

TNO



EEN VERKENNEND ONDERZOEK NAAR  
METHODEN TER BEPALING VAN DE  
INUNDATIESCHADE BIJ DIJKDOORBRAAK

(Verkorte versie van het gelijkmatige  
rapport \*\*) d.d. 21-09-1982)

J.A. Duiser \*)



postbus 217  
2600 AE delft

bezoekadres  
schoemakerstraat 97

telex 38071 zptno  
telefoon 015 - 56 93 30

\*) Dr J.A. Duiser,  
TNO Division of Technology  
for Society,  
Department of Industrial Safety,  
Apeldoorn, The Netherlands

\*\*) TNO, Hoofdgroep Maatschappelijke  
Technologie (Apeldoorn);  
Rapport 82-0644

Ref. nr. : 84-03821  
Dossiernr.: 8727-11313  
Datum : 02-04-1984

„Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar  
gemaakt door middel van druk, foto-  
copie, microfilm of op welke andere  
wijze dan ook, zonder voorafgaande  
toestemming van TNO.”

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten  
en verplichtingen van opdracht-  
gever en opdrachtnemer verwezen  
naar de „Algemene Voorwaarden  
voor Onderzoeks- en Ontwikke-  
lingsopdrachten aan TNO, 1979”  
dan wel de desbetreffende terzake  
tussen partijen gesloten overeen-  
komst.

INHOUD

	blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. HET AANTAL DODEN ALS GEVOLG VAN EEN OVERSTROMING	6
3. MATERIËLE SCHADE	8
3.1 De maximale schade	8
3.2 De schadefactoren	11
4. TOEPASSING VAN DE METHODIEK VOOR ENKELE KARAKTERISTIEKE GEBIEDEN	15
4.1 Landbouw- en veeteeltgebieden	
4.2 Industriegebieden	16
4.3 Bebouwde terreinen (excl. industrieterreinen)	17
5. CONCLUSIES	19
6. LITERATUUR	20

## SAMENVATTING

Dit rapport is een verkorte versie van een in 1982 uitgebracht rapport over een verkennend onderzoek naar een methode ter bepaling van inundatieschade.

Bij de studie is in hoofdzaak gebruik gemaakt van de berekeningsmethode beschreven in een rapport van de Provinciale Griffie Gelderland, van een onderzoek in Engeland en van gegevens over de schade ten gevolge van inundaties in Z.W.Nederland (1953), de Wieringermeer (1945) en Tuindorp-Oostzaan (1960).

Op grond van deze gegevens werd een raming van de inundatieschade gemaakt voor gebieden die qua bodemgebruik duidelijk zijn gekarakteriseerd (landbouw, industrie, wonen).

## 1. INLEIDING

De werkgroep "Probabilistische methode" van de Technische Adviescommissie voor Waterkeringen (TAW-10) stelt zich tot een van haar taken het formuleren van een filosofie voor het ontwerpen van veilige en economisch verantwoorde constructies van waterkeringen in Nederland. Hierbij zullen de kosten van een bepaalde dijkverhoging moeten worden afgewogen tegen de schade die bij het falen van de dijk wordt aangericht [1].

Een onmisbaar element hiervoor is een effect/gevolg-studie waarin deze schade wordt geraamd. Deze schade wordt bepaald door factoren die kunnen worden onderscheiden in twee groepen:

- A. Factoren die het inundatieproces beschrijven:  
het waterpeil, de stroomsnelheid, de waterkwaliteit.
- B. Factoren die de structuur van het overstroomde gebied bepalen:  
de bevolkingsdichtheid, de bebouwing, de bestaansmiddelen,  
waarschuwings- en reddingsmogelijkheden.

De onderhavige studie beperkt zich tot B.

Schade kan bestaan uit letsel (meestal letaal) en materiële schade. Voor elk van deze soorten schade is gezocht naar een verband met de inundatieparameter, waarvan in eerste instantie de inundatiediepte is beschouwd.

Over de te verwachten schade bij overstromingen vanuit rivieren zijn o.a. in Engeland en de Verenigde Staten studies gemaakt. Een researchproject in Engeland, gesteund door "National Environment Research Council" en "Middlesex Polytechnic" heeft enkele jaren geleden geresulteerd in de uitgave van een handboek voor technieken van schaderaming bij overstromingen, geschreven door Penning-Rowell en Chatterton [2]. Deze technieken berusten op inventarisatie en taxatie van de in het te onderzoeken gebied aanwezige goederen, door middel van interviews.

Methoden waarbij is uitgegaan van meer algemene (gemiddelde) schadebedragen en die daardoor sneller (maar meer globale) resultaten geven voor Nederlandse riviergebieden werden ontwikkeld door de Provinciale Griffie Gelderland [3] en door De Quelerij [4]. Voor gebieden achter zeedijken zijn gegevens beschikbaar in de documentatie over de inundatie van de Wieringermeer in 1945 en (vooral) over de stormramp in 1953 die een groot

deel van Zuidwest Nederland onder water zette. Aanvullende gegevens levert de overstrooming van de Amsterdamse wijk Tuindorp-Oostzaan in 1960, die het gevolg was van een rivierdijk-doorbraak.

Het doel van deze verkennende studie is om, op basis van bovengenoemde gegevens en ideeën, een algemene methodiek op te stellen voor een schade-raming op grond van inundatieparameters.

## 2. HET AANTAL DODEN ALS GEVOLG VAN EEN OVERSTROMING

Het maken van een raming van het aantal slachtoffers bij een dijkdoorbraak stuit op veel onzekerheden. Gegevens kunnen vrijwel uitsluitend worden ontleend aan de stormramp van 1953 in Zuidwest Nederland, maar deze kunnen wegens veranderde omstandigheden (communicatiesystemen, verkeersmogelijkheden) niet zonder meer worden toegepast. Toch is getracht om deze gegevens te benutten bij onderzoek naar eventuele relaties tussen de inundatieparameters en de schade (het aantal doden).

Voor dit doel verschaffen de op het totale rampgebied betrekking hebbende gegevens [7, 8] slechts globale informatie. Meer gedetailleerd zijn de gedenkboeken van de drie meest getroffen eilanden [9, 10, 11]. Hieruit wordt het volgende beeld verkregen:

- a. De wat de verdrinkingen betreft meest getroffen gemeenten werden in korte tijd overspoeld.
- b. De meeste verdrinkingen vonden plaats in de buitenwijken. In de hoger gelegen dorpskern die langer droog bleef speelde het verrassingselement een minder overheersende rol.
- c. Sommige (vooral grote) gemeenten aan de kust hadden relatief weinig verliezen.

In dit stadium van onderzoek werd hoofdzakelijk gelet op de inundatiediepte als parameter. Als functie hiervan werd, per gemeente, de fractie verdrinkenen, d.w.z. het aantal verdrinkenen gedeeld door het aantal inwonenden, uitgezet. Voor sommige gemeenten echter kon uit informatie ter plaatse een afzonderlijke schatting worden gemaakt voor de dorpskern en de buitenwijken.

Figuur 1 toont een ruw verband tussen de inundatiediepten en de fractie verdrinkenen (de punten tussen ronde haakjes betreffen buitenwijken).

Uit de grote spreiding van de punten blijkt, dat ook andere factoren een grote en wellicht overheersende rol hebben gespeeld. Uit de beschrijvingen krijgt men de indruk, dat hiertoe zeker moeten worden gerekend:

- a. de positie ten opzichte van de stroomgaten;
- b. de inundatiesnelheid;
- c. de bereikbaarheid van relatief veilig plaatsen;
- d. de snelheid waarmee hulp werd geboden.

Bij een inundatiediepte van meer dan 2,5 m neemt de kans op verdrinking sterk toe, vooral voor bewoners van dorpen en buurtschappen die zijn gelegen in een door de hoofdwaterkering rechtstreeks beschermde polder, waar geen binnendijk of ander relatief hoog gelegen grond in de nabijheid is. Voor een meer kwantitatieve uitspraak zal men moeten uitgaan op informatie bij de gemeenten die door de stormramp van 1953 waren getroffen. Misschien zullen dan voor nog enkele gemeenten de geregistreeerde verdrinkingen kunnen worden uitgesplitst naar dorpskern en buitenwijken.

Wat de andere in dit rapport genoemde inundaties betreft wordt opgemerkt dat hierbij geen slachtoffers door verdrinking vielen: bij de inundatie van de Wieringermeer in 1945 was de bevolking tijdig gewaarschuwd, de inundatie van Tuindorp-Oostzaan in 1960 ging slechts tot geringe diepte (1,5 m).

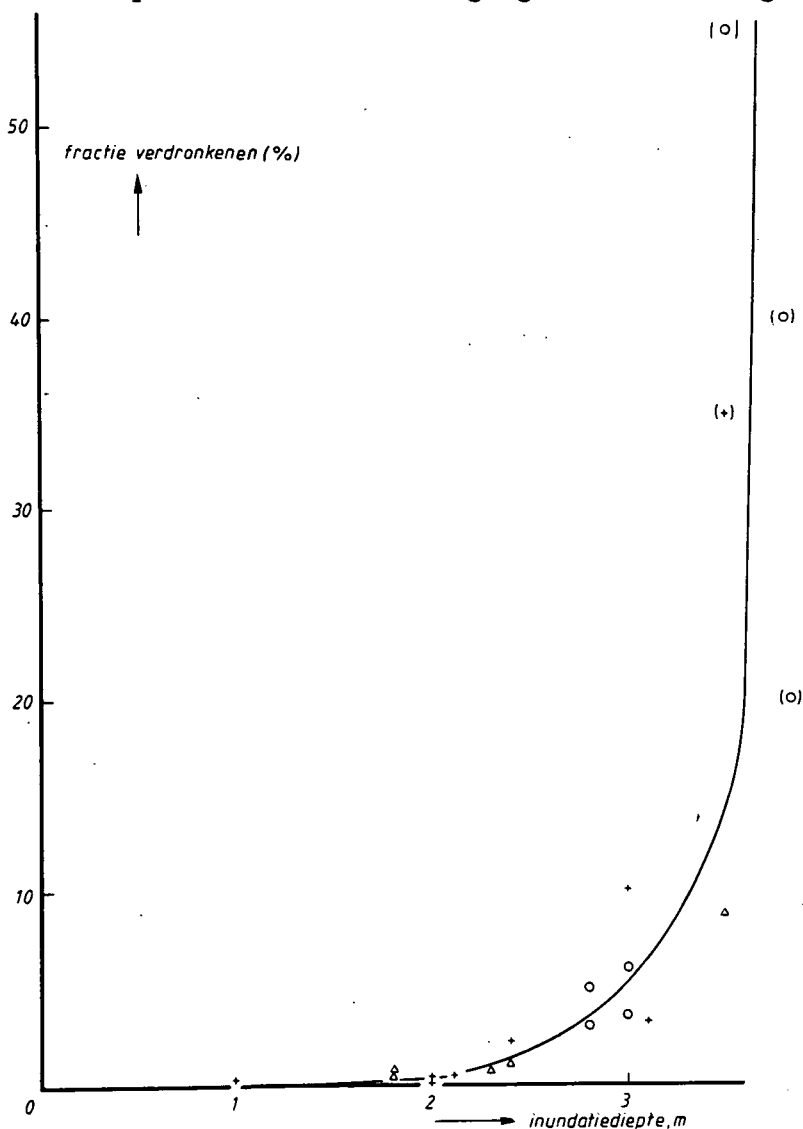


Fig. 1 Fractie verdrinkenen (gedeelte van de bevolking) als functie van de inundatiediepte tijdens de stormvloed van 01-02-1953.

- o gemeenten op Schouwen-Duiveland
- + gemeenten op Goeree-Overflakkee
- Δ gemeenten niet op deze eilanden



### 3. MATERIËLE SCHADE

In het algemeen kan de schade (S) aan een object worden berekend door de vervangingswaarde (V) ervan te vermenigvuldigen met een schadefactor (s) die een functie van de inundatieparameters is en maximaal 1 kan zijn. Deze schadefactor zal voor verschillende objecten op verschillende wijzen van de inundatieparameters afhangen. Indien echter de goederen kunnen worden onderscheiden in enkele categorieën (i), waarbinnen de afhankelijkheid gelijk is en uit gegevens kan worden afgeleid, kan de schade worden geraamd volgens

$$S = \sum_i s_i V_i$$

Analoog aan de door het Centraal Bureau voor de Statistiek voor de ramp in Zuidwest Nederland in 1953 gemaakte indeling [12] is onderscheid gemaakt tussen de volgende vijf goederencategorieën (de tussen haakjes geplaatste getallen betreffen de schade in 1953):

Landbouw en veeteelt	(f 203 mln, 23 %)
Nijverheid, handel, bankwezen	(f 115 mln, 13 %)
Woningen en boerderijen	(f 152 mln, 17 %)
Inboedels	(f 121 mln, 14 %)
Dijken, wegen, bemalingsinrichtingen	(f 270 mln, 30 %)

De schade in andere goederencategorieën (verkeer, scholen, kerken) en ook de kosten van evacuatie, berging en inkwartiering was in 1953 relatief klein.

#### 3.1 DE MAXIMALE SCHADE

In het algemeen kan de maximale schade worden gelijkgesteld aan de kosten om, na totale vernieling, de objecten in de oorspronkelijke toestand te brengen of door gelijkwaardige te vervangen. Tabel 1 geeft aan wat dit voor de genoemde goederencategorieën zal betekenen. De hierin genoemde bedragen zijn vastgesteld op grond van de gegevens uit 1953 [12, 17] en van gegevens die door het Centraal Bureau voor de Statistiek jaarlijks worden uitgebracht.

Ter toelichting het volgende:

- Landbouw en veeteelt:

Als gevolg van inundatie wordt een sliblaag afgezet die verwijderd dient te worden. Bij doorbraak door een zeedijk moet de grond ook worden ontzilt. Boomgaarden worden slechts bij zeedijkdoorbraken als onherstelbaar vernield beschouwd; de schade kan dan worden geraamd op het verschil tussen de waarde van boomgaard en bouwland, vermeerderd met de kosten voor grondherstel. De belangrijkste post is het verlies van gewassen en produkten. Voor de veestapel als wordt aangenomen dat ongeveer de helft ervan kan worden gered. Als afschrijvingstermijn voor de inventaris is 10 jaar aangenomen. De factor 0.5 is geïntroduceerd omdat gemiddeld de halve afschrijvingstermijn is verstreken.

- Nijverheid en dienstverlening:

De jaarlijkse investeringen in de dienstverlening worden, wegens het veel kleinere grondoppervlak per werknemer en het ontbreken van een uitgebreid machinepark, op de helft van die bij de industrie gesteld. Ook de indirecte schade wordt kleiner geraamd, in navolging van de Provinciale Griffie Gelderland op 40 % van die bij de industrie.

- Woonsector:

De waarde van een inboedel wordt gesteld op een derde van die van de woning.

- Verkeer:

Voor een raming van de schade bij de spoor- en tramwegen, het telefoonnet en het elektriciteitsnet zal overleg met de eigenaars noodzakelijk zijn.

Tabel 1 Maximale schade of herstelkosten (prijsniveau 1982)

Categorie	Objecten	Aard van schade/kosten	Gemiddelde bedragen (f)
Landbouw en veeteelt	grond	elektriciteitsherstel; verwijdering van slib, uitdiepen van sloten enz.	4700/ha
	grond	ontziltling (alleen bij zeedijk-doorbraken)	400/ha
	grond	herstelbewerkingskosten	4300/ha (bouwland) 2700/ha (grasland)
	boomgaarden	waarde van bomen (alleen bij zeedijk-doorbraken)	ca 30000/ha
	gewassen/produkten	jaaroogst	5260/ha
	bedrijfsmiddelen	zaai-, mest- en poot- goed, veevoeder	580/ha
	levende have	helft van de veestapel	1500/ha
	inventaris	gem. jaarl. investering x afschrijvingstermijn x 0.5	2000/ha
Nijverheid en dienst- verlening	gebouwen, vervoer- middelen, machines (directe schade)	gem. jaarl. investering x afschrijvingstermijn	nijverheid: 9000/werknemer  dienstverlening: 4500/werknemer
	produktieverlies (indirecte schade)	vier maanden stagnatie	nijverheid: 6000/werknemer  dienstverlening: 2400/werknemer
Woonsector	woningen en boerderijen	herbouwkosten (vervangingswaarde)	70000
	inboedels	vervanging	23000
	auto's	vervanging	7000
Dijken, wegen, enz.		herstelkosten (afhankelijk van grootte van het omsloten gebied)	in 1953: 30 % van totaal
Personen		hulpverlening, evacuatie	4000/evacué

### 3.2 DE SCHADEFACTOREN

Evenals in [2] en [3] wordt - voorlopig - verondersteld dat de schadefactoren voornamelijk worden bepaald door de inundatiediepte (d). Nagegaan is, of er relaties met deze parameters kunnen worden afgeleid uit de gegevens over de stormramp in 1953.

De inundatiediepte werd berekend uit de hoogste waterstand vermeld in het verslag van Rijkswaterstaat [8] en de hoogte van het maaiveld van de polder (uit topografische kaarten).

De schadefactoren voor woningen en boerderijen konden worden berekend uit de aantallen die werden verwoest en de hiervoor gedane schade-uitkeringen op de eilanden Schouwen-Duiveland [9] en Goeree-Overflakkee [10]. Te zamen met de uit [12] afgeleide taxatiewaarden werden hieruit de schadefactoren berekend bij de bereikte inundatiediepte.

Figuur 2 geeft het verband dat hieruit werd afgeleid; in deze figuur zijn ook de punten opgenomen die betrekking hebben op de inundatie van de Wieringermeer in 1945 [13, 14] en van Tuindorp-Oostzaan in 1960 [15, 16].

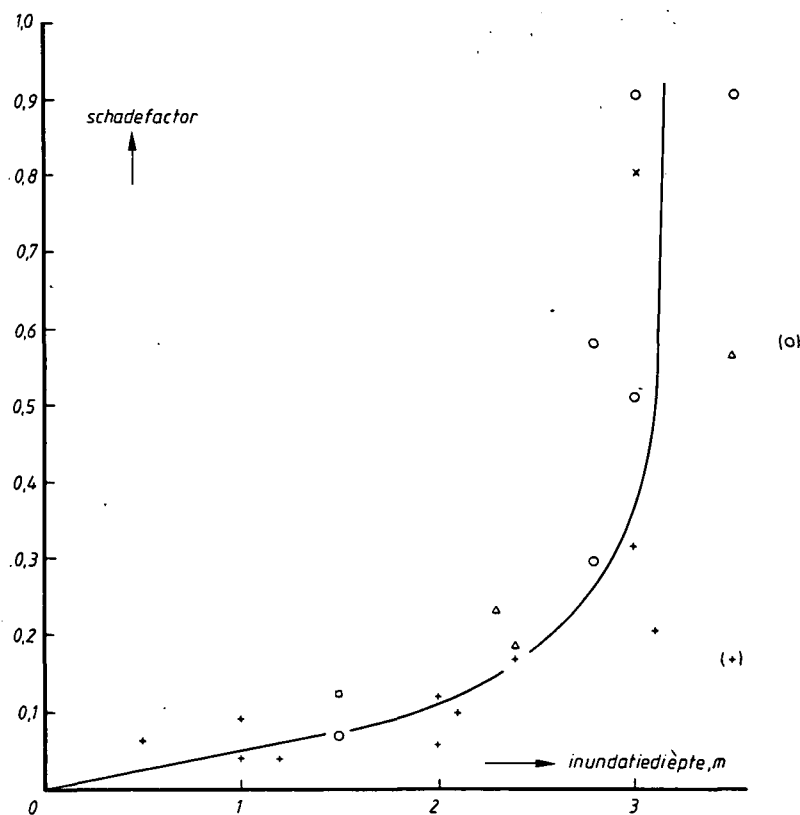


Fig. 2 Schadefactoren voor woningen en boerderijen (gedeelte van de vervangingswaarde na afschrijving) als functie van de inundatiediepte tijdens de stormvloed van 01-02-1953.

- o gemeenten op Schouwen-Duiveland
- + gemeenten op Goeree-Overflakkee
- Δ gemeenten niet op deze eilanden
- x Wieringermeer (1945)
- Tuindorp-Oostzaan (1960)

De grote spreiding van de punten geeft echter aan, dat ook hier andere parameters in belangrijke mate de schade bepalen. In de eerste plaats zullen dit zijn de inundatiesnelheid en de tijdsduur van de inundatie.

Een andere oorzaak van de grote spreiding kan hierin zijn gelegen, dat de inundatiediepte voor verscheidene gemeenten niet precies bekend was of dat hierin belangrijke verschillen waren, meestal tussen de dorpskern en de buitenwijken: geschat wordt dat in vele gevallen de inundatiediepte in de dorpskern een halve meter minder was.

Figuur 3 geeft de schadefactoren die, ook voor andere goederen, worden afgeleid uit de gegevens per geïnundeerd eiland. Het grafisch uitzetten van een gemiddelde schade over zeer uiteenlopende inundatiediepten die op een eiland hebben bestaan leidt tot een overschatting bij tussenliggende diepten.

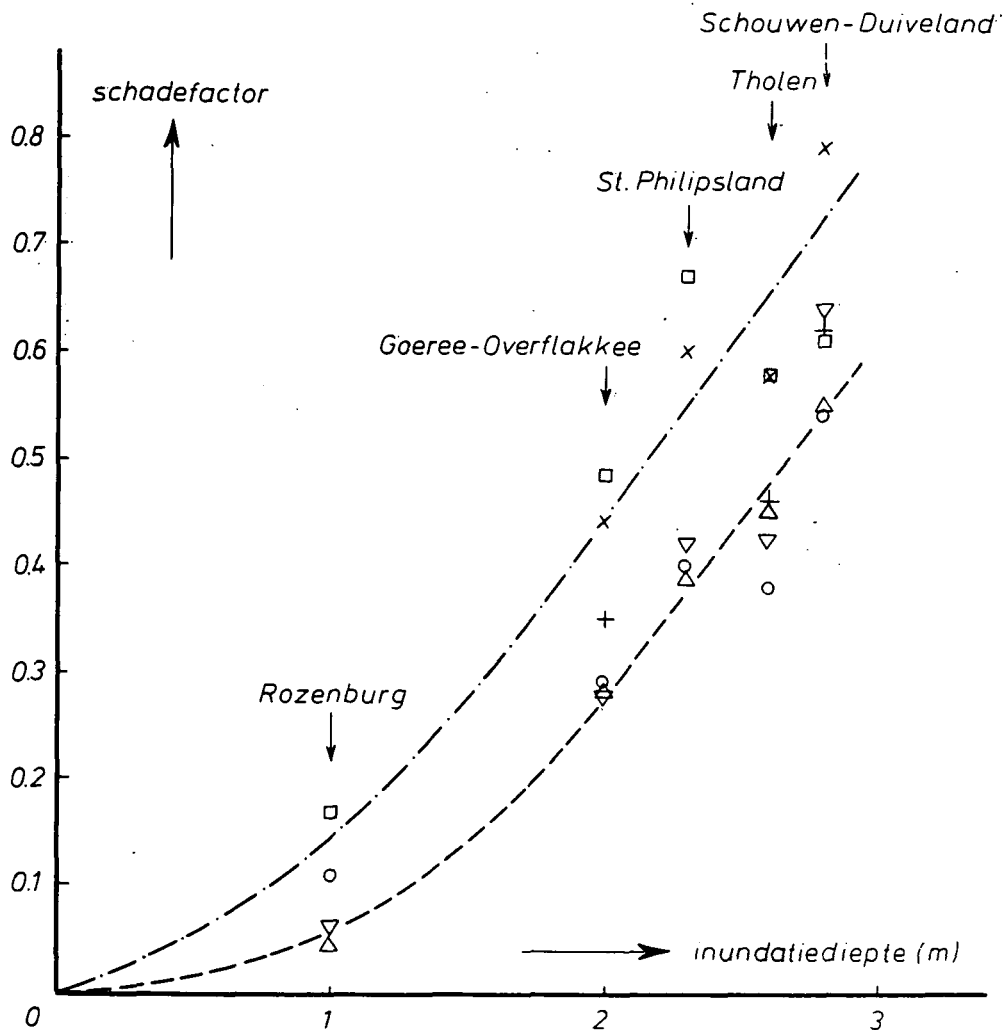


Fig. 3 Gemiddelde schadefactor (gedeelte van de vervangingswaarde na afschrijving) als functie van de gemiddelde inundatiediepte tijdens de stormvloed van 01-02-1953.

- |   |  |   |                  |
|---|--|---|------------------|
| + | inventaris landbouw                    | o | bedrijfsgebouwen |
| x | inventaris nijverheid, handel, verkeer | Δ | woningen         |
| □ | voorraden nijverheid, handel, verkeer  | ▽ | inboedels        |

Voor het vaststellen van schadefactoren is figuur 3 daarom niet goed bruikbaar, maar de figuur geeft wel een indruk van de gevoeligheid die de schadefactor in de verschillende categorieën heeft voor de inundatiediepte. Voor huisraad, bedrijfsgebouwen en landbouwinventaris is de afhankelijkheid gelijk aan die voor woningen, terwijl de inventaris en voorraden van de nijverheid bij dezelfde diepte een grotere schadefactor hebben. Deze komt ongeveer overeen met die voor woningen bij een 0,5 m grotere inundatiediepte.

Schadefactoren bij rivieroverstromingen voor gebouwen en voor de industrie kunnen worden afgeleid uit de studies van de Provinciale Griffie Gelderland (P.G.G.) en van Penning-Rowse en Chatterton. Aangenomen wordt dat de schade een maximumwaarde heeft die slechts een fractie is van de vervangingswaarde; deze waarde wordt volgens laatstgenoemde auteurs voor gebouwen bereikt bij 1,5 m. Omdat de gebouwenstructuur (volgens de veronderstelling) behouden blijft, worden de boven het inundatieniveau opgeslagen voorwerpen niet beschadigd.

Voor de nijverheid onderscheidt P.G.G. vijf goederencategorieën met een verschillende maximumwaarde. Bij toepassing van het methode van berekening blijkt, dat de schade ook kan worden beschreven met een over alle categorieën gemiddelde schadefactor.

De inundatieduur is volgens P.G.G. één week. Aangenomen wordt dat hieruit een improductiviteitsperiode van 1 maand voortkomt. Gerekend ten opzichte van het voor zee-overstromingen aangenomen maximum van vier maanden is de schadefactor voor indirecte schade 0.25. Uit de gegevens van de stormramp van 1953 blijkt dat de inundatieduur verband hield met de inundatiediepte. Er is getracht dit globale verband tot uitdrukking te brengen in de schadefactoren voor indirecte schade bij zee-overstromingen.

Tabel 2 vat de schadefactoren samen. Voor inboedels worden bij zee-overstromingen dezelfde waarden als voor woningen aangenomen.

Tabel 2 Schadefactoren (s) voor overstromingen vanuit een rivier volgens de Provinciale Griffie Gelderland (P.G.G.), Penning-Rowsell en Chatterton (PR + C) en vanuit zee (uit de stormrampgegevens 1953) voor enkele inundatiediepten (d)

Categorie	RIVIER (P.G.G.)		RIVIER (PR + C)		ZEE (1953)	
	d(m)	s	d(m)	s	d(m)	s
Landbouw	-	-	-	-	1	0,05
					2	0,11
					3	0,35
Nijverheid en dienstverlening (direct)	< 2	0,19	1	0,10	1	0,07
	2 - 4	0,22	2	0,16	2	0,16
	> 4	0,24	3	0,22	3	0,72
Nijverheid en dienstverlening (indirect)	> 0	0,25	-	-	1	0,50
					2	0,75
					3	1,00
Woningen	< 2	0,09	1	0,06	1	0,05
	2 - 4	0,13	≥ 1,5	0,11	2	0,11
	> 4	0,15			3	0,35
Inboedels	-	-	1	0,47	1	0,05
			2	0,50	2	0,11
			3	0,66	3	0,35
Auto's	> 0	0,50	-	-	> 1	1,00

#### 4. TOEPASSING VAN DE METHODIEK VOOR ENKELE KARAKTERISTIEKE GEBIEDEN

Op grond van de tabellen 2 en 3 worden nu schaden berekend voor enkele gebieden waarvan het bodemgebruik duidelijke kenmerken vertoont.

##### 4.1 LANDBOUW- EN VEETEELTGEBIEDEN

De inundatieschade in een voor Nederland gemiddeld landbouwgebied (60 % grasland, 40 % akker- en tuinbouwgrond) bij enkele inundatiediepten  $d$  is gegeven in tabel 3. Bij de berekening is aangenomen dat de schadefactor voor levende have en inventaris op gelijke wijze van de diepte afhangt als die voor woningen (figuur 2). De schade aan andere goederen (in hoofdzaak woningen en inboedels) moet nog bij deze schade worden opgeteld.

Tabel 3 Schade in landbouwgebieden

Inundatiediepte	schade (in guldens/m <sup>2</sup> )			
	$d = 1m$	$d = 2m$	$d = 3m$	max.
Cultuurtechnisch herstel	0,47	0,47	0,47	0,47
Gewassen en produkten (jaaroogst)	0,53	0,53	0,53	0,53
Levende have (waarde f 3.000/ha)	0,01	0,02	0,08	0,30
Inventaris (waarde f 2.000/ha)	0,01	0,02	0,06	0,20
Bedrijfsmiddelen	0,06	0,06	0,06	0,06
<u>Totaal voor riviergebieden</u>	1,08	1,10	1,20	1,56
Bovendien voor zeegebieden:				
Ontziltling	0,04	0,04	0,04	0,04
Herstelbewerking (0,6 x f2700 + 0,4 x f 4300/ha)	0,33	0,33	0,33	0,33
<u>Totaal voor zeegebieden</u>	1,45	1,47	1,57	1,83



#### 4.2 INDUSTRIETERREINEN

Uit de bezettingsdichtheid ( $26,5$  werkenden/ $10^4$   $m^2$ ) en de jaarlijkse investeringen ( $f$  9000/werknemer) werd berekend dat (in 1979) de jaarlijkse investering  $f$   $24/m^2$  en de produktwaarde  $f$   $16/m^2$  bedroeg. Dit leidt tot de volgende schaderaming voor een gemiddeld industrieterrein (tabel 4):

Tabel 4 Schade op industrieterreinen

	schade (in guldens/ $m^2$ )			
	d = 1m	d = 2m	d = 3m	max.
<u>Riviergebieden</u>				
Directe schade	12	20	27	123
Indirecte schade	16	16	16	16
Totale schade	28	36	43	139
<u>Zeegebieden</u>				
Directe schade	12	20	89	123
Indirecte schade	32	48	64	64
Totale schade	44	68	153	187

#### 4.3 BEBOUWDE TERREINEN (EXCLUSIEF INDUSTRIETERREINEN)

De inundatieschade op deze terreinen zal betrekking hebben op woningen, inboedels, vervoermiddelen, alsmede de op deze terreinen aanwezige dienstverlening (incl. handel) en op de evacuatie.

##### Woningen:

Uit de woningdichtheid in Nederland op bebouwde terreinen (26 woningen/10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>) en de gemiddelde vervangingswaarde van een woning (f 70.000,--) volgt een vervangingswaarde van f 180/m<sup>2</sup> bebouwd terrein (excl. parken e.d.). Wanneer de gebouwenstructuur niet wordt aangepast zal de schadefactor niet groter worden dan 0.11 en de schade niet meer dan f 20/m<sup>2</sup>.

##### Inboedels:

Aangenomen wordt dat de waarde van de inboedel gemiddeld een derde is van die van de woning, dus f 23.000,-- of f 60/m<sup>2</sup> bebouwd terrein. Bij inundatie vanuit rivieren waarbij een inundatiediepte van 2 m wordt bereikt en geen woningen worden vernield zal de schade slechts betrekking hebben op de inboedel op de benedenverdieping, ongeveer f 30/m<sup>2</sup>. De schade kan dan worden berekend met de schadefactoren uit figuur 2 (stormramp 1953), toegepast op de gehele inboedel (f 60/m<sup>2</sup>) of met die uit de gegevens van Penning-Roswell en Chatterton, toegepast op de inboedel op de benedenverdieping ( $d \leq 2,8$  m). Laatstgenoemde methode, die grotere schadebedragen geeft, zal worden aangehouden. Verondersteld wordt dat deze schaderelatie ook bestaat voor de inventaris van andere gebouwen in woongebieden.

##### Vervoermiddelen:

Indien per woning 1 auto (f 7000) aanwezig is, is de waarde ervan f 16/m<sup>2</sup> bebouwd terrein.

##### Dienstverlening:

Uit het aantal arbeidsplaatsen in deze sector ( $2,4 \cdot 10^6$ ) en de oppervlakte bebouwd terrein in Nederland ( $2,2 \cdot 10^9$  m<sup>2</sup>) volgt een arbeidsplaatsendichtheid van  $1,1 \cdot 10^{-3}/m^2$ . De directe schade is dan maximaal f 5/m<sup>2</sup> bebouwd terrein.

##### Evacuatie:

Uit een bevolkingsdichtheid van 64 inwoners/m<sup>2</sup> en de evacuatiekosten ad f 4000/evacu e volgt f 25/m<sup>2</sup>. Dit is een gemiddelde waarde.

Tabel 5 geeft de schadebedragen die op de hiervoor beschreven wijze zijn berekend. De tussen haakjes gegeven cijfers gelden indien de gebouwen niet worden verwoest.

Tabel 5 Schade op bebouwde terreinen (excl. industrieterreinen)

	schade (in guldens/m <sup>2</sup> )			
	d = 1m	d = 2m	d = 3m	max.
<u>Riviergebieden</u>				
Woningen	9	20	63 (20)	180 (20)
Inboedels	28	30	40	60
Auto's	8	16	16	16
Dienstverlening; direct	3	4	6	25
Dienstverlening, indirect	3	3	3	3
Evacuatie	25	25	25	25
Totale schade	76	78	153 (110)	309 (149)
<u>Zeegebieden</u>				
Woningen	9	20	63	180
Inboedels	28	30	40	60
Auto's	8	16	16	16
Diensverlening; direct	3	4	18	25
Dienstverlinging; indirect	5	8	10	10
Evacuatie	25	25	25	25
Totale schade	78	103	172	316

## 5. CONCLUSIES

1. Volgens een analyse van de overstromingsramp in Zuidwest Nederland (zeegebied) van 1953 neemt het aantal verdrinkingen snel toe met de inundatiediepte wanneer deze groter is dan 2,5 m. Hiernaast speelt de inundatiesnelheid die de vluchtkansen bepaalt een belangrijke rol. Moeilijk is overigens vast te stellen in hoeverre de gevonden verdrinkingskansen algemene betekenis hebben dan wel specifiek zijn voor die bepaalde omstandigheden.
2. De materiële schade kan worden berekend door de vervangingswaarde van de aanwezige goederen te vermenigvuldigen met een schadefactor. Deze schadefactor kan voor verschillende categorieën goederen op verschillende wijze van de inundatiediepte afhangen.
3. Voor landbouwgebieden heeft de inundatiediepte vooral invloed op de bedrijfsinventaris, de levende have en de gebouwen. Inundatie met zeewater geeft ten opzichte van inundatie met rivierwater een schade die ongeveer 30% groter is.
4. De schade aan de nijverheid en aan de dienstverlening bestaat uit materiële schade (directe schade) en produktieverlies (indirecte schade). Ramingen door verschillende auteurs gemaakt geven aan hoe de schadefactor, waarmee de directe schade wordt berekend, afhangt van de inundatiediepte. Uit de cijfers van de stormvloed van 1953 blijkt dat de schade bij zeedijkdoorbraken groter kan zijn. Ook de indirecte schade die afhangt van de inundatieduur is bij zeedijkdoorbraken groter.
5. Voor woningen en inboedels in gebieden achter zeedijken kan uit de gegevens in de verschenen gedenkboeken een globaal verband tussen de schadefactor en de inundatiediepte worden afgeleid. De door verschillende auteurs aangenomen schadefactoren voor woningen in gebieden achter rivierdijken nemen bij grote inundatiediepten minder sterk toe als gevolg van het niet in rekening brengen van eventuele totale vernieling van gebouwen.
6. Een groot deel van de inundatieschade kan, althans bij zeedijkdoorbraken, op rekening van de kosten voor dijkherstel komen.

6. LITERATUUR

1. D. van Dantzig en J. Hemelrijk in: Rapport Deltacommissie 3, 58 (1960).  
(Hét economische beslissingsprobleem inzake de beveiliging van Nederland tegen stormvloeden).
2. E.C. Penning-Rowell en J.B. Chatterton, "The benefits of flood alleviation". Saxon House, Teakfield Ltd., Westmead (1977).
3. Provinciale Griffie Gelderland, Berekening Inundatieschade voor de provincie Gelderland (augustus 1973).
4. L. de Quelerij, Dijkverzwaren langs de Overijsselse Vecht.  
(Afstudeerscriptie TH-Delft) (1976).
5. Rapport Commissie Rivierdijken (maart 1979).
6. Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn, Prioriteitenplan Dijkverzwaren noordelijk deel Noord-Holland, Nota 76.1 (januari 1976).
7. Centraal Bureau voor de Statistiek, Maandstatistiek van de bevolking (januari 1955).
8. Rijkswaterstaat, Verslag over de stormvloed van 1953 (1961).
9. Stichting Nieuw Schouwen-Duiveland, "Gekwelde Grond" (1956).
10. Wetenschappelijk Genootschap voor Goeree en Overflakkee in samenwerking met de Flakkeesche Drukkerij J. en M. Boomsma te Middelharnis, "Gebroken Dijken".
11. J. Boersen, T. Koopman, "Stavenisse, de kroniek van een verdronken dorp". Uitgeversmaatschappij "West-Friesland", Hoorn.
12. Centraal Bureau voor de Statistiek, Statistische en econometrische onderzoeken, Nieuwe Reeks 8, nr. 2 (2e kwartaal 1953).

13. Bestuur der Stichting rechtvaardige oorlogsschadevergoeding Wieringermeer (1945), De Wieringermeer viel ten tweede male droog ..., wat nu?
14. Fotoverzameling Th. List, Middenmeer.
15. Verslag Bureau Coördinatie en Organisatie voor wederopbouw en bewoonbaarmaking van het Tuindorp-Oostzaan (1 februari 1960).
16. Rapport overstromingsramp in Tuindorp-Oostzaan te Amsterdam Noord op 14 januari 1960 en de volgende dagen (Gemeenteblad Amsterdam 1960, bijlage L).
17. Rijksdienst voor Landbouwherstel, Verslag van hoofdzaken over 1955.