

Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor van Upington

HJ Booyesen^{1*}, MF Viljoen² en G du T de Villiers¹

¹Departement Geografie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika

²Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika

Abstract

Flood damage functions are necessary inputs for the ex ante calculation of the nature and extent of flood damage caused by floods of different sizes. Computer simulation models are used to calculate flood damage and also to evaluate different flood damage control measures. The aim of the article is to show how flood damage functions are developed for residential land use in the Upington municipal area.

Inleiding

Verliese wat as gevolg van vloede voorkom, maak dit nodig dat die vloedskadeprobleem meer sinvol in Suid-Afrika aangespreek moet word. Die doeltreffendste manier om dit te doen, is deur middel van 'n hulpmiddel wat beplanners en beleidmakers kan help om die probleem beter te hanteer. Beleidmakers wil die impak van voorstelle meet en vergelyk met die impak van alternatiewe voorstelle. Daarvoor is rekenaarsimulasies van die voorstelle uiters geskik. Die afgelope 20 jaar het die ontwikkeling van rekenaarmodelle vinnige metodes vir die beraming van vloedskade, asook die evaluering van vloedskadeverminderingsaksies, daargestel.

'n Belangrike deel van so 'n hulpmiddel is die gebruik van vloedskadefunksies. Vloedskadefunksies word in die modelle gebruik om vloedskade te beraam en vloedskadeverminderingsopties te evalueer. In hierdie artikel word die ontwikkeling van die vloedskadefunksies bespreek.

Eerstens word 'n vloedskadefunksie omskryf en bepaal watter veranderlikes in die funksies moet figureer. Struktuur- en inhoudskadefunksies vir verskillende residensiële kategorieë word daarna in die ondersoekgebied ontwikkel. Die inhoud- en struktuurskadefunksies word dan gekombineer om die totale vloedskadefunksies vir Upington se residensiële sektor te verskaf.

Definisie en veranderlikes van vloedskadefunksies

Vloedskadefunksies beskryf die verwantskap tussen vloedeienskappe soos diepte van oorstroming en vloeisnelheid van water en die skade aangerig. By die ontwikkeling en aanwending van die funksies is dit nodig dat die verskeidenheid faktore wat vloedskade beïnvloed, verreken sal word.

Volgens Parker et al. (1987) en Penning-Rowsell en Chatterton (1977) is grondgebruik, eienskappe van die vloedwater en skadeverminderingsopties deur die inwoners die belangrikste faktore wat vloedskade beïnvloed. Die omvang van vloedskade hang dus van menslike en natuurlike faktore af. Onder die

menslike faktore val tipe grondbenutting, tipe boumateriaal, waarde van die eiendomme en die vloedvoorsorgmaatreëls wat deur die inwoners van die vloedvlakte getref word. Die natuurlike faktore sluit vloedwatereienskappe soos diepte, vloeisnelheid, duurte en die hoeveelheid sediment in die water in.

Homan en Waybur (1960) verwys na die ouderdom en toestand van die strukture, hoogte van die vloer bo grondvlak, tyd van vloedvoorkoms en mate van vloedparaatheid as faktore wat 'n invloed op vloedskade het. Verder beskou hulle diepte en duur van oorstroming, snelheid van die water, hoeveelheid sediment, tipe en waarde van eiendom en die vloedvoorsorg wat getref word as die belangrikste faktore wat die omvang van vloedskade bepaal. Nadat hierdie faktore nagevors is, is gevind dat die diepte-skadeverhoudings die beduidendste is. Die waarde van die strukture en die inhoud word ook as belangrik beskou. Volgens Vos (1982) figureer diepte van oorstroming as die belangrikste onafhanklike veranderlike in die modelle wat hy gebruik.

Uit bogenoemde kan afgelei word dat die twee belangrikste onafhanklike veranderlikes in die beraming van vloedskade en die opstel van verliesfunksies **diepte van oorstroming** en die **waarde van die eiendom** is.

Die ontwikkeling van vloedskadefunksies

Volgens Viljoen en Vos (1984) kan vloedskadefunksies breedweg op twee maniere ontwikkel word. Die eerste is om die verwantskappe inductief te bepaal deur die oorsake en gevolge van werklike vloede na te vors. Tweedens kan dit ook deduktief deur die ontwikkeling van kunsmatige verliesfunksies vasgestel word. In hierdie artikel word die deduktiewe benadering gevolg. Die benadering kom daarop neer dat opeenvolgens skadefunksies vir die geboustruktuur en huisinhoud bereken word, wat dan saamgevoeg word om 'n totale vloedskadefunksie te kry.

Die ontwikkeling van 'n geboustruktuurskadefunksie vir die residensiële sektor

Die ontwikkeling van struktuurskadefunksies word in vier stappe ingedeel. In die eerste stap word kundiges gebruik om die aard en omvang van moontlike skade te bepaal. Met die tweede stap word die waardes wat verkry is na die huidige jaar aangepas. Australiese inligting word gebruik om die aangepaste waardes in Stap 3 in drie kategorieë in te deel en Stap 4 behels die koppeling van die

* To whom all correspondence should be addressed.

Tel. (051) 401-2721; Faks. (051) 306438; e-mail herman@landbou.uovs.ac.za
Received 25 May 1995; accepted in revised form 23 October 1995.

TABEL 1 STRUKTUURSKADEFUNKSIE OPGESTEL NA GESPREKKE MET KUNDIGES IN DIE BOUBEDRYF VIR 'N HOËKLAS WOONHUIS			
Diepte oorstrom (m)	Tipe skade	Totale waarde in Rand (1992)	Totale waarde in Rand (1993)
0 - 0.10	Vloerbedekking		
	Volvloermatte	3 030	3 303
	Keramiekteëls	4 480	4 883
	Vinielteëls	525	572
Totaal (0 - 0.10)		8 035	8 758
0.10 - 0.6	Verf	8 302	9 049
	Muurproppe	303	330
	Kaste en rakke	10 140	11 053
	Deurkosyne	1 495	1 630
Totaal (0 - 0.6)		28 275	30 820
1.2	Skakelaars	615	670
Totaal (0 - 1.2)		28 890	31 491
2.4 +	Plafon en dakkappe	5 409	5 896
	Dakhout en bout	8 482	9 245
Totaal (0 - 2.4 +)		42 781	46 632

TABEL 2 DIE VERHOUDING TUSSEN DIE VERSKILLENDEN WAARDEKLASSE IN DIE SYDNEY-VERSLAG					
Skade (R)					
Diepte (m)	Groep 1	Verhouding *	Groep 2	Verhouding **	Groep 3
0.2	-	-	1 797	0.46	3 934
1	2 334	0.33	4 283	0.61	7 058
2	7 082	0.67	4 591	0.43	10 624
* Die verhouding tussen Groep 1 en Groep 3 se waardes					
** Die verhouding tussen Groep 2 en Groep 3 se waardes					

struktuurskadefunksies aan huiseenheidkategorieë in die ondersoekgebied.

Met behulp van kundiges (persone met vloedervaring) wat in Uppington woon en werk, is bepaal wat die aard en omvang van skade sal wees as die wooneenheid oorstrom. Die mees algemene menings is dat volvloermatte, verf, kragproppe, skakelaars, loodgieterwerke, plafonne en dakkappe geaffekteer word deur vloedwater. Tabel 1 verskaf struktuurskadefunksies wat opgestel is aan die hand van kundighedsmenings en na gesprekke met deskundiges in die boubedryf en word in die navorsing gebruik om skade aan 'n hoëklas woonhuis te beraam. 'n Hoëklas woonhuis verwys na 'n woonhuis wat in die hoë sosio-ekonomiese klas val en kan onderskei word van 'n medium- en 'n laeklas woonhuis. Die vloeroppervlakte is gewoonlik ook groter, namate die woonhuisklas verhoog, maar dit is nie altyd die geval nie.

Die 1992-waardes van Tabel 1 is uit *Merkel's Builders'*

TABEL 3 STRUKTUURSKADEFUNKSIES IN RAND VIR DIE SUID-AFRIKAANSE RESIDENSIELE STEDELIKE KOMPONENTE, 1993			
Diepte oorstrom m	Klein klas	Medium klas	Groot klas
0.10	4 000	4 000	8 800
0.6	10 200	18 800	30 800
1.2	10 400	19 200	31 500
2.4 +	31 200	20 100	46 600

TABEL 4 VERDUIDELIKING VAN DIE KATEGORIEË WAARIN UPINGTON RESIDENSIËLE SEKTOR INGEDEEL IS EN DIE OOREENSTEMMENDE STRUKTUURSKADEFUNSIE		
Kategorieë	Omskrywing van kategorie	Struktuurskade- klas
Klas 1	Klein - lae ekonomiese klas - woonhuis	
Klas 2	Medium - medium ekonomiese klas - woonhuis	1
Klas 3	Groot - medium ekonomiese klas - woonhuis	1
Klas 4	Klein - medium ekonomiese klas - woonhuis	1
Klas 5	Medium - hoë ekonomiese klas - woonhuis	2
Klas 6	Groot - hoë ekonomiese klas - woonhuis	3
Klas 7	Medium - hoë ekonomiese klas - woonhuis (dubbelverdieping)	2
Klas 8	Groot - hoë ekonomiese klas - woonhuis (dubbelverdieping)	3

Pricing and Management Manual (1992) verkry. *Merkel's Builders' Pricing and Management Manual* word deur o.a. bourekenaars gebruik om kostes van boumateriaal te bepaal. Volgens die publikasie sou dit in 1992 gemiddeld R3 030 kos om volvloer-matte in 'n huis in te sit. Omdat die waardes wat in Tabel 1 verkry is, 1992-waardes is, moet dit na 1993-waardes aangepas word. Die indeks wat gebruik is om die aanpassing te maak, is die behuisings-koste-indeks van 1964 tot 1992. Volgens hierdie indeks het dit in 1964 gemiddeld R71 gekos om 'n m² te bou, in 1975 R148, in 1992 R1 032, en in 1993 'n beraamde R1 121.

Uit die bogenoemde bron is dit nie duidelik vir watter grootte huis die waardes is nie, maar in 'n poging om skade konserwatief te beraam, word waardes in Tabel 1 as waardes van 'n groot klas huis bestempel. Indien die waardes in Tabel 1 byvoorbeeld vir 'n klein huis geneem word sal dit beteken dat die aanpassings wat vir grootter kategorieë gemaak word 'n groter skadesyfer te weeg bring.

Waardes in Tabel 1 is dus net van 'n groot huis, maar dit sou eger meer sinvol wees om die verskil in skade aan huise met verskillende waardes in aanmerking te neem. Daar is 'n verskil tussen 'n luukse groot huis en 'n kleiner huis se struktuur (die gebou self), afwerking en materiaal wat gebruik word en in Tabel 1 word dit nie verreken nie. 'n Verslag wat deur Smith et al. in 1990 in Australië (Sydney) gepubliseer is, word 'n benadering gevolg wat wel die waarde van die huis in aanmerking neem.

Die resultate van die Sydney-verslag is verwerk sodat die verhouding tussen die waardes van die klasse verkry kan word (Tabel 2). Tabel 2 gee die totale skade per wooneenheid per diepte van oorstrooming aan, soos dit in die Sydney-verslag bereken is. Die verhouding tussen die klein (Groep 1) en hoë (Groep 3), en medium (Groep 2) en hoë kategorieë is per diepte van oorstrooming bereken. Die verhouding tussen Groep 3 en Groep 1 se skade op 1 m is 0.33 en op 2 m is dit 0.67. Deur die aanname te maak dat dieselfde verhouding in Suid-Afrika sal voorkom (die Australiese studie maak ook gebruik van gebousskade) word hierdie verhoudings op die Suid-Afrikaanse waardes toegepas, en word die nodige aanpassings gemaak om Tabel 1 ook in klein, medium en hoë klasse in te deel. Met verdere navorsing in Suid-Afrika (na 'n werklike vloed) behoort die korrektheid van die aanname getoets te word.

Vir die voorspelling van struktuurskade is die Suid-Afrikaanse residensiële sektor vervolgens in drie struktuurskade-kategorieë ingedeel, naamlik klein, medium en groot. Die waardes wat van kundighedsmenings verkry is, is as die groot kategorie beskou (met die benadering om konserwatief te wees) en die verhoudings

wat uit Sydney ontwikkel is, word gebruik om die klein en medium kategorieë se waardes te bereken. Tabel 3 is uit Tabel 1 en Tabel 2 ontwikkel en weerspieël die struktuurskade-funksies wat in die ondersoek gebruik is om strukturele skade te bepaal. Afronding van waardes tot die naaste R100.

In 'n vooraf opname is die huise in Upington se vloedvlakke in onderskeidelik agt kategorieë ingedeel. Hierdie kategorieë is bepaal deur die vooraansig van die woning te evalueer. In studies wat Smith et al. (1990) in Australië onderneem het, het hy ook van hierdie metode gebruik gemaak. In Tabel 4 word 'n verduideliking van die verskillende kategorieë huise wat in Upington gebruik is, gegee. Saam in die tabel is die ooreenstemmende struktuurskade-funksie wat vir die kategorieë gebruik is. Om 'n beter aanduiding te gee van wat klein, medium en groot klasse is, word groottes in m² aan hierdie kategorieë gekoppel. Huise van ongeveer 225 m² word gekoppel aan 'n klein, van ongeveer 342 m² aan 'n medium en van ongeveer 543 m² aan 'n groot klas struktuurskade-funksie. Dit is die gemiddelde vloeroppervlakte van huise ingesluit in die Upington opname.

Upington: Skadefunksies vir die verskillende huisinhouditems

Data oor huisinhoud van die verskillende huishoudings in Upington is deur middel van vraelyste ingesamel. Vir elk van hierdie huisinhouditems is 'n eie skadefunksie ontwikkel. Om hierdie funksies te ontwikkel, is vloedskadefunksies vir items wat deur Smith (1993) vir die beraming van potensiële vloedskades aanbeveel is, soos aanvanklik deur Penning-Rowell en Chatterton (1977) opgestel, gebruik. Daar is eger items op die inventaris wat nie in die genoemde outeurs se resultate voorkom nie en in so 'n geval is die naaste substituuitem se skadefunksie geneem.

Om inhoudskadefunksies vir die ondersoekgebied te ontwikkel, is twee verskillende metodes gebruik. Ter verduideliking word dit Metode A en Metode B genoem. Met die ontwikkeling van Metode A is die metodes van Penning-Rowell en Chatterton (1977) as uitgangspunt gebruik. In **Metode A** is die onderstaande vergelykings gebruik.

$$S = OW \times V_i \times n \quad (1)$$

waar:

S = skade op 'n spesifieke hoogte van oorstrooming
 OW = oorblywende waarde
 V_i = vatbaarheid vir skade op 'n spesifieke hoogte
 n = hoeveelheid

$$OW = Wv \times p \quad (2)$$

waar:

Wv = waardeverminderingfaktor

p = prys van die item

$$Wv = (Ld - O)/Ld \quad (3)$$

waar:

Ld = lewensduurte

O = ouderdom van die item

Die volgende verduideliking ten opsigte van sekere faktore in die formule is ter sake:

- **Oorblywende waarde** is wat die item op die oomblik werd is en nie die prys van 'n nuwe item nie. "Asset must be valued on current replacement cost minus a factor deducted for 'wear and tear' (the average remaining value)" (Penning-Rowsell en Chatterton, 1977). Verder beveel die outeurs aan dat tweedehandse pryse nie gebruik word nie want dit veroorsaak dat die waarde onderwaardeer word omdat tweedehandse verkope 'n geforseerde transaksie is. Om die oorblywende waarde van 'n item te kry, word die prys van 'n nuwe item vermenigvuldig met die waardeverminderingfaktor.
- **Waardevermindering** word deur die veroudering van die item veroorsaak. Die lewensduurte van die item is die periode wat deur die versekeringsbedryf bestempel word as die tydperk wat daardie item waarde het. Dit kan ook omskryf word as die gemiddelde gebruikstyd van so 'n item, verder kan dit gebeur dat die item ouer as die beraamde leeftyd is. Teoreties het hierdie item dan geen waarde nie, maar in die praktyk wel. Na 'n gesprek met 'n aantal waardeerders is op 'n minimum oorblywende waarde van 10 persent van die prys van die item besluit, ongeag ouderdom.
- Die **vatbaarheid** vir skade (Vergelyking 1) kan bestempel word as die persentasie wat 'n item kan beskadig as dit met 'n sekere diepte oorstroom.

Metode B kan beskryf word as 'n metode om die skade aan losgoed wat in en om die huis voorkom, te bepaal. Respondente is gevra om waardes en die hoogte-interval waarin die items voorkom, te gee. Die probleem was om losgoed se vatbaarheid vir skade te bepaal. Omdat die respondente nie ondervinding het van hoe die items sal beskadig nie het dit tot bogenoemde probleem aanleiding gegee. Dié probleem word ook nie in die literatuur aangespreek nie. Al hierdie losgoed sal egter nie 100% beskadig nie. Daar is in oorleg met waardeerders en in 'n poging om nie die skade te oorskakel nie, op 20% van die waarde as skade besluit. Die skadefunksie wat vir die losgoed deur **Metode B** ontwikkel is, word in die volgende voorbeeld verduidelik:

Die waarde van ornamente wat tussen 0.5 m en 2 m bo vloervlak voorkom, word op R10 000 beraam. Wanneer die vloedwater 1 m deur die huis vloei, word aanvaar dat die ornamente met 0.5 m oorstroom (1 m - 0.5 m). Drie-en-dertig en 'n derde persent van die ornamente (0.5/1.5 x 100) oorstroom dus. Die skade aan die ornamente is R666 (33.3% x (0.2 x 10 000)). As die huis 2 m oorstroom, sal 100% van die ornamente onder water wees. Die skade is dus R2 000 vir 2 m oorstrooming, (100% van R10 000 x 0.2).

Muurbehangsels soos portrette word as 100% beskadig beskou as die watervlak die onderste hoogte-interval van die item bereik. As die interval van die muurbehangsels byvoorbeeld tussen 1 m en 2 m is, en die waarde van die muurbehangsels is R50 000, sal die skade R50 000 wees as die huis met meer as 1 m oorstroom.

In talle van die huise is antieke meubels aangetref en omdat die pryse van nuwe meubels nie bepaal kon word nie (omdat in een geval sou dit 'n onderwaarding en in 'n ander geval sou dit oorwaarding van die waarde van die item wees), is die waarde wat deur die respondent verskaf is as die antieke item se oorblywende waarde beskou. Vatbaarheid vir skade aan die antieke items is op dieselfde manier as die huishoudelike items gehanteer.

Totale vloedskadefunksie vir Upington residensiële sektor

In die tweede gedeelte van die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor in Upington word die skade (op verskillende dieptes van oorstrooming) aan die inventaris gesommeer om 'n inhoudskadefunksie vir 'n betrokke woonhuis te kry. Nadat die inhoudskadefunksies vir die huise by wie die vraelyste voltooi is, ontwikkel is, word die skadefunksie vir agt kategorieë waarin die betrokke woonhuise geklassifiseer is (Tabel 4) deur middel van 'n kwadratiese regressievergelyking (4) voorgestel. Kwadratiese regressie pas die data beter as 'n reguitlyn-regressie deurdat die R^2 van die kwadratiese vergelykings hoër is. Die algemene vorm van die kwadratiese funksie bied ook 'n meer logiese verklaring van die verloop van vloedskadefunksie as die reguitlynfunksie.

$$y = b_0 + b_1X + b_2X^2 \quad (4)$$

waar:

y = skade per hoogte-interval

X = hoogte-interval

b_i = konstante

Klas 1 was nie verteenwoordig in die opname nie, maar dié klas se huise stem ooreen met die arbeidershuise wat in die landelike gedeelte van die vloedvlakte voorkom.

Klas 2

$$y = 267.79 + 26.285X - 6.888.2X^2 \quad (5)$$

$$R^2 = 0.58 \quad (R^2 = \text{meervoudige korrelasie-koëffisiënt})$$

Klas 3

$$y = 211.9 + 22.833X - 5.984.23X^2 \quad (6)$$

$$R^2 = 0.72$$

Klas 4

$$y = 560.21 + 22.009X - 5.773.29X^2 \quad (7)$$

$$R^2 = 0.75$$

Klas 5

$$y = 570.76 + 31.091X - 7.360.19X^2 \quad (8)$$

$$R^2 = 0.55$$

Klas 6

$$y = 2.128.05 + 55.265X - 3.493X^2 \quad (9)$$

$$R^2 = 0.83$$

Klas 7 en 8 is op 'n ander wyse hanteer. Omdat daar so min respondente by hierdie klasse was, is die skadefunksie op gemiddelde skade vir die klasse gebaseer. Die skadefunksie wat vir die arbeidershuise ontwikkel is, is as skadefunksie vir Klas 1 gebruik.

Om die totale vloedskadefunksie vir die verskillende kategorieë te skep, is die struktuurskadefunksie (Tabel 3) by die inhoudsfunksies van die verskillende kategorieë gevoeg. Die klein klas struktuurskadefunksie is vir woonhuis Kategorieë 2, 3 en 4 (omdat daar so 'n groot ooreenkoms tussen die drie kategorieë se inhoud-

TABEL 6 RESIDENSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES (INHOUD PLUS STRUKTUUR) VIR UPINGTON (ENKELVERDIEPING WOONHUISE)						
Skade in Rand (1993)						
Diepte van oorstroming(m)	Klas 1	Klas 2	Klas 3	Klas 4	Klas 5	Klas 6
0	0	0	0	0	0	0
0.05	6	8 432	18 068	14 315	19 788	39 216
0.1	151	9 535	19 164	15 372	21 287	41 878
0.2	424	11 649	21 268	17 400	24 176	46 999
0.3	513	13 641	23 252	19 312	26 917	51 851
0.6	989	25 026	34 628	30 498	49 029	86 851
0.9	1 0392	29 170	38 785	34 503	55 044	97 358
1.2	1 049	32 435	42 086	37 689	60 143	106 107
1.5	1 059	34 379	44 089	39 616	63 509	111 757
1.8	1 059	35 224	45 014	40 503	65 550	117 979
2.1	1 059	35 970	64 485	60 011	66 265	115 771
2.4	1 059	54 467	64 485	60 011	66 498	129 276

skadefunksies is) gebruik, terwyl die medium klas struktuurskadefunksie vir Kategorieë 5 en 7 en hoë klas struktuurskadefunksie vir woonhuis Kategorieë 6 en 8 gebruik word. Kategorieë 2, 3 en 4 kan bestempel word as lae-sosio-ekonomiese kategorieë, terwyl 5 en 7 medium en 6 en 8 hoë kategorieë is.

Tabel 6 en 7 stel die vloedskadefunksies in tabelvorm voor. In die tabelle word die totale vloedskadefunksies vir al agt skadekategorieë van Upington se residensiële sektor weergegee. Tabel 6 is die skadefunksies vir enkelverdiepinghuise in Upington, terwyl Tabel 7 skadefunksies vir dubbelverdiepinghuise in die vloedvlakte is. Totale skade wat per hoogte in 'n woning deur 'n vloed aangerig kan word, is teenoor daardie hoogte in die tabelle voorgestel.

Samevatting en gevolgtrekking

In hierdie studie is residensiële vloedskadefunksies vir 'n stedelike gebied in die Noordkaapprovinsie van Suid-Afrika naamlik Upington bepaal. Eerstens is vasgestel watter veranderlikes in die vloedskadefunksie moet figureer. Diepte van oorstroming en waarde van die eiendom is as die belangrikste onafhanklike veranderlikes geïdentifiseer.

Tweedens is vloedskadefunksies vir geboustruktuur en huisinhoud ontwikkel. Hierdie metodes kan gebruik word om residensiële inhoudskadefunksies in ander gebiede in Suid-Afrika te ontwikkel. Omdat die waardes van die struktuurskadefunksies uit 'n nasionale publikasie verkry is, sou dit ook in ander gebiede in Suid-Afrika gebruik kan word.

Verder is vir Upington skade aan geboustruktuur en huisinhoud gekombineer om 'n saamgestelde vloedskadefunksies vir verskillende huiskategorieë weer te gee. Kundighedsmenings en regressietegniese is gebruik om hierdie skadefunksies te bereken. Die totale vloedskadefunksies wat ontwikkel is, kan in rekenaarmodelle gebruik word om vloedskade voor of na 'n vloed te beraam. Verder kan die rekenaarmodelle ook aangewend word

TABEL 7 RESIDENSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES (INHOUD PLUS STRUKTUUR) VIR UPINGTON (DUBBELVERDIEPING WOONHUISE)		
Skade in Rand (1993)		
Diepte van oorstroming (m)	Klas 7	Klas 8
0	0	0
0.3	33 542	32 122
0.6	64 512	60 961
1.2	74 742	75 329
1.5	76 198	78 569
1.8	77 074	80 497
2.1	77 749	81 840
2.4	78 863	97 153
3.0	78 863	97 153
3.6	101 360	129 789
3.9	102 171	130 419
4.2	103 308	132 919
4.8	104 521	137 779
5.1	104 927	139 999
5.4	105 930	159 940

om maatskappij vloedskadeverminderingmaatreëls te evalueer en 'n optimale pakket van maatreëls daar te stel. Dit sal in 'n opvolgartikel aangespreek word. Die residensiële vloedskadefunksies wat in hierdie studie ontwikkel is, is lokaal gebonde. Verdere studie sal bepaal in watter mate hierdie resultate nasionaal toepasbaar is.

Erkenning

Finansiële ondersteuning van die Waternavorsingskommissie vir die onderneem van die navorsing word met dank erken.

Verwysings

- HOMAN AG and WAYBUR B (1960) A Study of Procedure in Estimating Flood Damage to Residential, Commercial and Industrial Properties in Canada. Stanford Research Institute, Menlo Park. (SRI Project Nos. I-2541 and I-2880).
- MERKEL'S BUILDERS' PRICING & MANAGEMENT MANUAL (1992) Randburg.
- PARKER DJ, GREENCH and THOMPPM (1987) *Urban Flood Protection Benefit: A Project Appraisal Guide*. Gower Technical Press, Aldershot.
- PENNING-ROV/SELL EC and CHATTERTON JB (1977) *The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques*. Saxon House, Teakfield Limited.
- SMITH DI (1953) Persoonlike mededeling. Centre for Resource and Environmental Studies, The Australian National University, Canberra.
- SMITH DI, HANOMER JW, GREENAWAY MA and LUSTIG TL (1990) *Losses and Lessons From the Sydney Floods of August 1986, Volume 1 and Volume 2*. Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra.
- VILJOEN MF en VOS JA (1984) Riglyne vir die Ontwikkeling van Vloedskadevoorspellingsmodelle. Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- VOS JA (1982) Die Bepaling van Vloedskades Binne Stedelike Nedersettings na Aanleiding van die 1975-oorstromings in die Vaalrivier. Asook Riglyne vir die Vermindering van Vloedverliese, Deel I en Deel II. Ph.D.-verhandeling, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
-