepen gekozen om de verschillende bevolkingsgroepen te vertegenwoordigen die belang hebben bij de rivierdijken. In plaats van een bepaald belang aan te geven en er vervolgens personen bij te zoeken die dit belang vertegenwoordigen, werd de volgende strategie gevolgd: een persoon of een kleine groep personen werd gevraagd als 'sponsor' van de groep op te treden. Sponsor betekent in dit verband niet een persoon of instelling die financiële of andere logistieke steun verleent, maar iemand die als tussenpersoon optreedt bij het zoeken naar potentiële groepsleden. Zo werd de Unie van Waterschappen als sponsor gevraagd voor de groep die uit leden van waterschappen bestond. De sponsors werden gevraagd 'gewone mensen' binnen hun organisatie aan te spreken. Toen dit was gebeurd en deze personen hun deelname telefonisch hadden toegezegd, werd hun een officiële uitnodiging en twee pagina's met een schriftelijke uitleg van het project toegezonden.

De eerste focusgroep werd samengesteld uit leden van actiegroepen die bezorgd zijn over de wijze waarop dijkverbeteringen worden uitgevoerd. Deze actiegroepen zijn grotendeels verantwoordelijk voor het ontstaan van dit onderzoeksproject. De actiegroepen hebben jarenlang actief geprotesteerd tegen het dijkverbeteringsprogramma. De deelnemers werden geworven via de centrale organisatie, genaamd 'Red Ons Rivierlandschap'. Deze organisatie nam het werven van de deelnemers op zich; er waren 13 personen aanwezig op de bijeenkomst van deze focusgroep. De focusgroep die was samengesteld uit leden van actiegroepen

---

<sup>2</sup> Het beste is wanneer de leden van een focusgroep vreemden voor elkaar zijn. In dit geval was dat onmogelijk, al hebben we wel zo veel mogelijk geprobeerd een breed scala van mensen binnen een afgebakend (vak)gebied deel te laten nemen.



omvatte zowel stedelingen als niet-stedelingen uit het hele land. Ten minste twee van hen woonden aan een rivierdijk.

Het tweede panel was samengesteld uit leden van zowel nationale (bijvoorbeeld de Koninklijke Nederlandse Natuurvereniging) als regionale milieugroepen (bijvoorbeeld de Stichting Gelders Landschap en de Gelderse Milieufederatie). Deelnemers uit milieugroepen werden telefonisch geworven door de projectleiding aan de hand van door de verschillende milieugroepen geleverde lijsten met mogelijke deelnemers. Zeven personen woonden de bijeenkomst van de focusgroep bij. Ook hier waren de deelnemers zowel stedelingen als niet-stedelingen en woonde ten minste één deelnemer aan een rivierdijk.

Het derde panel werd samengesteld uit deelnemers afkomstig van waterschappen. De waterschappen, regionale lichamen met gekozen bestuursleden, behoren tot de oudste overheidslichamen in het land en beschikken over een grote beslissingsbevoegdheid op het gebied van projecten voor dijkverbetering die binnen hun district vallen. Namen van waterschapsleden in het onderzoeksgebied werden gegeven door de Unie van Waterschappen. Er waren acht deelnemers, waaronder vier dijkgraven, die verschillende waterschappen langs IJssel, Maas, Nederrijn en Waal vertegenwoordigden. Eén van hen woonde aan een rivierdijk. Anders dan bij de andere groepen, namen de waterschapsleden deel uit hoofde van hun functie, waarbij zij nadrukkelijk over de onderwerpen discussieerden als vertegenwoordigers van een waterschap. Ze gaven dus niet hun persoonlijke mening weer.

Het vierde panel bestond uit dijkbewoners en personen die vlakbij een rivierdijk wonen. Zij kijken elke dag tegen de dijken aan, en verder moeten ze tijdens de aanleg ook met de bulldozers leven. Het is hun leven en goed dat wordt verstoord. De deelnemers werden telefonisch geworven aan de hand van een lijst verschaft door de burgemeester van Neerijnen, een gemeente aan de Waal. De deelnemers woonden aan de noordkant van de Waal, in een strook van 25 kilometer met Neerijnen als middelpunt. In dit gebied varieerde de uitvoeringsstatus van de verbeteringen aan de rivierdijken van voltooid met een standaardontwerp of voltooid met een alternatief ('uitgekiend') ontwerp, tot nog niet begonnen. Tien dijkbewoners namen deel, van wie er drie als volwassenen in de regio waren komen wonen. De rest had het grootste deel van hun leven in de Waaldijkregio gewoond. Hoewel we de deelnemers niet naar hun leeftijd hebben gevraagd, waren de leden van deze groep gemiddeld aanzienlijk ouder dan die van de andere groepen.

Het vijfde panel bestond uit stadsbewoners. Hoewel zij niet dagelijks met rivierdijken te maken hebben, betalen zij de belasting die nodig is om ze te kunnen aanleggen en hebben zij mogelijk baat bij de veiligheid die de dijken bieden en van de culturele, landschappelijke en milieukeurmerken in het gebied. Uit tijdsoverwegingen werden de stadsbewoners allen individueel geworven via persoonlijke contacten van de projectleiding in Arnhem, de stad die dichtst gelegen is bij het splitsingspunt IJssel-Nederrijn. In deze focusgroep waren acht mensen aanwezig. De leden van deze groep waren beduidend jonger dan die van de andere groepen.

#### 6.2.4 Plaats van de bijeenkomsten

Met uitzondering van de bijeenkomst van dijkbewoners, die werd gehouden in het raadhuis van Neerijnen, werden alle bijeenkomsten van de focusgroepen gehouden in een vergaderzaal van een hotel in Arnhem.

Om de context van de bijeenkomsten beter naar voren te doen komen, stelden we een aantal kleurenfoto's van rivierdijken ten toon, waaronder een grote, ingelijste foto van een niet-versterkte rivierdijk langs de westelijke oever van de IJssel bij Deventer, een grote, niet-ingelijste foto van een niet-versterkte rivierdijk bij een dorp en zeven middelgrote niet-ingelijste foto's van rivieren met dijken die in meer of mindere mate waren versterkt. De foto's hingen aan de muur rond de vergadertafel en tijdens de pauzes werden zij regelmatig door de deelnemers bestudeerd. Af en toe werd er tijdens de discussies aan gerefereerd.

Anders dan bij focusgroepen voor marktonderzoek, werden de deelnemers niet betaald voor hun deelname, daar wij dachten dat sommige deelnemers dit zouden opvatten als een poging tot 'stemmen kopen'. De deelnemers kregen echter wel de reiskosten vergoed die zij hadden gemaakt om de bijeenkomsten bij te kunnen wonen.<sup>3</sup>

#### 6.2.5 Agenda

Alle bijeenkomsten van de focusgroepen begonnen met een korte beschrijving van de globale doelstelling van het onderzoeksproject en de precieze reden van de bijeenkomst. De deelnemers kregen te horen dat zij werden gevraagd om informatie te verschaffen over criteria voor de beoordeling van de landschappelijke, natuurlijke en cultuurhistorische kenmerken van rivierdijken. Ook werd hun gevraagd hun mening te geven over de procedures die dienen te worden gevolgd bij de besluitvorming over de wijze van uitvoering van dijkversterking. Het project maakte tevens studie van andere factoren, zoals veiligheidsnormen, ontwerp- en aanlegkosten van dijken en de gevolgen van dijkdoorbraken, maar deze aspecten werden niet tijdens deze bijeenkomsten besproken. De panelleden werd verzocht tijdens de bijeenkomst de discussie vooral te richten op de LNC- en procedurele criteria, met de belofte dat zij aan het eind van de bijeenkomst de kans zouden krijgen hun mening over andere onderwerpen te geven, met inbegrip van het algemene rivierdijkenbeleid en het onderzoeksproject zelf. Na deze algemene inleiding stelden de deelnemers zichzelf voor, eerst de onderzoekers en vervolgens de panelleden.

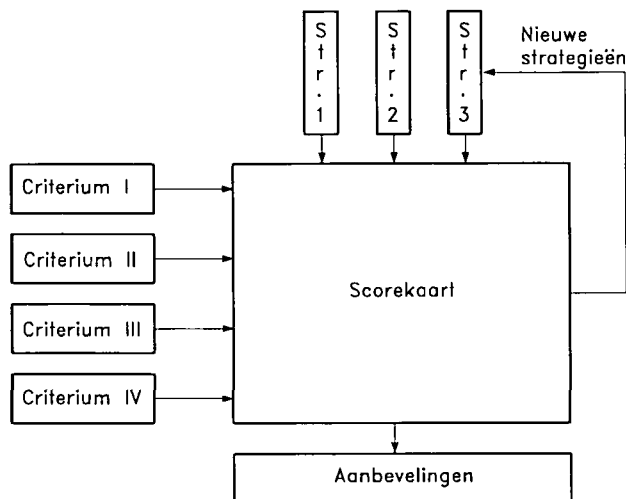
Daarna legde de groepsleider uit wat er precies moest worden gedaan. De bedoeling van de LNC-criteria is weergegeven in Figuur 6.1, die op een flipover werd getoond. De groepsleider legde er de nadruk op dat de scorekaarten door de onderzoekers moesten worden ingevuld, aan de hand van door de groep aangedragen criteria en strategische alternatieven, waaronder redelijke mogelijkheden voor verschillende veiligheidsnormen. Een grove schets van mogelijke LNC-criteria werd geboden door Figuur 6.2 te laten zien. Wanneer panelleden erop wezen dat een aantal criteria in de figuur ontbraken, dan werden deze toegevoegd. Figuur 6.3 werd op dezelfde manier gebruikt om de criteria voor de besluitvormingsprocedures uiteen te zetten

---

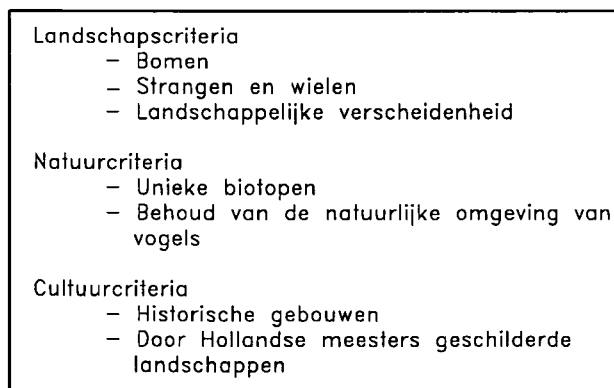
<sup>3</sup> De deelnemers van de waterschappen maakten geen gebruik van deze vergoeding, omdat zij het bijwonen van de bijeenkomst beschouwden als een deel van hun werk. De stadsbewoners, die allen in Arnhem woonachtig waren, hadden geen reiskosten.

en in te leiden. Het inleiden en uitleggen kostte ongeveer een half uur. Een uitzondering vormde het actiegroepenpanel, waarbij de introductie uitliep tot een uur omdat een discussie werd gehouden of het juist was criteria in plaats van strategieën in beschouwing te nemen.

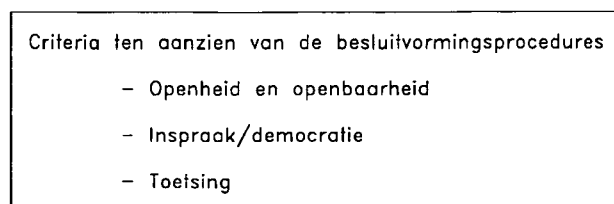
De discussie ging vervolgens al dan niet vloeiend, afhankelijk van de groep, over op de LNC-criteria. Na ongeveer een uur was er een onderbreking en richtte de discussie zich op de criteria voor besluitvormingsprocedures. Dit duurde ongeveer een half uur en daarna werd, zoals beloofd, iedere deelnemer gevraagd zijn of haar mening te geven over het rivierdijkenbeleid en het onderzoeksproject. Afhankelijk van de groep duurde dit 15 minuten tot een half uur, waarmee de totale duur van een bijeenkomst op ongeveer twee uur en een kwartier tot drie uur kwam.



Figuur 6.1 Het gebruik van een scorekaart



Figuur 6.2 Voorbeelden van mogelijke LNC-criteria



Figuur 6.3 Voorbeelden van mogelijke procedurele criteria

## 6.3 Resultaten focusgroepen

Hoewel de vijf focusgroepen globaal dezelfde structuur hadden, was, als gevolg van de samenstelling, de voortgang in iedere groep verschillend. In deze paragraaf wordt eerst voor iedere groep een apart overzicht gegeven en vervolgens worden de LNC- en procedurele criteria zoals die door de vijf groepen samen werden aangedragen, in aparte subparagrafen behandeld. Hoewel het waarschijnlijk niet moeilijk is om te raden welke groepen welke criteria hebben aangedragen, zijn we slechts geïnteresseerd in het bestaan en niet in de oorsprong ervan.

### 6.3.1 Overzicht van de vijf groepsbijeenkomsten

De focusgroep 'Actiegroepen' bestond geheel uit leden van politiek actieve organisaties die hun wantrouwen jegens de overheid in het algemeen en Rijkswaterstaat in het bijzonder met elkaar gemeen hadden. Dit wantrouwen werd veroorzaakt doordat zij het idee hadden dat hun mening in het verleden herhaaldelijk was veronachtzaamd. Zij kwamen daarom met een van tevoren opgestelde agenda op de bijeenkomst; een aantal deelnemers had verklaringen geschreven die ze ons wilden aanbieden. Het eerste uur van de bijeenkomst verliep tamelijk turbulent, aangezien de panelleden zich ervan probeerden te verzekeren dat hun agenda zou worden behandeld en ook de vraag van de onderzoeksgroep naar criteria trachtten om te zetten in een formulering van hun eigen strategieën. Toen zij eenmaal begrepen dat de criteria niet alleen voor de bestaande strategieën, maar ook voor hun eigen strategievoorstellen zouden worden aangelegd, waren zij meer geneigd over criteria te discussiëren. Hoewel zij goed-geformuleerde meningen hadden over strategieën, hadden zij de LNC-criteria nog niet eerder in detail bestudeerd en vonden ze dit concept moeilijk te bevatten; zij konden niettemin goed uit de voeten met het concept van de procedurele criteria. Zelf hadden ze een lange lijst met onderzoeksaspecten meegenomen.<sup>4</sup> Ondanks de verhitte discussie gaven de panelleden in het openbaar (en later ook privé) aan, dat de bijeenkomst een nuttige bijdrage had geleverd aan het bevorderen van een dialoog over de punten die zij van belang achtten en stelden zij een nieuwe bijeenkomst met de projectleiding zeer op prijs.

De bijeenkomst van de milieugroepen verliep heel anders. Deze groep had geen enkele moeite met het concept van de criteria, hoewel hun definities enigszins afweken van die van de onderzoekers. In tegenstelling tot hun uitgebreide behandeling van LNC-criteria, bleken zij weinig begrip te hebben van procedurele criteria en er na uitleg ook weinig interesse voor te hebben. Zij waren van mening dat er reeds een structuur van wetten en inspraakmogelijkheden bestond en dat er dus weinig te bespreken viel.

Het waterschappenpanel ging uit van het standpunt dat de bestuursleden hun waterschap vertegenwoordigden en gehouden waren aan de opdracht die hun functie met zich meebracht. Binnen deze opdracht was het hun taak de meningen en voorkeuren te vertegenwoordigen van de mensen die hen gekozen hadden en niet hun persoonlijke mening. In deze context hadden zij geen moeite met discussiëren over de LNC-criteria en verwezen zij vaak naar

---

<sup>4</sup> Een voorlopige versie van deze lijst was de voorgaande week spontaan aan de leden van de onderzoeksstaf aangeboden.

veranderingen die zich in de loop van de tijd in de ideeën van hun kiezers hadden voorgedaan. Zij benaderden de procedurele criteria op een vergelijkbare manier.

De focusgroep 'dijkbewoners' was zeer bereid het concept van de criteria te aanvaarden en bracht het in verband met hun eigen ervaringen en die van hun familie gedurende verschillende generaties. Zij waren voornamelijk geïnteresseerd in lokale autonomie en de mogelijkheid hun eigen toekomst te bepalen, in plaats van aan de esthetische of economische opvattingen van buitenstaanders te zijn overgeleverd. Zij schenen er weinig moeite mee te hebben hun belangen te vertalen naar procedurele en LNC-criteria.

Anders dan bij alle andere groepen het geval was, hadden de stadsbewoners van tevoren geen vastomlijnde meningen over veiligheidsnormen ter bescherming tegen rivieroverstromingen en de noodzaak tot dijkversterking. Dit betekent niet dat zij geen belangstelling hadden voor het riviermilieu: een aantal groepsleden zei dat zij onder meer langs de rivieroever recreëerden, met activiteiten als fietsen, vogels kijken en wandelen. Ofschoon zij erin hadden toegestemd deel te nemen aan een focusgroep over rivierdijken (en daar dus waarschijnlijk meer belangstelling voor hadden dan de gemiddelde burger) droeg deze groep niet uit zichzelf duidelijk omliggende LNC- of procedurele criteria aan. Zij reageerden positief wanneer ze door de groepsleider werden aangespoord, maar weken niet af van de duidelijke wenken van de groepsleider. Toen zij de gelegenheid kregen hun eigen mening te geven, stelden zij in plaats daarvan allerlei vragen aan de projectleiding, om zo een beter inzicht te krijgen in de onderwerpen die aan de orde waren. Met andere woorden, de stadsbewoners gebruikten de focusgroep eerder om kennis op te doen over een belangrijk maatschappelijk vraagstuk dan als een gelegenheid om hun eigen mening te geven.

### 6.3.2 Landschappelijke, natuurlijke en culturele criteria

De discussies in de focusgroepen leverden zeven belangrijke LNC-criteria op, waarvan er vele door verscheidene groepen werden genoemd. Elk criterium was voor ten minste één groep belangrijk.

*Een holistische kijk op het riviermilieu.* Een belangrijk thema in verschillende discussies en één waar grote nadruk op werd gelegd, was dat het effect op het milieu als geheel het belangrijkste LNC-criterium vormde bij het evalueren van een dijkverbeteringsstrategie. De groepsleden stelden dat bij overwegingen van de milieu-effecten niet alleen moet worden gekeken naar het effect op afzonderlijke elementen als huizen, bomen, taluds, vegetatie, enz. In plaats daarvan zou het criterium de *combinatie* van afzonderlijke elementen in een natuurlijk evenwicht moeten zijn. Plaatselijke gebieden, waar één milieu-aspect een bijzonder prominente rol speelt, zouden als uitzondering op deze algemene basisregel kunnen gelden. Twee van zulke uitzonderingen waren de bomen langs de Bomendijk aan de IJssel en gebieden met een unieke stroomdalflora. Er werd echter benadrukt dat het weinig zin had natuurlijke kenmerken als vogels en flora in een afweging tegen elkaar weg te strepen.

*Bescherming van het natuurlijk erfgoed.* Er werd opgemerkt dat, ondanks de opkomst van de Europese Gemeenschap en een gevoel van een gemeenschappelijke Europese toekomst, de afzonderlijke staten nog steeds veel aandacht hebben voor hun 'eigen' nationale culturele waarden. Voor Nederlanders vormt het door de zeventiende-eeuwse meesters vereeuwigde rivierenlandschap een belangrijk deel van hun cultuurgeschiedenis, een deel dat bewaard moet blijven.

*Verandering.* Sommige panelleden beschouwden alle verandering als verontrustend, anderen vonden enige verandering wenselijk. De meesten wilden echter het liefst de status-quo grotendeels gehandhaafd zien. De geschiedenis van het wonen langs de dijk dient te worden voortgezet en er moeten ook daadwerkelijk mensen in deze huizen wonen. Er werd echter ook opgemerkt dat de rivierdijken niet een soort openluchtmuseum moeten worden, aangezien niemand in een museum wil wonen. Enige verandering is nodig, want als er geen economische activiteit zou zijn, zou er in de dorpen in de buurt van de dijken niemand wonen. Eén panellid filosofeerde dat 'niets voor eeuwig is en alles went'.

Eén van de aspecten die werden besproken was het effect van verandering op de sociale structuur van de gemeenschappen langs de dijk. Volgens sommigen vernietigt de standaard verzwaarde dijk de sociale structuren van hen die in de omgeving van de dijk wonen. Men heeft niet het idee dat de nieuwe dijken in enige relatie staan tot de geschiedenis. Volgens de panelleden ontbeerden de standaard verzwaarde dijken de gewenste, vertrouwde kenmerken van de oude dijken; in de ogen van één van de panelleden was het een verandering van warme menselijkheid naar kille technologie.

Een ander punt van zorg over de verandering was de lange tijd die nodig is voor een gebied met verzwaarde dijken weer stabiel is. Volgens de panelleden kon het wel meer dan 50 jaar duren voordat men opnieuw van een uniek natuurlandschap zal kunnen spreken, waarmee in feite het plezier van twee generaties wordt opgeofferd.

*Behoeft*e aan *verscheidenheid*. Het natuurlijke landschap langs de rivieren is zeer gevarieerd. De oude dijken werden gekenmerkt door een grote verscheidenheid, maar de standaard verzwaarde dijken dreigen het landschap te veranderen in uitgestrekte, door schapen bevolkte, monotone grashellingen.

*De integriteit van het ecosysteem*. De rivierdijken vormen een verbinding tussen de verschillende ecosystemen binnen en buiten de dijk. De groepsleden waren van mening dat de grotere, verbeterde dijken deze verbinding zouden verstoren. Eén groepslid merkte bijvoorbeeld op dat de grotere hoogte van sommige dijken het voor vlinders moeilijker zouden maken de dijk over te steken.

*Recreatie*. De panelleden bleken het rivierenlandschap als een belangrijke plaats voor recreatieactiviteiten te beschouwen. De 'gezelligheid' van de dijkgebieden en het nauwe contact met de rivier bij de oude dijken verhoogt de kwaliteit van deze activiteiten. De intrinsieke waarde van de 'holistische' schoonheid en verscheidenheid van de regio, die hierboven is besproken, heeft het bijkomende voordeel van een recreatieve waarde. Fietsen langs de dijk is bijvoorbeeld een belangrijke recreatieve activiteit die een stuk plezieriger wordt als de omgeving er niet uitziet als een steriele racebaan. De unieke natuurlijke kenmerken van vele dijkvakken bieden wandelaars recreatiemogelijkheden die er anders niet zouden zijn.

*Veiligheid*. Veel deelnemers erkenden de onvermijdelijkheid van een compromis tussen veiligheid en het instandhouden van LNC-waarden. In dit verband betekent veiligheid niet alleen bescherming tegen overstroming, maar ook een verlaagd risico op minder rampzalige gebeurtenissen, zoals kleinschalige doorbraken waarbij mensen gewond en goederen beschadigd kunnen raken. De groepsleden vonden de grotere veiligheid die de nieuwe dijken boden geruststellend, en noemden slecht onderhoud als oorzaak van de onveiligheid van de oude dijken. Velen zouden graag gegarandeerd veilige dijken hebben, waarbij tegelijkertijd de LNC-waarden konden worden gespaard.

### 6.3.3 Procedurele criteria

De panelleden stelden acht criteria voor besluitvormingsprocedures vast.<sup>5</sup>

*Openheid*. Het proces dient open te staan voor iedereen die eraan wenst deel te nemen. Gedurende het gehele besluitvormingsproces dient openheid te worden betracht, met name in het begin. Alle groepen die bij het probleem zijn betrokken, dienen te worden geraadpleegd.

De mogelijkheid om een mening uit te spreken is even belangrijk als de gelegenheid te krijgen om te worden gehoord. De groepsleden stelden expliciet dat de verantwoordelijke organisaties naar de argumenten van de verschillende groepen zouden moeten luisteren. Alle naar voren gebrachte waarden, strategieën en argumenten dienen te worden gehoord.

---

<sup>5</sup> Andere criteria, zoals degene die door de actiegroepen schriftelijk zijn aangedragen, zijn in het project geïntegreerd maar hier niet opgenomen.

*Inspraak/democratie.* Het besluitvormingsproces behoort niet alleen open te zijn, de verantwoordelijke instellingen dienen ook open te staan. Op vragen die worden gesteld, behoort een eerlijk antwoord te komen.

*Beroep.* Het moet mogelijk zijn beroep aan te tekenen tegen voorstellen. Er dient een mechanisme te worden gecreëerd dat 'bindende' besluiten in heroverweging neemt voor het te laat is.

*Overzicht.* Er dient een onafhankelijke commissie te komen die de plannen en de alternatieven doorlicht. In de huidige procedures bestaat er een kloof tussen de kennis van de ambtenaren en die van het grote publiek. Er is daarom een onafhankelijk onderzoek nodig om beide partijen onafhankelijke informatie te verstrekken.

*Lokale autonomie.* Bij de procedures dient groot gewicht te worden toegekend aan de mening van degenen die direct met de gevolgen van de beslissingen worden geconfronteerd. Ook dienen de procedures flexibel te zijn om rekening te kunnen houden met cultuurverschillen (bijv. Gelderland tegenover Zuid-Holland) en met de plaatselijke problemen in bepaalde dijkvakken.

*Financiering.* Een belangrijk aspect van het besluitvormingsproces is wie wat betaalt. Op het ogenblik subsidieert het ministerie alleen de directe kosten voor dijkverbetering (naast een landschapsbudget van 3 procent). Als er extra kosten moeten worden gemaakt (bijv. voor planning of natuurbevordering), is het niet duidelijk waar het geld vandaan zou moeten komen.

*Tijdigheid.* Het vermogen om tijdig tot een beslissing te komen en deze eenmaal genomen beslissing ook uit te voeren, werd beschouwd als een waardevol aspect van het besluitvormingsproces. Men erkende dat deze waarde af en toe in strijd met andere waarden zou kunnen zijn, maar toch niet mag worden veronachtzaamd.

*Volledigheid.* Om het hele proces aanvaardbaarder te maken, dient het gehele rivierbekken te worden bestudeerd en niet slechts een afzonderlijke sectie. Als integraal deel van het proces dienen de gevolgen voor andere lokaties die veranderingen aan een bepaalde dijklocatie met zich meebrengen, openbaar te worden gemaakt.



## 7 Effectenbepaling

De rol van effectenanalyse in een beleidsanalyse, met inbegrip van een overzicht van de scorekaarten, is hiervoor uiteengezet in hoofdstuk 2. In deze fase gebruiken we scorekaarten om de verschillende veiligheidsnormen en de strategieën voor dijkverbetering en waterstandsverlaging (de kolommen op de scorekaarten) met elkaar te vergelijken met behulp van een aantal criteria (de rijen op de scorekaarten). Met de scorekaarten kan de afweging tussen de criteria zichtbaar worden gemaakt door het ene alternatief met het andere te vergelijken. In dit hoofdstuk beschrijven we de beleidsopties (verschillende veiligheidsnormen en strategieën) en de criteria, die de kolommen en rijen op de scorekaarten vormen. Daarna bespreken we de belangrijkste conclusies die uit de op de scorekaarten getoonde gegevens kunnen worden getrokken. Maar voor we tot een behandeling van de beleidsopties, de criteria en de scorekaarten overgaan, bespreken we eerst de maatgevende afvoer, een scenariovariabele in de effectenbepaling.

### 7.1 Maatgevende afvoer

Voor een gegeven veiligheidsnorm bepalen de hoogwaterstanden die bij de rivierdijken worden verwacht, de vereiste hoogte en sterkte van een dijk. Hoe lager de maximale hoogwaterstanden, hoe lager de vereiste hoogte van de dijk. De waterstanden die worden gebruikt om de vereiste hoogte en sterkte van een dijk te bepalen, noemen we 'maatgevende hoogwaterstanden' (MHW). Hoogwaterstanden langs de rivieren kunnen worden bepaald uit de piekafvoeren op de plaatsen waar de Rijn en de Maas Nederland binnenstromen. De afvoeren van de Rijn bij Lobith en de Maas bij Borgharen die tot de vaststelling van MHW hebben geleid, worden derhalve aangeduid als 'maatgevende afvoeren'. De werkelijke verdeling van de hoogste hoogwaterstanden is helaas niet bekend. Hoogwaterstanden die gemiddeld eens per 1250 of 500 jaar voorkomen zijn dus onbekend, en dienen met behulp van wiskundige modellen te worden bepaald.

Zoals reeds is uiteengezet in hoofdstuk 2, hebben we de effecten bepaald op basis van twee verschillende statistische methoden (de exponentiële verdeling en een alternatieve methode) voor het voorspellen van piekafvoeren van de rivieren. Bij de alternatieve methode kwam de maatgevende afvoer van de Rijn ongeveer 10 procent lager uit dan de maatgevende afvoer op basis van de exponentiële verdeling. Bij gebruik van de gereduceerde maatgevende afvoer lagen de kostenbesparing en de mate waarin LNC-waarden worden gespaard in dezelfde orde van grootte (zie Tabel 7.7).

De analyse, die hierna beschreven wordt, gaat voornamelijk uit van de maatgevende afvoer waarop de berekeningen van de Commissie Becht waren gebaseerd. We noemen deze afvoerwaarde de 'huidige' afvoer, terwijl we aan de andere waarde refereren als de 'gereduceerde' afvoer. In dit hoofdstuk worden scorekaarten voor de huidige afvoer gepresenteerd en besproken. Scorekaarten voor de gereduceerde afvoer zijn gegeven in de bijlage van dit hoofdstuk.

## 7.2 Beleidsopties

De veiligheidsnormen en de strategieën ter bescherming tegen overstroming (strategieën voor de dijkverbetering en waterstandsverlaging die de kolommen van de scorekaarten vormen, werden in hoofdstuk 2 in het kort beschreven. Kort samengevat worden de volgende beleids-opties onderzocht.

### *Veranderingen van de veiligheidsnorm*

1. Het huidige dijkverbeteringsbeleid, dat uitgaat van een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar en de aanleg van standaarddijken. (Dit is de basissituatie waarmee alle andere beleidsalternatieven worden vergeleken, inclusief degene die onder andere categorieën beleids-opties vallen.)
2. Een verlaagde veiligheidsnorm van 1/500 per jaar en de aanleg van standaarddijken.
3. Een verlaagde veiligheidsnorm van 1/200 per jaar en de aanleg van standaarddijken.<sup>1</sup>

De gevolgen van een verandering van de veiligheidsnorm van 1/1250 naar 1/500 of 1/200 binnen een afzonderlijke dijkkring, in plaats van in het gehele studiegebied, zijn onderzocht door de effecten van dergelijke veranderingen in dijkkring 43 en dijkkring 52 te bepalen. Dijkkring 52 is een voor de hand liggende kandidaat voor een regionale verlaging van de veiligheidsnorm, aangezien de materiële waarden en de persoonlijke risico's in dit gebied relatief laag en de LNC-waarden relatief hoog zijn.

### *Waterstandsverlagingstrategie*

4. Een strategie waarbij het winterbed van de rivier wordt verlaagd om MHW te verlagen, in combinatie met gedeeltelijke herbebossing en de aanleg van (minder uitgebreide) standaarddijken om op die manier aan een veiligheidsnorm van 1/1250 te voldoen.

### *Uitgekiend ontwerpen-strategieën*

5. Beleidsoptie 1 plus toepassing van uitgekiende dijkontwerpen ter bescherming van LNC-waarden in gebieden waar geen knelpunten zijn.
6. Beleidsoptie 5 plus toepassing van geselecteerde, relatief goedkope uitgekiende ontwerpen ter bescherming van LNC-waarden in knelpunten.
7. Beleidsoptie 5 plus uitgebreide toepassing van uitgekiende ontwerpen in knelpunten om zoveel mogelijk LNC-waarden te sparen.

Om een zo goed mogelijk overzicht te bieden, zijn de scorekaarten zo ontworpen, dat ze vergelijkingen tussen deze drie categorieën beleids-opties mogelijk maken.

---

<sup>1</sup> In de loop van ons onderzoek zijn we geen enkele keer iemand tegengekomen die zich sterk maakte voor een veiligheidsnorm lager dan 1/200; sterker nog, velen waren ervan overtuigd dat alleen al het doen van een voorstel voor een norm beneden dat niveau onverantwoord zou zijn.

## 7.3 Criteria

We zijn in deze studie uitgegaan van drie soorten criteria: (1) de kosten die de implementatie van een beleidsoptie met zich meebrengt; (2) de voordelen van een beleidsoptie ten aanzien van bescherming tegen overstromingen; en (3) de LNC-waarden die door toepassing van een beleidsoptie worden behouden. De eerste twee criteria kunnen in geld worden uitgedrukt (dat is hier gebeurd in miljoenen Nederlandse guldens anno 1992, of *Mf*), hetgeen bij het laatste criterium niet mogelijk is zonder een economische analyse van de LNC-waarden, iets dat buiten het kader van dit onderzoek viel. In de bijlage bij dit rapport worden enige aanwijzingen gegeven voor een dergelijke economische analyse.

### 7.3.1 Kosten van dijkverbeteringen

De volgende belangrijke kostencomponenten zijn zinvol voor het vergelijken van beleidsopties:

- (1) De kosten van de feitelijke aanleg, met inbegrip van vergoedingen voor aangekocht land, bouwmaterialen en arbeidskosten.
- (2) De kosten van ontwerp en voorbereiding.
- (3) De kosten van dijkonderhoud.

De wijze waarop deze kosten voor elk van de beleidsopties op de scorekaarten zijn bepaald, is reeds in hoofdstuk 5 uiteengezet.

De kosten van voorbereiding en aanleg kunnen als eenmalige kosten worden beschouwd, terwijl de onderhoudskosten jaarlijks terugkeren. Teneinde een algemene basis voor vergelijking van de drie kostencomponenten te verschaffen, is de netto contante waarde van toekomstige onderhoudskosten berekend met een discontopercentage van 5 procent. Wanneer we de kosten van voorbereiding, aanleg en onderhoud op basis van hun huidige waarde bij elkaar optellen, blijft er één getal over dat de totale netto contante waarde van de dijkverbeteringskosten weergeeft.

Voor de waterstandsverlagingstrategie hebben we gekeken naar de bijkomende investeringskosten die worden veroorzaakt door de noodzakelijke aankoop van grond in de uiterwaarden. Verder zijn ook de kosten van het onderhoud van het zomerbed en de kosten van aanpassingen in de infrastructuur als gevolg van de nieuwe rivierconfiguratie in ogenschouw genomen. Hoewel deze kosten, net zoals de kosten van het aanleggen van dijken, in miljoenen guldens anno 1992 worden uitgedrukt, zijn ze toch apart gehouden op de scorekaarten, omdat ze uitsluitend gelden voor de waterstandsverlagingstrategie. Aanvullende informatie over de kosten van deze strategie kan worden gevonden in deelrapport 2.

### 7.3.2 Voordelen van vermindering van verwachte overstromingsschade

Het belangrijkste economische voordeel van bescherming tegen overstroming bestaat in een vermindering van de schade als gevolg van overstromingen. Zoals reeds in detail in hoofdstuk 4 is beschreven, hebben we de verwachte schade voor iedere dijkkring berekend op basis van de materiële schade die zou ontstaan indien de dijkkring zou overstromen. De kans per

jaar op een dergelijke overstroming was een variabele die bepaald wordt door de gehanteerde veiligheidsnorm. Om de netto contante waarde voor toekomstige overstromingen te berekenen, hebben we voor ieder toekomstig jaar een discontering van 5% per jaar op de verwachte overstromingsschade toegepast en daarnaast een reële waardeinstijging inflatiecorrectie van 2 procent per jaar aangenomen.

De voordelen van een hogere veiligheidsnorm boven een lagere kunnen dan worden berekend door het verschil te nemen tussen de netto contante waarde van de overstromingsschade bij de twee veiligheidsnormen. Voor de scorecards hebben we als uitgangspunt voor vergelijking de netto contante waarde van de schade bij een veiligheidsnorm van 1/200 genomen. De scorekaart voor veiligheidsnormen geeft dus aan in welke mate de overstromingsschade afneemt bij toepassing van een veiligheidsnorm van 1/500 of 1/1250 ten opzichte van een norm van 1/200.

Wanneer het water in de rivieren tot extreme hoogte stijgt, is het mogelijk dat geen, sommige of alle dijkeringen worden overstroomd. Om de consequenties van overstromingen van verschillende omvang te kunnen vergelijken, hebben we de netto contante waarde van de vermindering van de verwachte overstromingsschade bekeken in geval van overstroming van één, drie en alle acht dijkeringen. Voor de analyse van het scenario waarin één dijkering wordt overstroomd, hebben we dijkering 43 onderzocht, aangezien hier in verband met de configuratie van de Rijndelta het overstromingsrisico het grootst is. Op basis van eenzelfde redenering hebben we dijkeringen 36, 43 en 48 onderzocht voor het scenario waarin drie dijkeringen worden overstroomd.

### **7.3.3 Criteria ten aanzien van de landschaps-, natuur- en cultuur-historische waarden**

Bij de beoordeling van strategieën ter bescherming tegen overstroming komen andere aspecten aan de orde dan alleen de kosten van de strategie met de resulterende vermindering van de overstromingsschade. Naast de kosten, veroorzaken de aanleg van dijken en verlaging van rivierwaterstanden ook schade aan de landschaps-, natuur- en cultuurhistorische (LNC) waarden in het betreffende gebied. In feite vormde de toenemende maatschappelijke zorg omtrent de vernietiging van LNC-waarden één van de hoofdredenen voor dit onderzoek.

Voor uitgekiend ontwerp-strategieën werden andere specificaties van scorekaarten-criteria voor LNC-waarden gebruikt dan voor de andere strategieën. In beide gevallen was de betekenis dezelfde: het percentage van de bestaande LNC-waarden dat bij toepassing van een bepaalde strategie zou worden behouden. De evaluatiemethodes waren evenwel verschillend. Een volledige beschrijving van de manier waarop de LNC-effecten werden bepaald, is te vinden in deelrapport 4.

*LNC-criteria voor alle strategieën behalve uitgekiend ontwerpen.* De LNC-effecten voor alle strategieën behalve uitgekiend ontwerpen, zijn gebaseerd op de gegevens en methodes zoals die door de Commissie Becht werden gebruikt<sup>2</sup>. De commissie verzamelde gegevens over een groot aantal landschappelijke, natuurlijke en cultuurhistorische aspecten binnen een 50 meter brede strook aan beide zijden van de rivierdijken. Wij hebben de gegevens van de Commissie Becht gebruikt om bestaande waarden vast te stellen voor 14 LNC-variabelen voor elk dijkvak in onze database (bijvoorbeeld: de gemiddelde landschappelijke waarde aan de landzijde, het aantal waardevolle historische gebouwen aan de rivierzijde). Deze bestaande waarden vertegenwoordigen de waarden bij een behoud van 100 procent. Vervolgens hebben we een schatting gemaakt van de mate waarin deze percentages zouden verminderen een bepaald beleid ter bescherming tegen overstroming zou worden toegepast.

De schade zoals die in een bepaald dijkvak aan de LNC-waarden zou worden toegebracht, werd vastgesteld door de schade die door verbreding van de bestaande dijk zou ontstaan, te beoordelen. De vereiste verbreding is afhankelijk van MHW en het type dijk. Hoe groter het verschil tussen MHW en het maaiveld van het binnendijkse land, des te hoger het risico dat de dijk bezwijkt als gevolg 'piping'. Om dit risico te bestrijden is een bredere berm vereist, zodat meer ruimte noodzakelijk is, hetgeen weer betekent dat de LNC-waarden meer schade zullen oplopen. De lengte van de dijk die dient te worden verbeterd is eveneens een functie van MHW.

Per dijkvak is voor iedere variabele een schatting gemaakt van de relatieve schade (SR - schaderatio) voor elk van de beleidsopties. De SR geeft voor de verschillende variabelen het percentage aan dat behouden zou blijven bij toepassing van de beleidsoptie.

De Commissie Becht heeft indertijd een schatting gemaakt van de gemiddelde schade als gevolg van het huidige dijkverbeteringsprogramma. De commissie heeft toen voor elke LNC-categorie een schadecoëfficiënt (sc) ontwikkeld om een dijkverbeteringsprogramma van 1/3000 per jaar te realiseren. We hebben deze sc's vertaald naar onze 14 LNC-variabelen, omdat onze variabelen verschilden van de Becht-categorieën. Onze variabelen en de daarmee corresponderende Becht-schadecoëfficiënten zijn weergegeven in Tabel 7.1.

De schade aan de 14 variabelen werd onderverdeeld in schade aan de drie aspecten - landschap, natuur en cultuur - door deze met de verschillende aspecten verbonden variabelen te middelen. Zo werden, om de effecten van een bepaald beleid op het landschap te evalueren, de twee landschapsvariabelen voor ieder dijkvak afzonderlijk vermenigvuldigd met de betreffende SR, waarna het gemiddelde van de twee variabelen werd genomen. Deze 'L-waarde' werd vervolgens gemiddeld over alle dijkvakken in het gehele studiegebied. De LNC-schade wordt op de scorekaarten weergegeven in de vorm van percentages voor het behoud van bestaande waarden.

---

<sup>2</sup> De Commissie Becht heeft de dijken langs de Maas niet in detail bestudeerd; we hadden daarom slechts weinig gegevens over de LNC-waarden langs de Maas die we in dit onderzoek konden gebruiken. We hebben aangenomen dat de Rijn en de Maas ruwweg vergelijkbaar zijn met betrekking tot LNC-waarden.

Tabel 7.1

## LNC variabelen en Becht schadecoëfficiënten

Aspect	Variabele	Schade- coëffi- ciënt
Landschap	Gemiddelde landschappelijke waarde, rivierzijde	0,10
Landschap	Gemiddelde landschappelijke waarde, landzijde	0,30
Natuur	Gemiddelde botanische waarde, rivierzijde	0,15
Natuur	Gemiddelde botanische waarde, landzijde	0,15
Cultuurhistorie	Aantal waardevolle historische gebouwen, rivierzijde	0,55
Cultuurhistorie	Aantal historische gebouwen van mindere kwaliteit, rivierzijde	0,55
Cultuurhistorie	Aantal beeldbepalende gebouwen, rivierzijde	0,65
Cultuurhistorie	Lengte gesloten stads- of dorpsbebouwing, rivierzijde	0,35
Cultuurhistorie	Aantal archeologische meldings- gebieden en monumenten, rivierzijde	0,25
Cultuurhistorie	Aantal waardevolle historische gebouwen, landzijde	0,10
Cultuurhistorie	Aantal historische gebouwen van mindere kwaliteit, landzijde	0,10
Cultuurhistorie	Aantal beeldbepalende gebouwen, landzijde	0,15
Cultuurhistorie	Lengte gesloten stads- of dorpsbebouwing, landzijde	0,10
Cultuurhistorie	Aantal archeologische meldings- gebieden en monumenten, landzijde	0,10

*LNC-criteria voor uitgekiende ontwerpen.* Voor het beoordelen van de effecten van strategieën voor uitgekiend ontwerp op LNC-waarden werd een andere benadering gekozen, voornamelijk vanwege het feit dat deze strategieën uitsluitend op niet-stedelijke gebieden van toepassing zijn. (Uitgekiende ontwerpen worden reeds toegepast wanneer dijken in stedelijke gebieden worden aangelegd.) Voor drie uitgekiend ontwerp strategieën waren LNC-waarden nodig:

- *Verbeterde praktijk.* Bij deze strategie worden uitgekiende ontwerpen alleen toegepast bij eenvoudige rivierdijkgedeelten (stukken waar geen knelpunten voorkomen). De verbeterde praktijk maakt onderdeel uit van de beide andere uitgekiend ontwerp-strategieën (beleids optie 5).
- *Alles sparen.* Bij deze strategie wordt getracht zoveel mogelijk LNC-waarden te sparen (beleids optie 7).
- *Selectief sparen.* Bij deze strategie worden de duurste uitgekiende ontwerpen uit de strategie 'alles sparen' verwijderd, waardoor iets meer schade aan LNC-waarden wordt toegebracht, maar de kosten aanzienlijk lager uitkomen (beleids optie 6).

De berekening van LNC-waarden voor de strategieën 'alles sparen' en 'selectief sparen' richtte zich op het behoud van LNC-waarden langs dijkgedeelten waar zich aan zowel de land- als de rivierzijde gebouwen of hoge landschappelijke waarden bevinden (of gedeelten waar de dijk vlak langs de rivier loopt en zich aan de landzijde gebouwen of hoge landschappelijke waarden bevinden). Deze dijkgedeelten worden *knelpunten* genoemd.

De lengte van de dijksecties met knelpunten waarvan de LNC-problemen konden worden opgelost met behulp van uitgekiende ontwerpen, werd gebruikt als norm voor het meten van het percentage van LNC-waarden dat kon worden gespaard door toepassing van de strategie 'alles sparen'. In de basissituatie (de huidige praktijk) wordt circa 26 procent van de knelpunten niet opgelost. Met de strategie 'selectief sparen' kan dit percentage tot 13 procent worden teruggebracht, terwijl de strategie 'alles sparen' vrijwel alle LNC-waarden spaart. Bij 1 tot 2 procent van de totale lengte van knelpuntgedeelten is enige schade aan LNC-waarden namelijk niet te vermijden.

Bij alle uitgekiend ontwerp-strategieën wordt verondersteld dat dijkgedeelten zonder knelpunten in niet-stedelijke gebieden uitgekiend worden ontworpen. Dergelijke dijkgedeelten vormen ongeveer 75 procent van de totale lengte van de dijken in ons studiegebied. Voor deze dijkgedeelten is een toegevoegd LNC-criterium gebruikt om de effecten van uitgekiend ontwerp-strategieën te kunnen beoordelen. Dit criterium wordt aangeduid als *behoud van bestaande landschaps- en natuurwaarden* en is ontstaan uit de focusgroepsdiscussies (zie hoofdstuk 6). Het criterium is gebruikt omdat de focusgroepen zeer veel belang hechtten aan de instandhouding van de rivierdijken in hun huidige staat. Het landschap langs de rivieren wordt algemeen gezien als een deel van het historische erfgoed van Nederland, zoals dat in de Gouden Eeuw door de grote Hollandse landschapschilders werd vastgelegd.

## 7.4 Scorekaarten

In deze paragraaf presenteren we de scorekaarten voor de huidige maatgevende afvoer, waaruit vervolgens enige conclusies worden getrokken. De scorekaarten zelf kunt u hieronder vinden in Tabel 7.2 tot en met 7.7. De bijlage bij dit hoofdstuk bevat de corresponderende scorekaarten voor de gereduceerde maatgevende afvoer. Bij de twee soorten scorekaarten zijn de getallen verschillend, maar de verhoudingen tussen de strategieën zijn consistent voor de twee maatgevende afvoerwaarden.

Het merendeel van de effecten van de beleidsopties op de criteria zijn berekend met behulp van een Microsoft EXCEL spreadsheet-model met de naam Dike Improvement Impact Assessment Model (effectbepalingsmodel dijkverbetering). De spreadsheet gebruikt de database die in hoofdstuk 3 beschreven is, als invoer. Om het model een bepaalde berekening te laten uitvoeren, specificeert de gebruiker de scenario-variabele (maatgevende afvoer) en de beleidsopties (veiligheidsnorm en strategie) die geanalyseerd worden. Vervolgens berekent het model voor elke dijkvak in het studiegebied in welke mate de dijk moet worden verhoogd en versterkt. Deze gegevens werden gebruikt om een raming te maken van de kosten van aanleg, voorbereiding en onderhoud, en van de LNC-schaderatio's. Het grootste deel van de overblijvende informatie op de scorekaarten (schade als gevolg van overstroming) werd met een ander spreadsheet-model berekend, zoals beschreven in hoofdstuk 4. De volgende alinea's bevatten de conclusies die we uit de analyse van de scorekaarten hebben getrokken.

### *Verbeterde dijken hebben financieel gezien de voorkeur*

Uit onze analyse wordt duidelijk dat de voordelen van vermindering van de verwachte overstromingsschade veel groter zijn dan de kosten die met dijkverbetering gepaard gaan. Tabel 7.2 toont aan dat het rendement van de investering van Mf 232 (= 920 - 688) die vereist is om de dijken te laten voldoen aan een veiligheidsnorm van 1/1250 in plaats van 1/200, een netto contante waarde van Mf 2190 vertegenwoordigt indien slechts één dijkkring wordt overstroomd, en meer dan vier maal dat bedrag als alle dijkkringen overstroomd raken. Wanneer de verschillende veiligheidsnormen in ogenschouw worden genomen, komt bovendien aan het licht dat de kosten-batenverhouding niet evenredig is met de verhoogde veiligheid. De kosten-batenverhouding bij overstroming van één dijkkring is 2,0 bij een veiligheidsnorm van 1/500 (1600/811) en 2,4 bij een veiligheidsnorm van 1/1250 (2190/920). De kosten-batenverhoudingen bij overstroming van acht dijkkringen bedragen respectievelijk 7,9 en 10,0. Indien monetaire kosten en baten dus de enige afwegingsfactoren zijn, zou zelfs de veiligheidsnorm van 1/1250 niet voldoen aan hetgeen een puur financiële kosten-batenanalyse voorschrijft.

### *Verlaging van de veiligheidsnorm betekent een geringe vermindering van de schade aan LNC-waarden*

Tabel 7.2 laat ook zien dat zelfs bij de minimaal aanvaardbare dijkverbeteringen (een veiligheidsnorm van 1/200 per jaar) schade aan LNC-waarden in niet-stedelijke gebieden wordt toegebracht in een mate die sommigen als verontrustend zouden kunnen ervaren. Uitgaande van de veronderstelling dat een bepaalde mate van dijkverbetering noodzakelijk is, blijft de totale schade aan LNC-waarden bij verhoogde veiligheidsnormen echter relatief beperkt, vooral in vergelijking met de vermindering van de overstromingsschade die ermee wordt bereikt.



Het verschil tussen een veiligheidsnorm van 1/500 en een van 1/1250 is dat de verwachte overstromingsschade bij de laatste norm 40 procent lager ligt, terwijl de schade aan LNC-waarden slechts met 5 procent toeneemt.

De reden voor deze marginale toename van de LNC-schade bij een aanzienlijke verhoging van de veiligheidsnorm moet worden gezocht in het feit dat LNC-schade eerder wordt veroorzaakt door het versterken van dijken om onderloopsheid of afschuiven te voorkomen, dan door het verhogen van dijken. De eigenlijke hoogteverschillen die met de verschillende veiligheidsnormen overeenkomen, zijn vaak relatief zeer klein in verhouding tot de minimumhoogte van een willekeurige dijk. Bij het streven naar behoud van LNC-waarden is de gekozen veiligheidsnorm dus van relatief ondergeschikt belang. Het is beter om alternatieve ontwerpstrategieën in overweging te nemen.

In de maatschappelijke discussie over de rivierdijken is men er impliciet vanuit gegaan dat verhoging van de veiligheid voornamelijk ten koste zou gaan van LNC-waarden. Tabel 7.2 doet vermoeden dat deze discussie niet ter zake is. Het is zinniger om te kijken naar dijkontwerpen (met welke veiligheidsnorm dan ook) die niet ten koste gaan van LNC-waarden.

*In dijkvakken buiten de knelpunten kunnen door verbeterde dijkontwerpen bij een geringe toename van kosten veel LNC-waarden behouden blijven*

Ons onderzoek naar manieren om LNC-waarden te behouden, heeft aangetoond dat de rivierdijken in niet-stedelijke gebieden zouden kunnen worden verdeeld in gedeelten waar het sparen van LNC-waarden moeilijk is ('knelpunten') en gedeelten waar dit eenvoudiger is. Veel van de landschaps- en natuurwaarden van gedeelten zonder knelpunten - ongeveer 75 procent van de lengte van de rivierdijken buiten stedelijke gebieden - kan worden gespaard door het huidige ontwerp te verbeteren teneinde het talud van de dijk steiler te maken (waardoor de breedte van de dijk afneemt), en door milieuvriendelijke methoden voor dijkonderhoud te gebruiken. Volgens Tabel 7.3 heeft dit een toename van ongeveer 13 procent in voorbereidingskosten tot gevolg. Voor aanleg en onderhoud is echter geen extra geld nodig. Omdat de aanlegkosten het grootste deel van de dijkverbeteringskosten uitmaken, betekent dit dat, tegen een kleine 2 procent verhoging van de dijkverbeteringskosten (935/920), een groot deel van de landschaps- en natuurwaarden kan worden gespaard in die delen van de niet-stedelijke dijken waar geen knelpunten voorkomen (de meerderheid van alle dijken in het onderzoeksgebied).

*Bij knelpunten kunnen door uitgekende ontwerpen LNC-waarden worden behouden, maar hiermee zijn hogere kosten gemoeid dan in het geval van standaarddijken*

Bij de 25 procent van de niet-stedelijke dijkgedeelten waar knelpunten voorkomen, is het technisch haalbaar om vrijwel alle LNC-waarden te sparen, maar dit zou iets meer dan tweemaal de kosten van standaarddijken met zich meebrengen (1911/920; zie Tabel 7.3). Terwijl deze mate van verhoging groot genoeg is om niet algemeen te worden aanvaard, gingen eerdere schattingen van de kosten van behoud van LNC-waarden soms uit van wel tienmaal hogere kosten dan de huidige. De bewering dat instandhouding van LNC-waarden onhaalbaar was, werd door deze eerdere schattingen ondersteund. De informatie uit Tabel 7.3 maakt aannemelijk dat deze strategie in elk geval serieus moet worden overwogen.

Bij de strategie 'alles sparen' blijven vrijwel alle LNC-waarden behouden door de afzonderlijke uitgekende maatregelen af te stemmen op elk onderkend knelpunt. De kosten van deze maatregelen lopen aanzienlijk uiteen. In een poging de kosten te reduceren en tegelijkertijd zoveel mogelijk LNC-waarden te sparen, zijn de duurste maatregelen geschrapt. Dit resulteerde in een strategie 'selectief sparen', waarmee ongeveer de helft van de waarden wordt gespaard die bij aanleg van standaarddijken zouden worden vernietigd. De bijbehorende kosten van dit behoud liggen ongeveer 35 procent hoger dan de kosten van de strategie 'verbeterde praktijk' (Mf 1242 tegen Mf 920). In wezen kan met de strategie 'selectief sparen' de helft worden gespaard van hetgeen met de strategie 'alles sparen' kan worden behouden, voor een verhoging van de kosten met een derde.

Het is zeer verhelderend de kosten en baten van de strategie 'selectief sparen' bij een veiligheidsnorm van 1/1250 (Tabel 7.3) te vergelijken met de huidige ontwerpstrategie bij een veiligheidsnorm van 1/200 (Tabel 7.2). Het verschil in behoud van LNC-waarden is klein, maar is in geringe mate in het voordeel van de strategie 'selectief sparen'. Deze laatste strategie kost 80 procent meer dan de huidige ontwerpstrategie bij 1/200 (1242/688), maar geeft een enorme vermindering in de voorziene overstromingsschade te zien in vergelijking met de kostentoeename. Dit is een duidelijk illustratie van de bewering dat de veiligheidsnorm slechts een gering effect heeft op behoud van LNC-waarden (dat wil zeggen de grafiek van LNC-schade tegenover veiligheidsnorm is relatief vlak).

#### *De waterstandsverlagingsstrategie is de moeite van het overwegen waard*

De scorekaarten van de waterstandsverlagingsstrategie geeft bemoedigende resultaten te zien. De strategie ondervangt niet de noodzaak tot verbetering van dijken, maar vermindert wel de benodigde mate van verhoging en versterking. De besparingen in dijkverbeteringskosten ten opzichte van het huidige programma bedragen ongeveer 15 procent (136/920), maar hierbij moet wel rekening worden gehouden met de kosten van verlaging van de uiterwaarden en verandering van het zomerbed. De investeringskosten voor de strategie, waar de eigenlijke aanleg en de aankoop van uiterwaarden is inbegrepen, zijn onbekend en zouden wel eens hoog kunnen zijn. Een deel van deze kosten, wederom een onbekend bedrag, zou kunnen worden gecompenseerd door besparingen op infrastructurele kosten langs de rivier. Maar belangrijk is dat we niet weten hoe hoog de nettokosten van deze strategie zijn.

De strategie leidt wel tot verbetering van de LNC-waarden langs de dijken. Door de waterstandsverlagingsstrategie wordt ongeveer een derde van de LNC-waarden die bij de huidige dijkverbeteringsstrategie zouden worden vernietigd, gespaard (Bij de strategie 'selectief sparen' is dat de helft). De waterstandsverlagingsstrategie zou echter een grote invloed hebben op de kenmerken van de uiterwaarden. Hoewel het wellicht mogelijk is de landschaps- en de natuurwaarden van de uiterwaarden te verbeteren, kan een dergelijke verbetering niet worden gegarandeerd. En verandering in de huidige situatie zou door velen als een negatieve consequentie worden beschouwd.

Het kan dus de moeite waard zijn om de waterstandsverlagingsstrategie te overwegen. Maar alvorens men hiertoe besluit, dient er meer informatie voorhanden te zijn. De relatieve aantrekkelijkheid van de strategie is afhankelijk van een aantal belangrijke onbekende factoren, waaronder de totale kosten voor het uitvoeren van de strategie en het effect op de LNC-waarden in de uiterwaarden.

### *Locale conclusies*

De hierboven besproken conclusies zijn van toepassing op het gehele onderzoeksgebied. We hebben eveneens de mogelijkheid onderzocht of beleidsopties die bij globale beschouwing misschien niet bruikbaar lijken, wel met succes kunnen worden toegepast in een aantal delen van het onderzoeksgebied. Hierna bespreken we twee van zulke mogelijkheden.

*Regionale veiligheidsnorm.* Bovenstaande discussie maakt duidelijk dat het verlagen van de veiligheidsnorm van 1/1250 over het gehele onderzoeksgebied niet zou leiden tot behoud van een aanzienlijk percentage van de LNC-waarden in het gebied. Maar zou het de moeite waard zijn om de veiligheidsnorm voor een dijkkring in een overwegend landelijk gebied met hoge LNC-waarden omlaag te brengen? In de Tabellen 7.5 en 7.6 wordt informatie gegeven waarmee deze vraag kan worden onderzocht. Hierin worden de afzonderlijke effecten vermeld voor dijkkring 43 (waar zich veel bebouwde stedelijke gebieden langs de Waal bevinden) en dijkkring 52 (een landelijk gebied langs de IJssel met een geringe bevolkingsdichtheid). De scorekaarten tonen aan dat de effecten die voor het gehele studiegebied worden aangetroffen, zich ook bij deze dijkringen voordoen. Zoals in Tabel 7.6 te zien is, zou het verlagen van de veiligheidsnorm van 1/1250 tot 1/500 voor dijkkring 52 het behoud van LNC-waarden met niet meer dan 7 procent doen toenemen, en een netto contante reductiewaarde opleveren van slechts *Mf* 1 aan dijkverbeteringskosten, maar daarnaast zou deze verlaging resulteren in een toename van de netto contante waarde van de voorziene overstromingsschade met *Mf* 110. Door het gebruik van de strategie 'selectief sparen' kunnen ongeveer dezelfde voordelen voor LNC-waarden worden gerealiseerd, terwijl de besparingen aan overstromingsschade door de hogere veiligheidsnormen in alle regio's aanzienlijk zijn.

*Waterstandsverlagingsstrategie.* Langs een aantal delen van de riviersecties kan een waterstandsverlaging door het afgraven van uiterwaarden bijna evenveel behoud van LNC-waarden opleveren als een uitgekiend ontwerp, terwijl de kosten misschien lager kunnen uitvallen. De mate van waterstandsverlaging hangt af van de specifieke riviersecties waar deze zou worden toegepast. Hierbij moet met name aandacht worden besteed aan het effect van deze strategie op de waterstand van nabijgelegen riviersecties.

De strategie kan eventueel worden gecombineerd met uitgekiende ontwerpen om tot een optimaal resultaat te komen. Binnen de beperkingen van het huidige onderzoek was het echter niet mogelijk de twee strategieën (uitgekiend ontwerp en waterstandsverlaging) lokaal te combineren. Hierdoor zijn we niet in staat geweest de combinatie van de strategieën te analyseren. Onderzoek naar dergelijke strategieën zou vruchtbare resultaten kunnen opleveren.

## **7.5 Algemene inzichten die uit de effectenbepaling zijn verkregen**

In deze paragraaf bekijken we de resultaten van de effectenbepaling in het licht van de belangrijkste vragen die de Minister van Verkeer en Waterstaat in verband met dit onderzoek heeft gesteld. De antwoorden die dit project op alle specifieke vragen van de Minister heeft gegeven, zijn vervat in het samenvattende eindrapport.

De belangrijkste vraag van de Minister was of de door de Commissie Becht gemaakte afweging elementen bevatte die in de tussentijd zodanig zijn veranderd dat er aanleiding zou

zijn om nu een andere veiligheidsnorm te kiezen. Indien uitsluitend naar een kosten-batenanalyse van de kosten van dijkaanleg en de baten van de verhoogde bescherming tegen overstroming zou worden gekeken, zijn er voldoende redenen om een strengere norm dan 1/1250 aan te bevelen. Echter, de sterk toegenomen maatschappelijke bezorgdheid omtrent het rivierenlandschap, waarin de dijken zelf kenmerkend zijn voor het landschap en daarnaast een bijdrage leveren aan de natuur- en cultuurhistorische waarden van het gebied, zou eerder aanleiding zijn om een minder strenge norm te hanteren. We zijn evenwel tot de conclusie gekomen dat een lagere veiligheidsnorm niet zonder meer het probleem van LNC-schade als gevolg van de aanleg van dijken zou oplossen; het overstromingsgevaar zou aanzienlijk groter worden, terwijl de toename in behouden LNC-waarden slechts gering zou zijn.

Schade aan LNC-waarden wordt voornamelijk veroorzaakt door dijkversterking, die hoe dan ook noodzakelijk is, ongeacht welke veiligheidsnorm wordt gekozen. Verlaging van de veiligheidsnorm heeft een kleine vermindering van de schade tot gevolg. Er bestaan echter mogelijkheden voor het behoud van LNC-waarden en, tegelijkertijd, handhaving van de huidige veiligheidsnorm, en wel door toepassing van uitgekiende ontwerpen, waarbij moderne technologie wordt gebruikt.

De uitgekiend ontwerp-strategieën zijn duurder dan de standaard ontwerp-strategie. De vraag wordt dus: hoeveel LNC-waarden kunnen tegen welke prijs worden gespaard? Het antwoord is dat voor 75 procent van de te verbeteren dijk lengte (dat wil zeggen de dijkgedeelten zonder knelpunten buiten de stedelijke gebieden) de schade aan de dijken kan worden beperkt tegen verhoudingsgewijs geringe extra uitgaven voor dijkvoorbereiding en -onderhoud (en zonder extra aanlegkosten). Voor de overige 25 procent van de dijk lengte (dat wil zeggen de dijkgedeelten met knelpunten buiten de stedelijke gebieden) kan vrijwel volledige behoud van LNC-waarden worden gerealiseerd tegen iets meer dan twee keer de kosten van standaarddijken. De dijkontwerpen die horen bij de strategie 'selectief sparen', waarmee de helft van de schade wordt vermeden die bij standaardontwerpen optreedt, kosten slechts 35 procent meer dan die standaardontwerpen. De bijlage bij dit document reikt enige ideeën aan over de manieren waarop de voor- en nadelen van deze beleidsopties kunnen worden ingeschat en hoe men tot de keuze van een beleid kan komen.

We hebben tevens onderzocht of het waardevol zou zijn om voor één of meerdere dijkringen een lagere veiligheidsnorm te hanteren. Daarbij zijn we tot de conclusie gekomen dat in het algemeen ongeveer dezelfde LNC-voordelen kunnen worden verkregen door toepassing van uitgekiende ontwerpen, en dat de vermindering van schade door overstromingen bij hogere veiligheidsnormen (in verhouding tot de kosten van het bereiken van zulke normen) voor alle dijkringen aanzienlijk is.

Tabel 7.2

Effect van alternatieve veiligheidsnormen  
(standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)

Item	Veiligheidsnorm		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	372	320	275
alleen te versterken	162	200	203
te verhogen en te versterken	210	120	72
Netto contante waarde verlaging van de schade door overstrooming (Mf)			
8 dijkringen overstroomd	9.170	6.440	0
3 dijkringen overstroomd	6.250	4.440	0
1 dijkring overstroomd	2.190	1.600	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)			
voorbereiding	114	100	84
aanleg	760	665	558
onderhoud	46	46	46
totaal:	920	811	688
LNC-waarden			
landschap	73	77	82
natuur	80	83	87
cultuur-historie	73	77	82

Tabel 7.3

**Effect van uitgekiend ontwerpen**  
(1/1250 veiligheidsnorm, huidige maatgevende afvoer)

Item	Huidig ontwerp	Verbeterde praktijk	Selectief sparen	Alles sparen
Netto contante waarde van dijkverbeteringskosten (Mf)				
voorbereiding	114	129	173	247
aanleg	760	760	1.012	1.597
onderhoud	46	50	57	67
totaal:	920	935	1.242	1.911
LNC-waarden (knelpunten)				
landschap	73	73	87	98
natuur	80	80	90	99
cultuur-historie	73	73	86	98
LNC-waarden (niet-knelpunten)				
behoud bestaande	0	+	+	+
LN-waarden				

Tabel 7.4

Effect van de strategie ter verlaging van MHW  
(1/1250 veiligheidsnorm, standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)

Item	Huidige praktijk	Lager winterbed
Lengte te verbeteren dijk (km)	372	342
alleen te versterken	162	168
te verhogen en te versterken	210	174
 Netto contante waarde van dijkverbeteringskosten (Mf)		
voorbereiding	114	96
aanleg	760	642
onderhoud	46	46
totaal:	920	784
 Kosten van de verlaging van MHW		
investering	0	?
netto contante waarde van de infrastructurele kosten	160	<160
 LNC-waarden (dijken)		
landschap	73	81
natuur	80	86
cultuur-historie	73	79
 Landschaps-, natuur- en cultuur - waarden (uiterwaarden)		
ontwikkelingsmogelijkheden nieuwe LN-waarden	0	++
behoud bestaande waarden	0	--

Tabel 7.5

**Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkring 43  
(standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)**

Item	Veiligheidsnorm		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	108	102	97
alleen te versterken	44	57	65
te verhogen en te versterken	64	45	32
Netto contante waarde verwachte schade door overstroming (Mf)	410	1.000	2.600
Netto contante waarde verlaging van de verwachte schade door overstroming (Mf)	2.190	1.600	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)			
voorbereiding	47	42	39
aanleg	311	278	258
onderhoud	13	13	13
totaal:	371	333	310
LNC-waarden			
landschap	75	79	83
natuur	82	85	88
cultuur-historie	76	80	83



Tabel 7.6

**Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkring 52  
(standaarddijken, huidige maatgevende afvoer)**

Item	Veiligheidsnorm		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	37	37	27
alleen te versterken	31	33	27
te verhogen en te versterken	6	4	0
Netto contante waarde verwachte schade door overstroming (Mf)	90	200	440
Netto contante waarde verlaging van de verwachte schade door overstroming (Mf)	350	240	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)			
voorbereiding	11	11	7
aanleg	72	71	50
onderhoud	6	6	6
totaal:	89	88	63
LNC-waarden			
landschap	72	77	84
natuur	79	82	88
cultuurhistorie	72	77	84

Tabel 7.7

**Effect van een verandering in de maatgevende afvoer  
(standaarddijken, 1/1250 veiligheidsnorm)**

Item	Huidig	Beperkt
Lengte te verbeteren dijk (km)	372	350
alleen te versterken	162	167
te verhogen en te versterken	210	183
Netto contante waarde verlaging in de verwachte schade door overstrooming (Mf)		
8 dijkringen overstroomd	9.170	9.010
3 dijkringen overstroomd	6.250	6.190
1 dijkring overstroomd	2.190	2.190
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)		
voorbereiding	114	102
aanleg	760	682
onderhoud	46	46
totaal:	920	830
LNC-waarden		
landschap	73	78
natuur	80	84
cultuur-historie	73	77

**Bijlage 7A**

**SCOREKAARTEN VOOR GEREDUCEERDE MAATGEVENDE AFVOER**

Tabel 7A.1

**Effect van alternatieve veiligheidsnormen  
(standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)**

Item	Veiligheidsnormen		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	351	290	256
alleen te versterken	167	200	210
te verhogen en te versterken	83	90	46
Netto contante waarde verlaging van de schade door overstroming (Mf)			
8 dijkringen overstroomd	9.010	6.330	0
3 dijkringen overstroomd	6.190	4.400	0
1 dijkring overstroomd	2.190	1.600	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten			
voorbereiding	102	89	80
aanleg	678	595	535
onderhoud	46	46	46
totaal:	826	730	661
LNC-waarden			
landschap	77	81	84
natuur	84	86	89
cultuur-historie	77	80	83

Tabel 7A.2

**Effect van uitgekiend ontwerpen**  
(1/1250 veiligheidsnorm, gereduceerde maatgevende afvoer)

Item	Huidig ontwerp	Verbeterde praktijk	Selectief sparen	Alles sparen
Netto contante waarde van dijk- verbeteringskosten (Mf)				
voorbereiding	102	115	153	219
aanleg	678	678	876	1.320
onderhoud	46	50	56	63
totaal:	826	839	1.085	1.602
LNC-waarden (knelpunten)				
landschap	77	77	88	98
natuur	84	84	91	99
cultuur-historie	77	77	88	98
Landschaps- en natuur- waarden (niet-knelpunten)				
behoud bestaande LN-waarden	0	+	+	+

Tabel 7A.3

**Effect van de strategie ter verlaging van de MHW  
(1/1250 veiligheidsnorm, standaarddijken,  
gereduceerde maatgevende afvoer)**

Item	Huidige praktijk	Lager winterbed
Lengte te verbeteren dijk (km)	351	309
alleen te versterken	168	173
te verhogen en te versterken	183	136
 Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)		
voorbereiding	102	86
aanleg	678	572
onderhoud	46	46
totaal:	811	688
 Kosten van de verlaging van de MHW (Mf)		
investering	0	?
netto contante waarde van de infrastructurele kosten	160	<160
 LNC-waarden (dijken)		
landschap	77	85
natuur	84	89
cultuur-historie	77	82
 Landschaps-, natuur- en cultuur- waarden (uiterwaarden)		
ontwikkelingsmogelijkheden nieuwe LN-waarden	0	++
behoud bestaande waarden	0	--

Tabel 7A.4

**Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkring 43  
(standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)**

Item	Veiligheidsnorm		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	102	98	93
alleen te versterken	57	64	71
te verhogen en te versterken	45	34	22
Netto contante waarde verwachte schade door overstroming (Mf)	410	1.000	2.600
Netto contante waarde verlaging van de verwachte schade door overstroming (Mf)	2.190	1.600	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)			
voorbereiding	41	40	38
aanleg	275	264	254
onderhoud	13	13	13
totaal:	330	317	306
LNC-waarden			
landschap	80	82	84
natuur	85	87	89
cultuur-historie	80	82	84

Tabel 7A.5

**Effect van alternatieve veiligheidsnormen voor dijkring 52  
(standaarddijken, gereduceerde maatgevende afvoer)**

Item	Veiligheidsnorm		
	1/1250	1/500	1/200
Lengte te verbeteren dijk (km)	36	30	23
alleen te versterken	32	30	23
te verhogen en te versterken	4	0	0
Netto contante waarde verwachte schade door overstroming (Mf)	80	170	370
Netto contante waarde verlaging van de verwachte schade door overstroming (Mf)	290	200	0
Netto contante waarde dijkverbeteringskosten (Mf)			
voorbereiding	10	8	7
aanleg	69	56	44
onderhoud	6	6	6
totaal:	85	71	56
LNC-waarden			
landschap	78	82	87
natuur	83	86	90
cultuurhistorie	78	82	87



## Referenties

- Behrends-Ballast, H., *De kapitaalgoederenvoorraad in Nederland*, Statistisch Magazine, nr. 2, 1988.
- Centraal Bureau voor de Statistiek, *Department of Price Statistics, Bureau of Information and Publications*, Voorburg, 1992b.
- Centraal Bureau voor de Statistiek, *Kapitaalgoederenvoorraad-1991*, Voorburg/Heerlen 1991a.
- Centraal Bureau voor de Statistiek, *Statistisch Bestand der Nederlandse Gemeenten nr. 1 (machine leesbare bestanden), CBS View 0.96 (beta versie)*, Voorburg/Heerlen 1991b.
- Centraal Bureau voor de Statistiek, *Statistisch Jaarboek 1992 van Nederland*, Den Haag, 1992a.
- Grondmechanica Delft, *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen: Deelrapport 3, Constructief ontwerp*, Delft, 1993.
- Waterloopkundig Laboratorium & RAND/European-American Center for Policy Analysis, *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen: Hoofdrapport*, Delft, 1993.
- Waterloopkundig Laboratorium, *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen: Deelrapport 2: Maatgevende belastingen*, Delft, 1993.
- Waterloopkundig Laboratorium, *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen: Deelrapport 4: Functies, waarden en procedures*. Delft, 1993.
- Goeller, B.F. et al., *Policy Analysis of Water Management for the Netherlands: Vol. 1, Summary Report*, R-2500/1-NETH, RAND, Santa Monica, 1983.
- Goeller, B.F., A.F. Abrahamse, J.H. Bigelow, J.G. Bolten, D.M. de Ferranti, J.C. De Haven, T.F. Kirkwood, R.L. Petruschell, *Protecting an Estuary from Floods--A Policy Analysis of the Oosterschelde: Vol. 1, Summary Report*, R-2121/1-NETH, RAND, Santa Monica, 1977.
- Hammit, J.K., *Estimating Consumer Willingness to Pay to Reduce Food-Borne Risk*, RAND, R-3447-EPA, 1986.
- Hayes, T.J. and C.B. Tatham, *Focus Group Interviews: A Reader*, American Marketing Association, 1989.
- Knodcl, J.W., V. Sittitjai, and T. Brown, *Focus Group Discussions for Social Science Research: A Practical Guide With an Emphasis On the Topic of Aging*, University of Michigan, Population Studies Center, No. 90-3, 1990.
- Kruger, R.A., *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*, Sage Publications, Newbury Park, CA, 1988.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, *Leidraad voor het Ontwerpen van Rivierdijken, Deel I- Bovenrivierengebied*, 's-Gravenhage, September 1989.
- Commissie Rivierdijken, *"Rapport en bijlagen Commissie Rivierdijken*, Den Haag, 1977.
- Vereniging van Brandassuradeuren in Nederland, *Concept Inboedelmeter*, Bilthoven, 1992.
- Vrouwenvelder, A.C.W.M., *Probabilistic Design of Flood Defences*, TNO rapport B-87-404, Delft, 22 Juni 1988.
- Werkgroep Toetsing Indirecte Primaire Waterkeringen, *Eindrapport Indirecte Primaire Waterkeringen*, RIZA nota 91.038, Mei 1991.

## **Appendix A**

**Gebruik van de scorekaartgegevens ter ondersteuning  
van beleidsbeslissingen**

## Appendix A

### Gebruik van de scorekaartgegevens ter ondersteuning van beleidsbeslissingen

#### A.1 Overzicht

Deze bijlage bevat een geïntegreerd, conceptueel overzicht van de scorekaart-analyse, waarbij informatie is meegenomen die tijdens de bijeenkomsten met focusgroepen naar voren kwam. In brede lijnen worden de mogelijke gevolgen voor de Nederlandse samenleving en de voorkeuren van verscheidene maatschappelijke groepen besproken en getypeerd. Eén en ander dient ter verduidelijking van het beslissingsprobleem waarmee de samenleving zich geconfronteerd ziet en tegelijkertijd als een manier om de mogelijkheden voor een maatschappelijk wenselijke oplossing aan te geven.

Het beslissingsprobleem wordt eerst behandeld alsof er een uniform, landelijk beleid moet worden gekozen. Hierdoor ontstaat een achtergrond en worden onderwerpen verduidelijkt die moeten worden aangepakt wanneer de mogelijkheid van regionale variatie in ogenschouw wordt genomen. Tot slot wordt een discussietechniek besproken – de zogenaamde 'single negotiating text' – die vooruitzichten lijkt te bieden voor het vinden en uitvoeren van een maatschappelijk wenselijk beleid voor de dijkverbeteringen.

#### A.2 Kiezen van een dijkverbeteringsprogramma: uniforme landelijke normen

##### A.2.1 Drie categorieën uitkomsten

De overwegingen ten aanzien van de toekomstige ontwikkeling van dijkverbeteringsbeleid betreffen onder meer twee globale klassen maatschappelijke belangen. De eerste klasse, die wij *uitkomsten* noemen, kan worden beschouwd als de groep uiteindelijke oplossingen van het dijkverbeteringsbeleid voor die gedeelten van het rivierdijkenstelsel die nog moeten worden verbeterd. Voor analysedoeleinden is het zinvol wanneer wij ons op drie categorieën uitkomsten concentreren:

- norm voor de *bescherming* tegen overstroming (aangeduid met P)
- *Kosten* van voorbereiding, aanleg en onderhoud (aangeduid met C)
- *LNC-niveau* (aangeduid met E van 'environment')

De tweede klasse van belangen, door ons *processen* genoemd, omvat de politieke en sociale activiteiten aan de hand waarvan het dijkverbeteringsbeleid wordt bepaald en uitgevoerd.

Onder de term *programma* wordt verstaan een verzameling uitkomsten en met de term *beleid* wordt verwezen naar een verzameling uitkomsten (een programma) in combinatie met de processen waarmee ze worden bereikt.<sup>1</sup>

Het niveau van de bescherming tegen overstroming (ook wel aangeduid met de veiligheidsnorm) wordt bepaald op grond van de 'overschrijdingsfrequentie':  $1/P =$  de gemiddelde kans per jaar op een overstroming. Bijvoorbeeld,  $P$  bedraagt ruwweg 50 voor een aantal dijkvakken die nog moeten worden verbeterd en  $P = 1250$  voor de meeste op de scorekaart voorkomende programma's. Als we  $P_0$  kiezen als symbool voor het huidige of onveranderde niveau (status-quo) van de bescherming tegen overstroming, dan kunnen we de mate van dijkverbetering voorstellen als  $(P - P_0)$ . Een dergelijke verbetering kan worden bereikt door middel van zowel dijkverhoging als -versterking. De 'veiligheid' van een dijk wordt alleen bepaald door de hoogte ervan als de dijk sterk genoeg is om bij waterstanden onder die hoogte bestand te zijn tegen ondermijning of instorting bij alle mogelijke afvoeren. Voor alle in beschouwing genomen programma's is aangenomen dat de dijken, indien nodig, zodanig worden *versterkt*, dat zij de benodigde bescherming bieden. Bovendien is er bij alle betreffende programma's sprake van een veiligheidsnorm van ten minste  $1/200$ , dat als het laagst aanvaardbare norm wordt beschouwd. Om dit te bereiken, moeten alle dijkvakken die niet aan deze norm voldoen, worden verhoogd en/of versterkt.

Uitkomst C omvat alle in geld uitgedrukte, aan dijkverbetering toe te schrijven kosten. Deze betreffen onder meer de kosten van voorbereiding, aanleg (verhoging en/of versterking) en alle onderhoudskosten voor verbeterde dijken naast de kosten die bij de huidige dijken zouden worden gemaakt.

$E$  is een indexcijfer voor de landschappelijke-, natuur- en cultuurhistorische waarde (LNC-waarde) van de rivierdijken en hun naaste omgeving, waarbij hogere niveaus van  $E$  corresponderen met dijken die meer esthetische landschappen, hogere natuurwaarden, of meer cultuurelementen bevatten. Als we  $E_0$  nemen als symbool voor het huidige of onveranderde LNC-niveau, dan is de opoffering van of schade aan LNC ten gevolge van dijkverbetering ( $E_0 - E$ ), en wordt het vermijden van de dergelijke schade aangeduid als het behoud van LNC.

In dit onderzoek zijn de LNC-waarden vooral uitgedrukt als een *schadeverhouding* die op het percentage  $100 (E_0 - E)/E_0$  wordt gesteld. De maatschappelijke kosten van LNC-schade (of, anders gesteld, de maatschappelijke voordelen van het behoud van LNC) worden bepaald door vele kenmerken van de rivierdijken en de naaste omgeving. Naast de maatschappelijke waarde van afzonderlijke LNC-elementen (zoals historische gebouwen, strangen of plantesoorten), kwamen de focusgroepen met verschillende andere belangrijke criteria voor de beoordeling van LNC-waarden voor de dag; bijvoorbeeld een holistische beschouwing van de rivierdijken en hun omgeving, behoud van natuurlijk erfgoed en verscheidenheid. Voor analysedoeleinden is het zinvol om de vele LNC-bepalende overwegingen als één indexcijfer te behandelen. Maar in een succesvol dijkverbeteringsbeleid dient zeer uitgebreid en zorgvuldig aandacht te worden

---

<sup>1</sup> De term *beleid*, zoals die hier wordt gebruikt, voegt dus een procesdimensie toe aan de veiligheidsnorm en aan de strategiedimensies in de definitie die in het overgrote deel van dit rapport wordt gebruikt. De term *programma* heeft hier dezelfde betekenis als hetgeen we eerder *beleid* noemden.

besteed aan de problemen die zich bij het bepalen van de maatschappelijke waarde van LNC-uitkomsten voordoen.

Het kiezen van een verzameling uitkomsten (C,E,P) vereist aandacht voor twee soorten afruilmogelijkheden (trade-offs): degene die worden bepaald door wat technisch haalbaar is, en degene die afhangen van de voorkeuren van de samenleving (dat wil zeggen wat maatschappelijk wenselijk is). De haalbare keuzes hangen af van: fysische factoren (verhogingen en locaties van dingen die een economische of LNC-waarde hebben en die beïnvloed worden voor overstroming of dijkverbetering; factoren die bepalend zijn voor de kansverdeling van de rivierafvoeren op verschillende tijden); technologische factoren die bepalend zijn voor de stand van de techniek in het ontwerp en de aanleg van dijken; en economische factoren als de kosten van aanlegwerkzaamheden. De maatschappelijke wenselijkheid van een haalbare optie hangt af van de voorkeuren van de samenleving en de groepen die hen vertegenwoordigen. De scorekaart verduidelijkt haalbare opties, terwijl de analyse met de focusgroepen een uitgangspunt biedt voor het bepalen van groepsvoorkeuren. Het samenvoegen van dergelijke informatie belicht de aard van de beleidsuitdaging en geeft een idee van de wijze waarop deze kan worden aangegaan.

De uitdaging bestaat uit het kiezen van een maatschappelijk aanvaardbaar beleid uit de haalbare opties op dat gebied. Van een maatschappelijk aanvaardbaar beleid (een verzameling uitkomsten en processen) is sprake, als er rekening wordt gehouden met de belangrijkste meningen en belangen van de betrokken groepen. Zodra elke groep akkoord kan gaan met een beleid, dan is het maatschappelijk aanvaardbaar. Indien er geen algemeen bevredigend beleid voorhanden blijkt te zijn, moet het te kiezen beleid, wil het maatschappelijk aanvaardbaar zijn, kunnen worden gezien als een maatschappelijk gepast compromis tussen tegengestelde groepsvoorkeuren (ten aanzien van uitkomsten en processen).

### **A.2.2 Afruilmogelijkheden tussen veiligheidsniveau en kosten, zonder te letten op LNC-waarden**

De scorekaart geeft voor de geselecteerde programma's voor rivierdijkenverbetering een nauwkeurige beschrijving van haalbare combinaties van P en C evenals van de bijbehorende niveaus van LNC-elementen. We bekijken eerst de haalbare afruilmogelijkheden (trade-offs) tussen P en C.

Kosten worden uitgedrukt in de huidige (verdisconteerde) waarde van de gulden. De implicaties van normen van bescherming tegen overstroming (normaal gesproken  $P = 1250$ ) worden ook uitgedrukt in hedendaagse guldens door ze weer te geven als voordelen van bescherming tegen overstroming in verhouding tot de status-quo.

De voordelen van het verhogen van P vanaf  $P_0$  (waardoor de kans op een overstroming in elk willekeurig jaar afneemt) zijn te danken aan vermindering van het verwachte aantal dodelijke slachtoffers, gewonden en schade aan bezittingen. Stel  $D(P)$  geeft de huidige (verdisconteerde) waarde weer van de verwachte schade als gevolg van een overstroming in de toekomst. Formeel kan  $D(P)$  worden weergegeven als:

$$D(P) = \sum_{t=1}^T \beta^t (1/P) D_t$$

waarbij:

- t        de jaren aanduidt (t = 0 is 1992)
- T        = de tijdshorizon (aantal jaren)
- $\beta$         =  $1/(1 + r)$  = de disconteringsfactor (r is de discontovoet)
- 1/P      = p = de kans op overstroming per jaar
- $D_t$      = de waarde (in guldens) van de schade indien er in jaar t een overstroming plaatsvindt.

Het voordeel van het veranderen van de overschrijdingsfrequentie van  $1/P_0$  naar  $1/P$  is het verschil tussen de verdisconteerde, verwachte schade bij de huidige dijken en die bij de verbeterde dijken:

$$B(P) = D(P_0) - D(P) = \sum_{t=1}^T \beta^t (1/P_0) D_t - \sum_{t=1}^T \beta^t (1/P) D_t$$

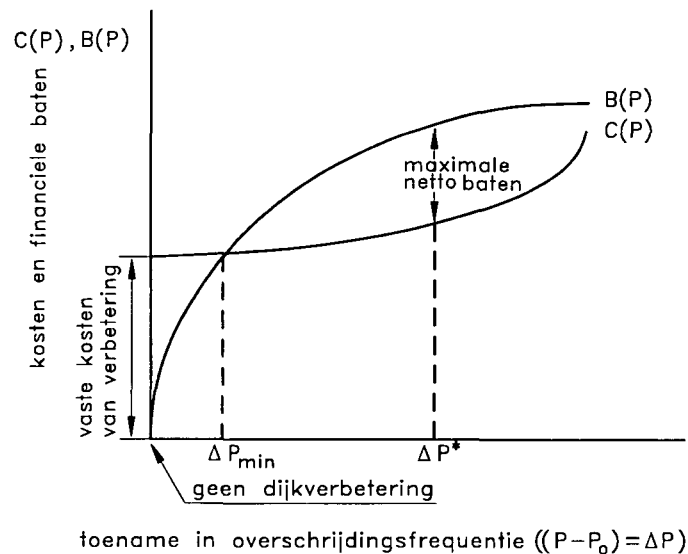
De functie  $B(P)$  wordt aangeduid met 'winstfunctie' (benefit function).

Merk op dat (a) de eerste term in deze uitdrukking groter is dan de tweede in alle gevallen waarin  $P > P_0$ ; (b) de eerste som niet afhangt van  $P$ ; en (c) de tweede som in afnemende mate kleiner wordt naarmate we  $P$  verhogen. De eigenschappen (a) en (c) houden in dat er positieve voordelen verbonden zijn aan het verhogen van  $P$  vanaf  $P_0$  en dat die voordelen in afnemende mate toenemen.

De scorekaart voor veiligheidsnormen specificceert enkele van de waarden voor de bovengenoemde 'winstfunctie', toont de bijbehorende kosten en biedt een illustratie van de eigenschappen van  $B(P)$ . Bijvoorbeeld, volgens de scorekaart in bovenstaande Tabel 7.2 zou het verhogen van de veiligheidsnorm van  $1/200$  naar  $1/500$  (een verhoging van  $P$  van 200 naar 500) voordelen ten bedrage van Mf 6440 opleveren, waarbij de kosten Mf 123 belopen. Met andere woorden,  $D(200) - D(500) = \text{Mf } 6440$  en  $C(500) - C(200) = \text{Mf } 124$ . Deze scorekaart laat ook zien dat een verdere verhoging van de veiligheidsnorm tot  $1/1250$  (dat wil zeggen een verhoging van  $P$  van 500 naar 1250, een beduidend grotere verhoging van  $P$ ) lagere oplopende voordelen oplevert ( $D(500) - D(1250) = \text{Mf } 2730$ , met bijbehorende kosten ten bedrage van Mf 109). In totaal zijn er positieve, oplopende voordelen verbonden aan het verhogen van de veiligheidsnorm; het voordeel van een bepaalde verhoging van  $P$  is kleiner naarmate  $P$  groter is; maar in de reeks van  $P$  tussen 200 en 1250 zijn de voordelen van het verhogen van  $P$  veel groter dan de bijbehorende kosten van voorbereiding, aanleg en onderhoud van verbeterde rivierdijken.

Het verhoogt het inzicht om eerst de kosten en voordelen van het verhogen van  $P$  tegen elkaar af te wegen in een wereld waarin dijkverbetering niet van invloed is op LNC. Onder dergelijke omstandigheden zou het niveau van  $P$  optimaal zijn, als de daarmee samenhangende nettovoordelen van dijkverbetering maximaal zijn. De netto voordelen worden aangeduid met:  $B(P) - C(P)$ . Dit probleem en de oplossing ervan worden geïllustreerd in Figuur A.1.

In deze figuur wordt de verhoging van  $P$  vanaf het huidige niveau horizontaal aangegeven, terwijl de voordelen en kosten van deze verhogingen verticaal worden aangegeven. De hoofdkenmerken van de  $C(P)$ -functie zijn (a) dat de kosten van zelfs zeer geringe verbeteringen in  $P$  hoog zijn, deze worden in de figuur benadrukt weergegeven als de vaste kosten van dijkverbetering; en (b) dat de kosten van het verhogen van  $P$  langzaam toenemen bij betrekkelijk lage  $P$ -niveaus. De kwalitatieve kenmerken van de 'winstfunctie' worden rechtstreeks afgeleid van de bovenstaande formule voor  $B(P)$ : a)  $B(P_0) = 0$ ; b)  $P$  verhogen vanaf  $P_0$  betekent onder meer voortdurende toenames in  $B(P)$ ; en c) de helling van  $B(P)$  staat in verhouding tot  $p = 1/P$ .



Figuur A.1 Optimaal beschermingsniveau, waarbij LNC buiten beschouwing blijft

Zoals geïllustreerd in Figuur A.1 nemen, als men bij  $P_0$  begint, de voordelen van de vergroting van  $P$  betrekkelijk snel met  $P$  toe, terwijl de kosten betrekkelijk langzaam stijgen. Een gevolg van de aanwezigheid van hoge vaste kosten is echter dat betrekkelijk lage toenames van  $P$  (vooral een toename die kleiner is dan  $\Delta P_{\min}$ ) meer kosten met zich meebrengen dan voordelen opleveren.

Binnen dit verbeteringsgebied brengen toenames van  $P$  dus onvoldoende verlaging van de verdisconteerde, verwachte overstromingsschade teweeg om de kosten eruit te halen, zelfs wanneer we een eventuele bijkomende LNC-opoffering buiten beschouwing laten, zoals dat hier het geval is. Daarom zijn toenames van  $P$  tot dergelijke lage niveaus de moeite niet waard (de status-quo zou nog steeds de voorkeur verdienen).

Aangezien de voordelen van het verhogen van  $P$  tot 200 meer bedragen dan de bijbehorende kosten, luidt onze conclusie dat  $P_{\min} < 200$ . Dus kunnen we ons richten op hogere niveaus van veiligheidsverbetering; die niveaus waarbij de (geldelijke) voordelen van het verhogen van  $P$  vanaf  $P_0$  meer bedragen dan de kosten ervan. Al deze niveaus van  $P - P_0$  zouden de

voorkeur verdienen boven de status-quo in een wereld waarin de keuze van P geen invloed zou hebben op LNC. Als er geen sprake was van zulke invloeden op LNC, zou het P-niveau optimaal zijn op het punt waarop de nettovoordelen van het verhogen van P maximaal zijn. Deze mate van verbetering in de overschrijdingsfrequentie wordt in de figuur met  $\Delta P^*$  aangeduid. Deze kan worden gevonden door te kijken naar het niveau van  $P - P_0$ , waarbij de hellingen van de functies  $B(P)$  en  $C(P)$  gelijk zijn. Dit punt heeft als eigenschap dat de marginale kosten van het verhogen van P precies gelijk zijn aan het marginale voordeel, en kan op deze manier worden berekend. Volgens de op de scorekaart samengevatte analyses is het marginale voordeel bij 1250 nog steeds veel groter dan de marginale kosten; derhalve kan  $P^*$  veel hoger zijn dan 1250 en kan zelfs hoger zijn dan het niveau  $P = 3000$ , die ook door de Commissie Becht is onderzocht (en als norm gehanteerd werd voordat de commissie Becht geïnstalleerd werd).

### A.2.3 Afruilmogelijkheden tussen kosten, LNC-waarden en veiligheidsnormen

Voor analysedoeleinden bekijken wij vier maatschappelijke groeperingen met verschillende voorkeuren voor de (C,E,P) waarden voor rivierdijken. Terwijl zowel C en P in gemeenschappelijke eenheden kunnen worden vergeleken (de netto contante waarde van de gulden), worden ze afzonderlijk vergeleken bij het behandelen van de groepsvoorkeuren omdat de financiële maatschappelijke voordelen ( $B(P)$ ) en kosten ( $C(P)$ ) van verhogingen van P niet in vaste verhoudingen toekomen aan, of voor rekening komen van individuen of groepen.

De voorkeuren van groepen worden besproken in termen van de voorkeuren van de afzonderlijke leden, waarvan wordt aangenomen dat ze hetzelfde zijn binnen groepen. De sociale groepen zijn zodanig gedefinieerd, dat ze, ten minste voor een deel, de tegenstellingen weerspiegelen die in de openbare discussie over rivierdijkenbeleid naar voren komen. Een belangrijk punt wat betreft groepsvoorkeuren is de bereidheid om één van de uitkomsten op te offeren om meer te krijgen van een ander. Vooruitlopend op onze latere bespreking van de technieken voor het oplossen van geschillen, geven we voor deze groepen ook enige voorkeuren aan voor lokale òf aan nationale strategieën.

De vier groepen en hun hoofdbelangen zijn:

- a. *De natuurbeschermers/milieubeschermers (N).*  
De leden van deze groep hechten het meest aan E, maar erkennen dat dijkverbetering met als gevolg een sterke toename in P wenselijk is. Zij vrezen dat toenames in P zwaar ten koste gaan van LNC. De N-groep maakt zich betrekkelijk weinig zorgen over C en de kwestie lokaal versus nationaal laat hen koud.
- b. *Bewoners (R).*  
De mensen die langs of in de buurt van een rivierdijk wonen zijn erg bezorgd over zowel P als E. De overstromingen van de afgelopen paar generaties wegen sterk mee in hun overtuiging dat dijkverbeteringen wel wat mogen kosten en dat ze zondig best ten koste mogen gaan van E. Naar hun mening schieten met name de P-normen tekort die de door henzelf of hun voorouders meegemaakte overstromingen evenmin zouden hebben voorkomen. De afvoer van 1926 (de grootste van de afgelopen eeuw) was ruwweg een 1/250-afvoer. Voor het bereiken van een dergelijk P-niveau zijn dijkverhogingen noodzakelijk (ten minste versterking op vele plaatsen), hetgeen wil



zeggen dat de R-groep  $P_0$  (het huidige niveau van bescherming tegen overstroming) onaanvaardbaar vindt. De in 1977 voorgestelde veiligheidsnorm ( $P = 1250$ ) lijkt aanvaardbaar voor R; deze groep zou lichte opofferingen van het milieu aanvaarden om dat P-niveau te bereiken. Ten slotte is de R-groep erg bezorgd over de lokale autonomie voor wat betreft afwegingen met betrekking tot waar men woont en men zou er absoluut tegen zijn als er over hun lot werd beslist door middel van een landelijk beleid waarin geen rekening is gehouden met hun regionale belangen.

c. *Belastingbetalers (T).*

Alle Nederlanders hebben, zij het in verschillende mate, ten minste één belang ten aanzien van het beleid ten aanzien van rivierdijkverbeteringen gemeen: de kosten die ze gezamenlijk moeten dragen. De belastingbetalers betrekken de maatschappelijke zorg over C in de analyse. Terwijl het hun in eerste instantie gaat om het beperken van C, is men bereid geld uit te geven aan P als het economisch voordeel ervan duidelijk is. Bovendien is men bereid geld uit te geven aan E, vooral wanneer hierdoor maatschappelijke eensgezindheid ontstaat. De belastingbetalers zijn vóór een landelijke beslissing waar het uitgaven aan C betreft, maar zijn bereid andere groepen te laten bepalen hoe C wordt verdeeld tussen het behoud van E en toename in P.

*Activisten (A).*

Politieke actiegroepen zijn vooral geïnteresseerd in het behoud van E. Zij zijn zo overtuigd van deze noodzaak, dat zij vraagtekens plaatsen bij de stelling dat dijkverbetering wenselijk is, en van mening zijn dat alle aspecten eerst zorgvuldig moet worden onderzocht. Dit onderzoek dient zich niet alleen te richten op elk dijkvak afzonderlijk, maar ook op andere mogelijkheden. P en C zijn hen om het even, zo lang E hoog wordt aangeslagen. Het is mogelijk dat zij de status-quo prefereren boven elk ander haalbare uitkomst.

Zoals de bovenstaande discussie aangeeft, heeft een groot deel van de tegenstellingen tussen de groepen te maken met hun verschillende voorkeuren voor E ten opzichte van P. De analyses op de scorekaarten geven echter aan dat *binnen het gebied van de maatschappelijk aanvaardbare P-niveaus*, er praktisch geen ruimte is om E en P tegen elkaar af te wegen. Op beslissingsniveau gaat het in principe om het tegen elkaar afwegen van E en C, zoals besproken in hoofdstuk 7 en aangegeven in scorekaart-Tabel 7.3.

Deze beweringen worden achtereenvolgens toegelicht.

*Haalbare afruitmogelijkheden tussen I en P.* De belangen van de vier hierboven besproken maatschappelijke groepen betreffen onder meer de juiste keuze tussen E en P. Maar binnen elk P-gebied dat maatschappelijk aanvaardbaar is voor de N- en de R-groep brengt het verhogen van P een slechts een zeer geringe toename in opoffering van E met zich mee. Dit kan als volgt worden uitgelegd:

- De bedreiging voor het behoud van LNC is grotendeels te wijten aan het feit dat de bestaande dijken flink moeten worden versterkt om de P-niveaus te bereiken, gegeven de huidige hoogten;
- De bij de huidige dijken mogelijke P-niveaus zijn volgens alle groepen behalve wellicht A onvoldoende;
- Het verhogen van de huidige dijken om P aanzienlijk te vergroten tot een niveau dat algemeen aanvaardbaar wordt gevonden, vergt een relatief zeer kleine inspanning

(bijvoorbeeld 50 cm extra verhoging om P te vergroten van 500 naar 1250 en erg weinig extra breedte voor de benodigde versterking).

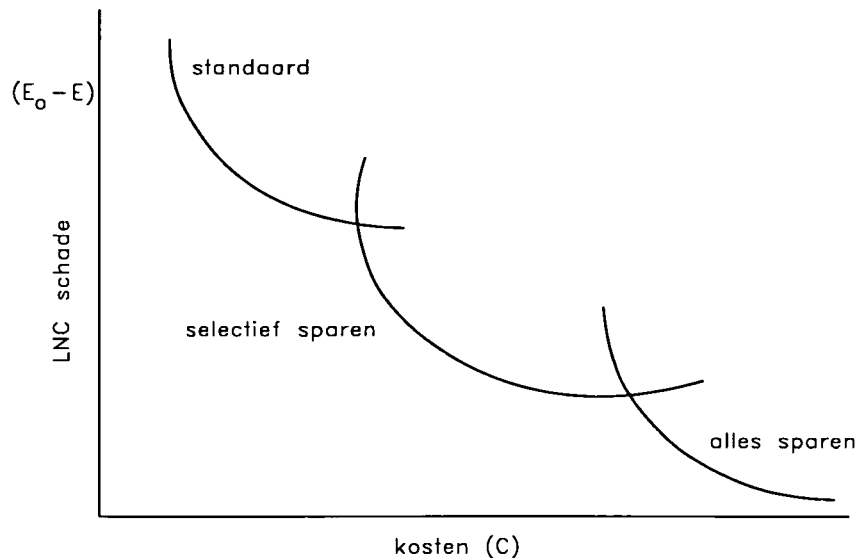
Zoals we eerder al concludeerden, komt het er in het kort op neer dat verlagingen van P binnen het maatschappelijk aanvaardbare P-gebied weinig voordeel opleveren voor het behoud van LNC; er bestaat geen wezenlijk conflict tussen P en E in het betreffende gebied.

*Het cruciale compromis: E versus C.* Dit betekent echter niet dat bedreigingen voor LNC niet ter zake doen. In feite vormen ze een kritische kwestie; voor een aantal strategieën geldt namelijk dat het vergroten van P tot binnen het maatschappelijk aanvaardbare gebied sterk ten koste zou gaan van LNC. Bijvoorbeeld, één van de manieren om bestaande dijken flink te versterken is ze te verbreden door ze op te vullen met grond. Echter, indien alle nog te verbeteren dijken op deze wijze zouden worden versterkt, zou dit aanzienlijke LNC-schade opleveren. Zo zouden afzonderlijke LNC-elementen aan of grenzend aan bestaande dijken (zoals historische gebouwen of wielen) verdwijnen of veranderen, en het landschap zou aanmerkelijk veranderen en de diversiteit ervan verloren gaan (om plaats te maken voor monotone, met schapen bevolkte grashellingen).

Er zijn echter ook andere, zij het duurdere, manieren om dijken te versterken. Eigenlijk kan P met een wat grotere inspanning (door 'uitgekiender' te werk te gaan) zo worden verhoogd, dat dit minder ten koste van LNC gaat. Het is zinnig om de standaard-, 'selectief sparen' en 'alles sparen' strategieën die in dit onderzoek worden bekeken, te beschouwen in de zin van de hier geïntroduceerde concepten. Bij een bepaald P-niveau (een constante P), bijvoorbeeld  $P = 1250$ , geldt:

- *'Standaard' strategie* gaat gepaard met technieken die betrekkelijk weinig kosten, zoals het aanzienlijk verbreden van bestaande dijken, maar leiden tot betrekkelijk grote opofferingen van E vanaf  $E_0$  (d.w.z. gaan gepaard met betrekkelijk hoge  $(E_0 - E)/C$  verhoudingen).
- *'Selectief sparen' strategie* gaat gepaard met duurdere technieken (bijvoorbeeld het toepassen van een binnenberm) en gaat minder ten koste van E (d.w.z. gaat gepaard met betrekkelijk lage  $(E_0 - E)/C$  verhoudingen).
- *'Alles sparen' strategie* gaat gepaard met nog duurdere technieken (zoals een mechanische te verheffen kering om schade aan LNC te voorkomen) maar biedt mogelijkheden voor flinke verhogingen van P die in zeer geringe mate ten koste gaan van E (dat wil zeggen gaan gepaard met extreem lage verhoudingen).

Figuur A.2 is een afbeelding van de mogelijkheden voor het behoud van LNC (bedoeld wordt: het voorkomen van de opoffering ervan). De curves in de figuur staan voor de haalbare afruilmogelijkheden tussen C en E, waarbij gebruik wordt gemaakt van kwalitatief verschillende strategieën of verzamelingen technieken. Een dergelijke familie van curves zou behoren bij een constant P-niveau. Echter, zoals hierboven besproken, gaat in het maatschappelijk aanvaardbare P-gebied een verhoging van P slechts in zeer geringe mate ten koste van E. Dus als bijvoorbeeld de curves in Figuur A.2 behoren bij  $P = 1250$ , dan zouden de bij  $P = 500$  behorende curves iets boven de in de figuur afgebeelde curves liggen (bij een aanzienlijk lager P-niveau zouden we tot iets kleinere opofferingen van LNC kunnen komen bij een bepaald kostenniveau).



Figuur A.2 Kosten van het behoud van LNC

Kort samengevat stelt de analyse het volgende vast:

- Bij een groot P-gebied zijn de oplopende financiële voordelen van het verhogen van P veel hoger dan de oplopende (geldelijke) kosten.
- Alle maatschappelijk aanvaardbare P-niveaus leiden tot aanzienlijke LNC-schade als er standaardtechnieken worden gebruikt.
- In het maatschappelijk aanvaardbare P-gebied leveren verlagingen van P slechts een kleine vermindering van LNC-schade op.
- In het maatschappelijk aanvaardbare P-gebied kan opoffering van LNC worden gematigd of vermeden door C te verhogen.

Dus als het P-niveau moet worden verhoogd tot een willekeurig maatschappelijk aanvaardbaar niveau, brengt dit weinig extra kosten met zich mee als het tot een zeer hoog niveau wordt verhoogd; bijvoorbeeld,  $P = 1250$ .

Dat wil zeggen dat het kernpunt hier bestaat uit een compromis tussen C en E. Aangezien alle groepen (N, R en A) voor hogere E-niveaus zijn, dringt de vraag zich op of een acceptabele minimale LNC-opoffering kan worden bereikt bij kosten die voor de belastingbetalers aanvaardbaar zijn. Laten we twee gevallen bekijken:

*Geval I: Alle groepen zijn tevreden met een uniform, landelijk programma.*

Volgens Figuur A.2 is het uitsluitend mogelijk tot een zeer geringe LNC-opoffering te komen door gebruik te maken van de 'alles sparen' strategie, waaraan relatief hoge kosten zijn verbonden. Alle groepen kunnen alleen tevreden zijn als de belastingbetalers akkoord kunnen gaan met de kosten van de 'alles sparen' strategie (kostbare uitgekiende dijkontwerpen). Dit is onwaarschijnlijk, ook al zouden de kosten van de 'alles sparen' strategie (kostbare uitgekiende dijkontwerpen) slechts iets meer bedragen dan het dubbele van de kosten van standaarddijken, in plaats van het door anderen geschatte tienvoudige of grotere verschil.

*Geval II: Een compromis is vereist om tot een uniform, landelijk beleid te komen.*

Als de kosten van de 'alles sparen' strategie niet aanvaardbaar zijn voor de belastingbetalers, moet er iets worden prijsgegeven. In dat geval gaat het om het vinden van het juiste evenwicht tussen de conflicterende voorkeuren van de groepen. Daartoe dienen de beleidmakers de (hierboven beschreven) voorkeuren van de groepen en de aan de groepen toe te kennen prioriteiten in aanmerking te nemen bij het vinden van een compromis.

Tot nu toe hebben we het probleem echter behandeld als ware het een probleem van het moeten kiezen van één, voor het gehele land geldende (C,E,P) combinatie. Dat is geen probleem zolang (zoals in geval I) alle groepen akkoord gaan met het toepassen van de strategie 'alles sparen' en dus gebruik te maken van uitgekiende ontwerpen in alle vakken die nog moeten worden verbeterd. Maar als de kosten van dat programma op bezwaren stuit, is het van belang een andere mogelijkheid in overweging te nemen. Zo is met name het toepassen van uitgekiende ontwerpen voor dijken op althans een paar plaatsen (en het handhaven van LNC-waarden op de huidige niveaus op die plaatsen) een potentieel aanvaardbare optie. Het is wellicht aanmerkelijk maatschappelijk aanvaardbaarder om te kiezen voor de 'selectief sparen' strategie dan helemaal af te zien van de 'alles sparen' strategie (hetgeen betrekkelijk goedkoop zou zijn) of de strategie 'alles sparen' overal toe te passen (hetgeen onaanvaardbaar duur kan zijn).

### **A.3 Kiezen van een dijkverbeteringsprogramma: regionale variatie**

Wij hebben gesteld dat het wenselijk zou kunnen zijn om op sommige plaatsen minder kostbare uitgekiende ontwerpen voor dijken te maken, en op andere plaatsen kostbare uitgekiende dijkontwerpen. Technisch is het echter ook mogelijk dat P per plaats varieert en deze mogelijkheid wordt hier ook in beschouwing genomen. Deze paragraaf bevat een voorstel voor toepassing van een concept voor regionale variatie, waarmee op verscheidene zaken licht wordt geworpen.

#### **A.3.1 Een voorstelling van de implicaties van regionale variatie**

Laten we, ter vergemakkelijking van de discussie, aannemen dat het niveau van de bescherming tegen overstroming en LNC afzonderlijk voor elke *locatie*  $i$  kunnen worden gekozen en dat het nuttig is om de kosten over de locaties te verdelen. Op deze manier kan een dijkverbeteringsprogramma worden gezien als het kiezen van verzamelingen  $\{C_i, E_i, P_i\}$ , één voor elke locatie waar de dijken nog moeten worden verbeterd.

Locaties kunnen bijvoorbeeld worden opgevat als regio's, provincies, dijkkringen of dijkvakken. De mate van detail waarin de variatie per locatie het best kan worden geanalyseerd is onduidelijk en dient eventueel verder te worden onderzocht. Om de uiteenzetting concreet en niet te ingewikkeld te maken, zijn wij uitgegaan van variatie per dijkvak, maar waarschijnlijk gelden alle argumenten voor andere interpretaties van 'locaties'.

De maatschappelijk juiste keuze van elke  $\{C_i, E_i, P_i\}$  hangt af van een veelheid van factoren die als volgt kunnen worden bepaald. De *netto maatschappelijke bijdrage* van het dijkverbeteringsprogramma voor vak  $i$  (de uitkomsten  $\{C_i, E_i, P_i\}$  in verhouding tot hun huidige niveaus) bestaat uit drie elementen:

- Voordelen van bescherming tegen overstroming die groter zijn vergeleken met de status-quo;
- Kosten van voorbereiding, aanleg en onderhoud die hoger liggen vergeleken met de status-quo;
- De niet in geld uit te drukken kosten van het verlagen van LNC uitgaande van het huidige niveau.

Net als in het geval van uniforme, landelijke programma's, zijn de voordelen van het niveau van bescherming tegen overstroming voor vak  $i$  gelijk aan de huidige waarde van de afname in de verwachte overstromingsschade. Deze worden weergegeven als  $B_i(P_i)$ . Verhoging en verbreding van een dijkvak (dit betekent vergroting van  $P_i$ ) kan overstroming van de gehele aan het vak grenzende dijkkring voorkomen; dus  $B_i(P_i)$  omvat alle potentiële overstromingsschade binnen de betreffende dijkkring.

De kosten van voorbereiding, aanleg en onderhoud hangen af van zowel  $P_i$  en  $E_i$ , en worden dus weergegeven als  $C_i(P_i, E_i)$ . Deze kosten nemen toe bij verhogingen van  $\delta E_i$  of  $\delta P_i$ . In het eerste geval zijn de kostentoenames het gevolg van verhoging en versterking, in het tweede geval van het feit dat uitgekiende ontwerpen duurder zijn.

De kosten van opofferingen van LNC kunnen niet rechtstreeks worden vergeleken met  $B_i(P_i)$  en  $C_i(P_i, E_i)$ , omdat deze niet in guldens zijn weergegeven. Niettemin is het zinnig ervan uit te gaan dat ze wel in guldens *zouden kunnen* worden weergegeven, omdat de voor ons liggende beleidskwesties kunnen vereisen dat er een keuze wordt gemaakt tussen haalbare combinaties van de drie uitkomsten en iedere keus met zich meebrengt dat LNC ten minste impliciet in guldens wordt gewaardeerd. In dit verband worden de (onbekende en wellicht niet te kennen) kosten van LNC-verlies in dijkvak  $i$  weergegeven als  $f_i(E_{0i} - E_i)$ , waarbij  $E_{0i}$  het onveranderde LNC-niveau in vak  $i$  voorstelt en  $f_i$  een toenemende functie is (de reden ervan bestaat uit het LNC-verlies in vak  $i$  en het feit dat de LNC-kosten toenemen naarmate  $E_i$  daalt).

Het is zinvol om deze stukjes in elkaar te passen. Als  $V_i$  de netto maatschappelijke bijdrage is van de verbetering van vak  $i$ , dan geldt:

$$V_i = B_i(P_i) - C_i(E_i, P_i) - f_i(E_{0i} - E_i).$$

Deze simpele vergelijking blijkt zinvol te zijn voor een begrip van de factoren die bepalen hoe de juiste mate van bescherming tegen overstroming en LNC-behoud per locatie kan variëren.

### A.3.2 Redenen voor wenselijke regionale variatie

Een dijkverbeteringsprogramma voor vak  $i$  kan worden gezien als een expliciete keuze van  $P_i$  en  $E_i$  en een daaruit voortvloeiend  $C_i$ -niveau. Laten we, ter verduidelijking van de factoren die regionale variatie in  $P_i$  en  $E_i$  zouden kunnen verklaren, uitgaan van een basiscase-programma, met  $P_i = 1250$  en een bepaald type strategie voor uitgekiend dijkontwerp, waarbij  $E_i = E_{si}$ . Alternatieven voor de basiscase betreffen onder meer afwijkingen van  $P_i$ ,  $E_i$  of van beide waarden.

De volgende twee vragen zijn van cruciaal belang:

- Moet  $P_i$  lager zijn dan 1250?
- Moet dijkvak  $i$  'uitgekiend' worden ontworpen?

In principe kunnen beide vragen met ja of nee worden beantwoord, afhankelijk van de elementen van  $V_i$  zoals hierboven in detail beschreven. En aangezien deze elementen per dijkvak waarschijnlijk sterk verschillen, is het misschien opportuun om  $P$  te laten variëren per locatie en op sommige locaties *minder* kostbare uitgekiende dijkontwerpen toe te passen en op andere kostbare uitgekiende ontwerpen.

Deze analyse wordt sterk vereenvoudigd door van twee veronderstellingen uit te gaan die in dit toetsingsonderzoek naar voren zijn gekomen. Zoals hierboven besproken, biedt een verlaging van  $P$ , van bijvoorbeeld 1250 naar 500, erg weinig ruimte voor verlaging van de dijkhoogte (misschien 50 cm) en eveneens weinig ruimte voor versmalling en is dus van geringe betekenis voor de LNC-waarde of voor de kosten van een verschuiving van minder kostbare uitgekiende naar kostbare uitgekiende dijkontwerpen. Daarom wordt aangenomen dat binnen het betreffende  $P_i$ -gebied (a) de LNC-waarde niet verandert door de keuze van  $P_i$ , waardoor de ontwerpstrategie constant blijft; en (b) de kosten van het overstappen van minder kostbare uitgekiende naar kostbare uitgekiende ontwerpen onafhankelijk zijn van het  $P$ -niveau.

De kracht van deze veronderstellingen is gelegen in het feit dat we de twee vragen onafhankelijk van elkaar kunnen benaderen. Laten we ze achtereenvolgens bekijken.

*Beslissing 1: Moet  $P_i$  lager zijn dan 1250?* Het verlagen van  $P$  bespaart voorbereiding, aanleg en onderhoud ( $C_i(E_i, P_i)$  zal afnemen), maar zal ook ten koste gaan van de voordelen van bescherming tegen overstroming ( $B_i(P_i)$  zal eveneens afnemen). De kwalitatieve kenmerken die in Figuur A.1 staan afgebeeld (hetgeen hierboven is besproken alsof er één, landelijk  $P$ -niveau zou moeten worden gekozen) gelden evenzeer voor de keuze van  $P_i$ . Kijk dus naar Figuur A.1, waarbij  $(P - P_0)$  verandert in  $(P_i - P_0)$ ,  $B(P)$  in  $B_i(P_i)$  en  $C(P)$  in  $C_i(P_i)$ .

Voor het verbeteren van dijkvak  $i$  worden hoge vaste kosten gemaakt, tenzij  $P_i$  wordt verlaagd tot het niveau van de status-quo. Aangezien er zich in alle dijkringen zeer waardevolle goederen bevinden die beschadigd zouden raken of verloren zouden gaan bij een overstroming, is het niet aanvaardbaar uit te gaan van  $P_i = P_0$  (dat wil zeggen besluiten dijkvak  $i$  niet te verbeteren). Maar als een dijkvak toch al moet worden verbeterd, zijn de extra kosten van de verbetering vrij laag in vergelijking met de voordelen ervan. Dus om feitelijk dezelfde redenen dat het juist zou zijn te kiezen voor een vrij hoog landelijk, uniform  $P$ -niveau, blijkt er erg weinig voordeel te bestaan als  $P_i$  beneden een (vrij hoog) landelijk, standaardniveau wordt vastgesteld, terwijl het nadeel daarvan aanzienlijk zou zijn.

*Beslissing 2: Moet dijkvak i uitgekiend worden ontworpen?* De kwalitatieve kenmerken van het compromis tussen  $C_i$  en  $E_i$  worden uitstekend gekarakteriseerd in Figuur A.2, waarbij de waarden op bekende wijze worden geherinterpreteerd. Verschuiving van een *minder* kostbare uitgekiende naar kostbare uitgekiende ontwerp voor dijkvak  $i$  leidt tot verhoging van de voorbereidings-, aanleg- en onderhoudskosten ( $C_i(E_i, P_i)$  zal, misschien wel dramatisch, toenemen), maar voorkomt LNC-schade die zou ontstaan als er voor uitgekiende dijkontwerpen zou worden gekozen (bijvoorbeeld  $f_i(E_{0i} - E_{si})$  daalt tot bijna nul).

De extra kosten van kostbare uitgekiende dijkontwerpen per kilometer (door bijvoorbeeld een ander trace te kiezen) variëren waarschijnlijk niet veel per dijkvak. Maar de maatschappelijke waarde van het opofferen van  $(E_{0i} - E_{si})$ , d.w.z.,  $f_i(E_{i0} - E_{si})$ , zou sterk kunnen variëren. Factoren die wel eens tot een verhoging van deze waarde zouden kunnen bijdragen, zijn onder meer:

- Aantal LNC-elementen dat verloren zou gaan indien uitgekiende ontwerpen zouden worden gebruikt
- Historische, culturele, landschappelijke of ecologische bijzonderheid van deze elementen
- De lokatie van het dijkvak
- De voorkeuren van de bewoners van de regio

De eerste twee verzamelingen factoren worden gemakshalve samen besproken. Een verschuiving van *minder* kostbare uitgekiende dijkontwerpen naar kostbare uitgekiende dijkontwerpen brengt in elk geval één soort voordeel met zich mee, ongeacht LNC-elementen die in de buurt van een dijkvak aanwezig zijn: namelijk het verminderen van de maatschappelijk onwenselijke verandering. Maar bij sommige dijkvakken zou door de aanleg van kostbare uitgekiende dijkontwerpen ook worden voorkomen dat historische gebouwen worden afgebroken of verplaatst, het ecosysteem wordt verstoord of een zeer pittoresk of beroemd landschap wordt veranderd. De maatschappelijke waarde van het behoud van dergelijke LNC-elementen in dijkvak  $i$  zou afhangen van het aantal en het onderscheidende karakter (of, meer in het algemeen, de kwaliteit) ervan. Voorbeelden van elementen met bijzonder veel maatschappelijke waarde zijn onder meer gebouwen waar buitengewoon belangrijke of bekende historische gebeurtenissen hebben plaatsgevonden, elementen die voorkomen in bekende of geliefde schilderijen, zeldzame plantensoorten en speciale of waardevolle recreatieterreinen.

De geografische locatie van een dijkvak is om schijnbaar subtielere redenen van belang. Als de eerste twee factoren constant worden gehouden, hangt de maatschappelijke waarde van het behoud van de bedreigde LNC-elementen langs een dijkvak af van de geografische locatie, omdat (a) de LNC-waarde afhangt van de aanwezigheid van gevarieerd natuurschoon langs de dijk, en (b) de locatie de afstand van het dijkvak tot bevolkingscentra bepaalt en dus het aantal mensen dat ermee te maken heeft en derhalve belang heeft bij het behoud van de LNC-waarden.

De voorkeuren van plaatselijke bewoners zijn van belang voorzover plaatselijke bewoners meer gewicht ontlenen aan de maatschappelijke waardering van de lokale LNC-elementen dan andere Nederlanders; dat wil zeggen de bijbehorende mate van regionale of lokale autonomie.

## A.4 Hoe kan een aanvaardbaar uitkomst worden gevonden en uitgevoerd?

Een aanvaardbaar resultaat is een compromis tussen verschillende belangen. Als de kosten van een landelijk, uniform beleid gericht op de 'alles sparen' strategie (kostbare uitgekende dijkontwerpen) onaanvaardbaar zijn, moeten de belastingbetalers bereid zijn een zware last te dragen en dienen de andere groepen gezamenlijk te beslissen (binnen de door de beschikbare gelden gestelde grenzen) in welke dijkvakken kostbare uitgekende dijkontwerpen worden toegepast, waarbij enige opoffering van LNC-waarden op andere plekken moet worden geaccepteerd. Deze situatie wordt doorgaans als een onderhandelingsituatie met meerdere partijen beschouwd, waarbij de ene groep de voorkeuren van de andere niet kent en de kosten van een impasse voor alle groepen onaanvaardbaar zijn. Dergelijke onderhandelingen zijn echter dermate complex, dat directe discussies met meerdere partijen misschien geen effectieve methode zijn om een wederzijds aanvaardbare oplossing te vinden.

Een onderhandelingsstechniek die de 'single negotiating text' (SNT) of ook wel 'single scripting' wordt genoemd, lijkt beduidend meer perspectief te bieden in dit opzicht. De SNT-techniek houdt onder meer in dat er een onderhandelaar is die met elke groep apart overlegt om zo hun voorkeuren te vernemen, vervolgens één voorstel opstelt en dit aan elke groep afzonderlijk ter bestudering aanbiedt. Elke groep bespreekt afzonderlijk met de tussenpersoon wat men goed vindt aan het voorstel en wat men als de grootste manco's beschouwt. Vervolgens gebruikt de tussenpersoon deze informatie bij het opstellen van een tweede voorstel dat voor alle betrokken partijen minstens evenveel voordelen biedt dan het vorige. Dit proces gaat door totdat het niet langer mogelijk lijkt om het betreffende voorstel ten gunste van alle partijen aan te passen, waarop de partijen worden gestimuleerd het voorstel aan te nemen en bijeen te komen (eventueel voor de eerste keer) om het te bekrachtigen.

De SNT-techniek is met groot succes gebruikt door de Amerikaanse bemiddelaars tijdens de Israëliisch-Egyptische onderhandelingen in 1978. De techniek lijkt hier om een aantal redenen perspectief te bieden:

- Wat betreft resultaten: SNT heeft elke deelnemende groep iets te bieden, in tegenstelling tot (bijvoorbeeld) het meerderheidsprincipe, waarbij sommige groepen met lege handen kunnen achterblijven. De Nederlandse maatschappij wordt doorgaans getypeerd als een flexibele en naar consensus strevende maatschappij. Daarom zullen resultaten die met de SNT-techniek worden bereikt waarschijnlijk op een breed draagvlak kunnen rekenen.
- Wat het proces betreft, geeft SNT alle groepen inspraak en kunnen de groepen herhaaldelijk hun voorkeuren uitspreken, terwijl ze op de hoogte blijven van de ontwikkeling van het voorstel. Deze aspecten van het proces komen tegemoet aan vele van de procedurele bezwaren die sommige groepen te kennen hebben gegeven.
- In het proces is ruimte voor regionale autonomie bij het kiezen van gebieden waar LNC-waarden volledig intact moeten worden gelaten, terwijl er toch rekening wordt gehouden met de meningen en belangen van de deelnemers aan diverse focusgroepen. Tegelijkertijd kan daarbij landelijke consensus vereist zijn voor de totale uitgaven voor behoud van LNC-waarden en de verdeling ervan over de regio's, hetgeen erg belangrijk kan zijn voor de belastingbetalers.



- Met behulp van SNT wordt persoonlijk contact tussen mensen met tegengestelde belangen tot een minimum beperkt, waardoor er minder conflicten ontstaan. Vele van de partijen die aan de discussie over rivierdijken deelnemen, zijn al eens betrokken geweest bij confrontaties; deze geschiedenis zou de vooruitgang in de directe onderhandelingen kunnen verstoren. Met SNT speelt dit probleem minder, terwijl er toch rekening wordt gehouden met alle belangen van de diverse groepen.

Het proces kan door bepaalde maatregelen vooruit worden geholpen. Het kan bijvoorbeeld wenselijk zijn dat de bemiddelaar 'nationale monumenten' vaststelt en voorstelt dat het behoud daarvan wordt gefinancierd uit een nationaal fonds, voordat de resterende financiële middelen over de regio's worden verdeeld. Bovendien is het waarschijnlijk raadzaam dat de overheid niet van tevoren het maximum bedrag bekend maakt dat zij bereid is toe te kennen aan het behoud van LNC-waarden. Deze reserves, waarvan bij een dergelijke maatregel impliciet wordt uitgegaan, kunnen oordeelkundig als 'strooppotjes' worden gebruikt in latere onderhandelingsronden, wanneer soms met een goed geplaatste lik stroop overeenstemming kan worden bereikt.

Een resultaat waar alle partijen mee akkoord kunnen gaan, kan alleen totstandkomen als de bemiddelaar er bij het opstellen van ter overweging voor te leggen voorstellen voor zorgt dat de ene groep niet onevenredig veel moet toegeven aan een andere. Om uiteindelijke overeenstemming te bereiken, moet zeer waarschijnlijk aan dit criterium worden voldaan, en tussenvoorstellen die dit principe schenden, zullen gauw een ondermijnd effect blijken te hebben op de billijkheid die ontevreden groepen tot dan toe aan het proces toekenden. Met dit idee van eerlijkheid als leidraad, zou de bemiddelaar iedere groep een grote mate van inspraak geven in het proces van het zoeken naar een oplossing die de door financiële beperkingen geïmpliceerde grenzen niet overschrijdt maar elke groep toch een redelijk resultaat biedt.

## **Appendix B**

### **Het verzekeren van rivierinundatie in Nederland**

## APPENDIX B

### HET VERZEKEREN VAN RIVIERINUNDATIE IN NEDERLAND<sup>1</sup>

Richard S.J. Tol  
Instituut voor Milieuvraagstukken  
Vrije Universiteit Amsterdam  
November 1992

#### B.1 Inleiding

De rivierdijken in Nederland zijn te laag, het overstromingsrisico is te groot. Het Nederlandse rivierenlandschap is wonderschoon, rustieke winterdijken, geflankeerd door eeuwenoude bebouwing en met bijzondere planten begroeid, die al kronkelend de grens demarkeren tussen de unieke natuur van de uiterwaarden en de landelijke rust van de rivieroever. De dijken moeten hoger, zwaarder en breder. Rivierdijkversterking gaat ten koste van een uniek landschap; laat de dijken zoals ze zijn, de overstromingsrisico's worden wel verzekerd.

Ziehier het probleem in een notedop. Deze studie gaat in op de laatste zin van de eerste alinea: *is het mogelijk de risico's van rivierinundatie te verzekeren? En, zo ja, op welke wijze en tegen welke kosten?* De gedachte om bij risico management, bijvoorbeeld in geval van natuurrampen, te denken in termen van verzekeren en de overweging om daarmee tot een afweging te komen tussen preventieve en effectgerichte maatregelen is recent aan de orde gesteld door Vellinga (1992). Deze studie draagt bouwstenen aan voor het maken van die afweging. De keus tussen preventieve dijkverzwaring en effectgericht verzekeren is een politieke en zal derhalve niet in deze studie gemaakt worden.

De opbouw van dit rapport is als volgt. Na de inleiding wordt een schets gegeven van de huidige Nederlandse situatie rond overstromingsrisico's en het verzekeren hiervan. Het Nederlandse beleid is gericht op het minimaliseren van dit soort risico's. Eventueel ontstane schade wordt door geen enkele verzekering gedekt. Vervolgens worden de mogelijkheden om deze lacune in de schadedekking te vullen onderzocht. Het blijkt dat gebeurtenissen met een lage frequentie in de tijd en een gelokaliseerde trefgroep de (huidige) principes van de verzekeraarheid geweld aandoen. In de vierde paragraaf worden mogelijke alternatieven tegen het licht gehouden. Behoudens het mogelijkwijs afdekken van kleinere overstromingen en een deel van de schade van grotere, naar bijvoorbeeld Amerikaans voorbeeld, blijkt de verantwoordelijkheid uiteindelijk toch terecht te komen op de schouders van de overheid. Of zij deze verantwoording wil dragen is een politieke keuze. Internationale samenwerking en selectieve preventie kunnen door risicospreiding en -vermindering soelaas bieden. In de conclusie worden de belangrijkste punten nog eens op een rijtje gezet.

De gevolgde methode is deze. Deskundigen uit het (internationale) bedrijfsleven en de wetenschap zijn naar hun kennis en mening in deze problematiek gevraagd. Door de beperkte tijd die ter beschikking stond voor het onderzoek is het aantal geïnterviewden gering. De Amerikaanse wetgeving op het gebied van overstromingsrisico's en het verzekeren van de resulterende schade is bestudeerd. Pogingen om de officiële mening van het Nederlandse

---

<sup>1</sup> De inhoud van deze appendix valt geheel onder de verantwoordelijkheid van de auteur.

resulterende schade is bestudeerd. Pogingen om de officiële mening van het Nederlandse verzekeringswezen in deze te achterhalen stuiten op de vertrouwelijkheid van de ondernomen studies.

## B.2 Huidige situatie

De huidige situatie in Nederland ten aanzien van overstromingsrisico's en schade als gevolg van overstromingen is als volgt. De Nederlandse Staat stelt bij wet een bovengrens aan de kans op overstroming en is zodoende verplicht alles in het werk te stellen om de kans op inundatie terug te brengen tot het wettelijk vastgestelde streefcijfer. Gezien de grote onzekerheid ten aanzien van de berekeningen van de werkelijke kansen geniet de overheid een zekere vrijheid in het interpreteren van deze verplichting. De aanleiding tot deze hele discussie is echter de weerstand tegen de dijkverhogingen zoals voorzien door de Waterschappen en Rijkswaterstaat. Deze dijkverhogingen brengen de kans op overstroming terug van 1/100 à 1/200 naar het wettelijke 1/1250.

Naar aanleiding van de watersnoodramp in Zeeland van februari 1953 hebben de Nederlandse brandverzekeraars in 1956 besloten schade door overstroming uit de polissen te weren. De reden hiervoor was dat de onberekenbaarheid van zowel schade als frequentie de continuïteit van het verzekeringsbedrijf in gevaar zou brengen. Dit bindende besluit is inmiddels ingetrokken, op last van de Europese anti-kartelwetgeving. Na een (vertrouwelijke) studie van de Vereniging Brandassuradeuren Nederland is echter een verzoek aan de Europese Commissie gericht tot vrijstelling op dit punt, gezien de unieke geografische situatie van Nederland (Van Zutphen, 1992).

Samengevat is de huidige situatie als volgt. De Nederlandse zoetwaterkeringen voldoen niet aan de wettelijke eisen terwijl de schade van eventuele zoetwaterinundatie niet door de verzekeraars gedekt wordt. Momenteel zijn processen gaande om het eerste tegen te gaan door middel van dijkversterking en het tweede te handhaven via een dispensatie van de Europese Commissie.

## B.3 Mogelijkheid tot verzekeren

Zoals blijkt uit de vorige paragraaf acht het Nederlandse verzekeringswezen overstromingsrisico's in principe onverzekerbaar. Hoe reëel dit is wordt behandeld in deze paragraaf.

Rivierinundaties, bij de toestand van de dijken van de afgelopen eeuwen, zijn zeldzaam. Schattingen lopen uiteen van eens in de honderd tot eens in de tweehonderd jaar, maar de onzekerheid hierover is groot. Als de dijken doorbreken is de schade enorm. Een flinke polder onder water kost al gauw een slordige 4,3 miljard gulden, zo blijkt uit een vertrouwelijk rapport. Enige voorlopige schattingen van het Waterloopkundig Laboratorium [Breusers, persoonlijke communicatie] duiden op een schade van 10 tot 50 miljard gulden als een aantal dijkkringen in de Betuwe e.o. tegelijkertijd overstroomt. Deze ramingen betreffen niet alleen de directe schade maar tevens productieverliezen; het neemt immers enige tijd voordat het water weggepompt en de schade verholpen is.

Als we uitgaan van een overstromingskans van 1/50 (veiligheidshalve), een proportionele groei van verzekerd bedrag en premie en een gelijke disconto-voet voor schade en premie, dan volgt, uit het gelijkstellen van de (verwachte) netto contante waarden, een premie van 200 miljoen tot één miljard gulden per jaar (uitgaande van een schade van 10 tot 50 miljard gulden). De jaarlijkse verzekeringspremie is in dezelfde orde van grootte als de (éénmalige) kosten van dijkversterkingen [Breusers, persoonlijke communicatie].

Volgens een hoge functionaris van een grote Nederlandse (her)verzekeraar echter, druist het karakter van lage kans - grote schade in tegen de grondslagen van de verzekeraarbaarheid. Verzekeraar zijn die fenomenen die met een zekere regelmaat een klein, aselekt deel van de totale, bedreigde groep treffen. Men denke hierbij bijvoorbeeld aan brandgevaar; elke dag wordt een klein deel van de bevolking getroffen door brand; aangezien een ieder dit risico loopt kunnen voldoende fondsen verzameld worden om de schade van de getroffen te dekken. Als velen zich verzekeren tegen bijvoorbeeld brand spreekt men van een groot 'draagvlak'. Verzekeraar is de individuele schade van het collectieve risico; de schade wordt gemutualiseerd over de risicogroep. Overstroming treft een selecte groep in zijn totaal. Het draagvlak voor een dergelijke verzekering is derhalve te klein. Additioneel is het probleem dat de grote tijdspanne tussen het optreden van dergelijke rampen elke bedrijfs-economische garantie overschrijdt. Bovendien is de huidige financiële draagkracht van het totale Nederlandse verzekeringswezen slechts een fractie van de bovengenoemde schades. In het internationale herverzekeringsbedrijf zou ook weinig belangstelling bestaan voor de lokale problemen van Nederland.

De heer M. Narger (Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, de op één na grootste herverzekerder ter wereld) acht de mogelijkheid tot het internationaal herverzekerden van dergelijke grote en gelokaliseerde risico's 'doubtful'.

Prof. drs. Alting-von Geusau (hoogleraar Actuarieel aan de Universiteit van Amsterdam) is van mening dat deze problematiek de grenzen van de verzekeraarbaarheid overschrijdt. De risico's en onzekerheid hierin zijn dusdanig groot dat het particuliere verzekeringswezen onmogelijk is een dergelijke verzekering op verantwoorde wijze af te sluiten.

Kortom: het risico is groot, het draagvlak is klein, de schade is groot, de frequentie is laag en de onzekerheid is groot. Het particulier verzekeren van de risico's van zoetwaterinundatie bij particuliere verzekeringsmaatschappijen kan derhalve als zeer twijfelachtig bestempeld worden. De volgende paragraaf bestudeert een aantal mogelijke alternatieven om toch tot een soort verzekering te komen.

## B.4 Mogelijke alternatieven

In de Verenigde Staten van Amerika bestaat een verplichte verzekering tegen overstromingsschade in risicovolle gebieden. De verzekerde betaalt premie aan een particuliere verzekeringsmaatschappij; de federale overheid stort een bedrag, proportioneel met de premie, in een nationaal fonds. Schade wordt deels door de verzekeraar en deels door de overheid vergoed. Nauwkeuriger bestudering van de wetgeving (FEMA, 1991a & b) leert echter het volgende. Ten eerste wordt veel nadruk gelegd op preventie van overstromingen en beperking van de schade mocht er toch iets misgaan. Gebouwen die niet aan de strenge bouwvoorschriften voldoen worden niet verzekerd. De voorschriften behelzen niet alleen de constructie van

de gebouwen maar eveneens de activiteit die plaatsvindt in het gebouw. Activiteiten die niet noodzakelijkerwijs in het risicovolle gebied geschieden worden niet gedekt. Overstromingen als gevolg van te kort schieten van preventieve maatregelen of gebrek aan onderhoud zijn niet verzekerd. Ten tweede wordt alleen fysieke schade aan gebouwen en interieurs gedekt. Gederfde inkomsten vallen niet onder de polis. Ook voor het interieur gelden strikte regels; niet noodzakelijk betekent niet gedekt. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld schilderijen en postzegelverzamelingen. In de derde plaats bestaat er een eigen risico. De eerste \$ 500 zijn voor rekening van de verzekerde. Ook bestaat er een uitkeringslimiet, zowel individueel als totaal. Grote individuele schade wordt slechts tot een bepaald bedrag vergoed maar veel belangrijker is dat dit ook voor collectieve schades het geval is. Kortom, de Amerikaanse wetgeving is toegesneden op kleinschalige schades. Rampen van grotere omvang komen geheel voor rekening van de gedupeerden en de overheid. Volgens de bovengenoemde functionaris wordt een dergelijk systeem ook in Frankrijk toegepast.

Een soortgelijke constructie zou eventueel ook mogelijk zijn in Nederland. Het Nederlandse verzekeringswezen houdt officieel echter vast aan het uitgangspunt van de onverzekerbaarheid van overstromingsrisico's. Desalniettemin meldde de heer M. Narger dat er ten tijde van dit onderzoek vanuit Nederland een herverzekeringcapaciteit van 300 à 400 miljoen gulden voor overstromingsrisico's wordt gezocht. De maximale uitkering per verzekerde bedraagt rond de ton voor een huis plus de helft hiervan voor het interieur. De maximale totale uitkering is beperkt tot het bovenstaande bedrag. Premie en eigen risico zijn naar draagkracht.

Deze constructie dekt derhalve geenszins de totale schade van een grote overstromingsramp. Het gezicht wordt daarom gewend naar de overheid. Particulier internationaal herverzekeren is ook voor de overheid waarschijnlijk niet haalbaar (Narger) ook al daar de overheid direct de schadekans kan beïnvloeden door middel van dijkversterkingen of het achterwege laten van onderhoud (eerder genoemde hoge functionaris). Bovendien impliceert de overheid als verzekerde een minimaal draagvlak bestaande uit één enkel individu. Verschillende overheden met verschillende risico's kunnen eventueel wel een groter draagvlak opleveren. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat er altijd een eigen risico zal blijven bestaan; zo is van de totale schade, \$ 25 miljard, ten gevolge van de orkaan Andrew 'slechts' veertig procent, \$ 10 miljard, uitgekeerd (bovengenoemde functionaris).

Samenwerking tussen verschillende nationale overheden in een onderlinge verzekering betekent ook het vergroten van het draagvlak, het mutualiseren van het risico (Jansen, 1989). Dit is echter geen sinecure, zeker gezien de tijdschaal waarop dergelijke gebeurtenissen plaatshebben. Het Verdrag van Maastricht (Titel VI, Hoofdstuk I, Artikel 103A, Lid 2) biedt wat dit betreft weinig soelaas. Indien een lidstaat in moeilijkheden raakt als gevolg van natuurrampen kan de Raad van Ministers, op voorstel van de Europese Commissie, met gekwalificeerde meerderheid van stemmen besluiten tot financiële bijstand, onder bepaalde, niet nader genoemde voorwaarden. Het betreft hier duidelijk een intentieverklaring die tot niets verplicht. Op termijn zijn verdere afspraken mogelijk. Op langere termijn kunnen ook ontwikkelingslanden in deze betrokken worden: landen als Bangladesh, Egypte en China kennen immers dezelfde problemen als Nederland.

Er blijven dus slechts enkele opties over. De overheid creëert hetzij uit algemene middelen, hetzij uit lokatiegerichte belastingen een fonds ter dekking van de schade. De gelden in dit fonds kunnen niet in het binnenland belegd worden aangezien ze op korte termijn vrijgemaakt moeten kunnen worden. Een dergelijke grootschalige operatie kort na een grote ramp zou

waarschijnlijk een recessie veroorzaken. Deze optie impliceert gedwongen besparingen gecombineerd met kapitaal export. Dit heeft eveneens macro-economische implicaties. De overheid is hiermee haar eigen verzekeraar en gelijk de grootste in Nederland. Opvallend hierbij is de circulariteit van de redenering. Het risico, welke beïnvloed wordt door de overheid, is bepalend voor de premie welke vastgesteld wordt door de overheid.

Een andere optie is dat de overheid zich garant stelt voor de schade en afwacht wat er komen gaat. Als de ramp plaatsvindt, vergoedt de overheid de schade uit de eventuele internationale steun. Het restbedrag wordt geleend op de internationale geldmarkt. Ook dit scenario kent serieuze macro-economische implicaties.

Een derde optie is het inperken van kansen en schade. Selectieve dijkverhogingen en compartimentering van dijkringen verkleint de kans op overstroming en de schade in geval van overstroming. Ook maatregelen verder stroomopwaarts zijn denkbaar, zoals bijvoorbeeld herbebossing in de Alpen (Alting-von Geusau). Verkleinen van het risico, kans maal schade, levert meer ruimte tot verzekeren, ook particulier, en verlaagt de premies. Een mix van de drie opties behoort natuurlijk ook tot de mogelijkheden.

Samengevat komt het hier op neer. Het bedrijfsleven biedt geen mogelijkheid tot het volledig verzekeren van overstromingsrisico's, ook niet met steun van de overheid, tenzij de risico's ingeperkt worden. Internationaal verdelen van de risico's biedt vooralsnog onvoldoende zekerheid. Wat rest is het vrijmaken van fondsen, afwachten wat er gaat gebeuren of dijkversterkingen.

## B.5 Conclusie

De belangrijkste punten van dit rapport zijn dat in Nederland overstromingsrisico's momenteel niet worden verzekerd en de Nederlandse verzekeraars deze situatie gaarne gehandhaafd zien. Particulier verzekeren van dergelijke zeldzame, grootschalige en plaatsgebonden gebeurtenissen is mogelijk indien de schadekans en de schade zelf ingeperkt worden; anders dekt deze vorm van verzekeren slechts een fractie van de ontstane schade. Ook als de Staat zelf als verzekeraar optreedt, zal preventie noodzakelijk zijn om de macro-economische gevolgen in de hand te houden. Op termijn kan in een internationaal samenwerkingsverband eventueel een grotere spreiding van het draagvlak gevonden worden. Met deze conclusie zijn we terug bij de inleiding, de afweging tussen de nadelen van dijkversterking en het accepteren van het risico; verzekeren biedt slechts zekerheid in combinatie met preventie.

## Dankwoord

De auteur spreekt hierbij zijn dank uit aan de geïnterviewde deskundigen voor hun medewerking, aan zijn collegae, drs. H.M.A. Jansen, dr. H. Verbruggen, ir M.T. van Wees en prof.dr.ir P. Vellinga, voor ondersteuning en discussie.

Special thanks are due to Ms. Kathryn L. Ries of the U.S. Department of Commerce (NOAA/NOS/IAS) for her efforts to trace and forward the information on the U.S. national flood insurance legislation.

## Referenties Appendix B

- FEMA - Federal Emergency Management Agency (1991a), *National Flood Insurance Program Revised through December 31, 1990*.
- FEMA - Federal Emergency Management Agency (1991b), *National Flood Insurance Program and Related Regulations (revised as of October 1, 1991)*.
- Jansen, H.M.A. (1989), *Financieel-Economische Risicolimiet*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Staatsuitgeverij/DOP, Den Haag.
- Raad van de Europese Gemeenschappen/Commissie van de Europese Gemeenschappen (1992), *Verdrag betreffende de Europese Unie*, Bureau voor Officiële Publicaties der Europese Gemeenschappen, Luxemburg.
- Vellinga, P. (1992), *De Aarde is niet verzekerd*, Inaugurele rede, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Zutphen, L.M.H. van (1992), Rede ter gelegenheid van de jubileumbijeenkomst van de Verenigde Reassurantie Makelaars B.V. op 3 september 1992 te Amsterdam.



## **Colofon**

### **WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM**

Hoofdkantoor:  
Rotterdamseweg 185, Delft  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon: (015) 56 93 53  
telefax: (015) 61 96 74

Locatie 'De Voorst'  
Voorsterweg 28, Marknesse  
postbus 152  
8300 AD Emmeloord  
telefoon: (05274) 29 22  
telefax: (05274) 35 73

### **EAC/RAND**

European-American Center for Policy Analysis  
p/a TU Delft  
Stevinweg 1  
2628 CN Delft  
telefoon: (015) 785411  
telefax: (015) 781788

### **GRONDMECHANICA DELFT**

Stieltjesweg 2  
postbus 69  
2600 AB Delft  
telefoon: (015) 693 500  
telefax: (015) 610 821

### **b.v. bureau sme**

Canisiussingel 26  
postbus 256  
6500 AG Nijmegen  
telefoon: (080) 22 39 38  
telefax: (080) 24 19 71

### **Hamhuis + van Nieuwenhuijze + Sijmons**

Laan van Chartroise 168  
postbus 10156  
3505 AC Utrecht  
telefoon: (030) 445757  
telefax: (030) 446677

*Informatie over het onderzoek is te verkrijgen bij:*

Voorlichting Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Plesmanweg 1-6  
2597 JG Den Haag  
telefoon: (070) 3517120 / 3517710  
telefax: (070) 3516868