

**DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES EN 'N
REKENAARPROGRAM OM DIE VOORDELE VAN
VLOEDBEHEER- EN VLOEDSKADEBEHEER-
MAATREëLS TE BEPAAL**

DEEL 3: STEDELIKE GEBIED

deur

**HJ BOOYSEN
MF VILJOEN**

**DEPARTEMENT LANDBOU-EKONOMIE
UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT**

Studie onderneem namens die
Watnavorsingskommissie

**BLOEMFONTEIN
1995**

WNK Verslag No 490/3/96

ISBN 1 86845 217 4
ISBN STEL 1 86845 218 2

INHOUDSOPGAWE

BLADSY

HOOFSTUK 1

AGTERGROND

1.1	INLEIDING	1
1.2	VLOEDE	2
1.2.1	Vloede veroorsaak deur reënval	2
1.2.2	Die bydrae van die opvanggebied tot vloedvorming	3
1.3	VERSTEDELIKING EN VLOEDE	4

HOOFSTUK 2

VLOEDSKADENAVORSING

2.1	INLEIDING	6
2.2	FAKTORE WAT VLOEDSKADE BEINVLOED	8
2.3	DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE	9
2.3.1	Benadering vir historiese vloedskadeberaming	9
2.3.2	Voorspelling van toekomstige vloedskade (situasie-simulasie)	10
2.3.3	Die gebruik van vloedskadefunksies in die beraming van vloedskade	11
2.4	DIE GEOGRAAF EN VLOEDSKADENAVORSING	13
2.5	NAVORSINGSONTWERP	16
2.5.1	Probleemstelling	16
2.5.2	Doelstellings	17
2.5.3	Hipotese	17
2.5.4	Studiegebied	17
2.5.5	Navorsingsprosedure	19
2.6	SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG	22

HOOFSTUK 3

KONSTRUERING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR

3.1	INLEIDING	23
3.2	DIE ONTWIKKELING VAN STRUKTUURSKADEFUNKSIE VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR	23
3.2.1	Die gebruik van werklike vloeddata	24
3.2.2	Deskundige menings	28
3.3	DIE ONTWIKKELING VAN INHOUDSKADEFUNKSIES VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR	32
3.4	UPINGTON RESIDENSIËLE SKADEFUNKSIE	33
3.4.1	Skadefunksies vir die verskillende items	34
3.4.2	Struktuurskadefunksie	37
3.4.3	Skadefunksies vir die verskillende huise	37
3.4.4	Skadefunksies vir die verskillende kategorieë	38
3.5	VEREENIGING RESIDENSIËLE SKADEFUNKSIE	42
3.5.1	Skadefunksies vir die verskillende items	42
3.5.2	Inhoudskadefunksies vir die verskillende huise	45
3.5.3	Skadefunksies vir die verskillende kategorieë woonhuise	45
3.6	SAMEVATTING	47

HOOFSTUK 4

KOMMERSIËLE EN INDUSTRIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES

4.1	KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES	48
4.1.1	Inleiding	48
4.1.2	Teoretiese agtergrond vir die ontwikkeling van kommersiële vloedskadefunksies	49
4.1.3	Skadefunksies vir verskillende kategorieë besighede	60

4.2	DIE ONTWIKKELING VAN KOMMERSIËLE VLOEDSKADE-FUNKSIES VIR DIE VEREENIGINGGEBIED	61
4.3	METODIEK VIR DIE BEREKENING VAN INDUSTRIËLE SKADE	62
4.3.1	Studies wat reeds gedoen is	62
4.3.2	Teorie vir die beraming van industriële skade	63
4.4	SAMEVATTING	67

HOOFSTUK 5

DIE BERAMING VAN SKADE IN DIE ONDERSOEKGEBIEDE

5.1	INLEIDING	68
5.2	DIE GEBRUIK VAN REKENAARMODELLE IN DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE	68
5.2.1	Anuflood	69
5.2.1.1	Datavoorbereiding	71
5.2.1.2	Verdere verwerkingsmoontlikhede	74
5.3	BERAMING VAN RESIDENSIËLE POTENSIËLE SKADE VIR UPINGTON	75
5.3.1	Die gebruik van Anuflood vir die beraming van vloedskade	78
5.3.1.1	Beraming van totale potensiële residensiële skade in Upington	79
5.3.1.2	Die berekening van gemiddelde jaarlikse skade	80
5.4	DIE BERAMING VAN POTENSIËLE SKADE IN VEREENIGING	83
5.4.1	Beraming van residensiële skade vir Vereeniging	84
5.4.2	Kommersiële skade soos deur Anuflood bepaal	86
5.5	WERKLIKE SKADE TEENoor POTENSIËLE SKADE	87
5.5.1	Die ontwikkeling van die paraatheidsyfer vir Upington en	

	Vereeniging	88
5.5.2	Beraming van die werklike/potensiële skadekoers (w/p koers) vir die residensiële sektore van Upington en Vereeniging	90
5.5.3	Beraming van die werklike/potensiële skadekoers (w/p koers) vir Vereeniging se kommersiële sektore	92
5.5.4	Die 1993 beraamde skade in vergelyking met die historiese skade van 1974	93
5.6	BEPALING VAN INDUSTRIËLE SKADE IN VEREENIGING	95
5.6.1	Beraming van direkte potensiële industriële skade aan Nywerheid 1	95
5.6.1.1	Direkte skade per aanleg	97
5.6.2	Berekening van indirekte skade aan Nywerheid 1	99
5.6.3	Gemiddelde jaarlikse skade	100
5.6.4	Ander industrieë in die Vereeniging vloedvlakke	102
5.7	SAMEVATTING	103

HOOFSTUK 6

VLOEDSKADEVOORKOMING EN -BEHEERMAATREËLS

6.1	INLEIDING	104
6.2	TIPE VLOEDSKADEBEHEERMAATREËLS	104
6.3	DIE EVALUERING VAN VLOEDSKADEVERMINDERING- MAATREËLS IN DIE ONDERSOEKGEBIED	108
6.3.1	Upington residensiële sektor	108
6.3.2	Vereeniging residensiële sektor	111
6.3.3	Kommersiële vloedskadevoorkomingsmaatreëls (Vereeniging)	113
6.3.4	Industriële vloedskadevoorkomingsmaatreëls (Vereeniging)	116
6.4	SAMEVATTING	118

HOOFSTUK 7

SAMEVATTING EN EVALUERING

7.1	SAMEVATTING VAN DIE NAVORSING	119
7.2	DIE EVALUERING VAN ANUFLOOD VIR DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE EN DIE BEPALING VAN VLOEDSKADE- BEHEERMAATREËLS	120
7.2.1	Operasionalisering van Anuflood	120
7.2.2	Die beraming van skade	122
7.2.3	Evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls	123
7.3	DIE TOETS VAN HIPOTEESES	124
7.4	AFSLUITING	124

BRONNELYS	126
------------------	------------

KAARTE

BYLAE 1

BYLAE 2

BYLAE 3

BYLAE 4

BYLAE 5

HOOFSTUK 1

AGTERGROND

1.1 INLEIDING

Verskeie gebiede in Suid-Afrika word gereeld deur vloede wat aansienlike skade aanrig geteister. "Dit is bekend dat die Republiek van Suid-Afrika op 'n droogtegordel geleë is wat meebring dat die grootste gedeelte van die land deur lae en wisselvallige reënneerslae gekenmerk word. Ten spyte hiervan gebeur dit periodiek dat vloede wat skade van betekenisvolle omvang veroorsaak (gemiddeld een keer elke twee jaar), iewers in die land voorkom" [(Republiek van Suid-Afrika, Departement van Waterwese, Voorlegging aan die Waternavorsingskommissie insake 'n ondersoek na die 1974-vloede) soos aangehaal deur Vos, 1982].

Riviere speel 'n belangrike rol in die voorsiening van water. Vloedvlaktes is plat, vrugbaar en naby water wat dit ideaal maak vir residensiële, industriële en landbou-ontwikkeling. Normaalweg vloei riviere binne hul rivieroewers, maar na ongewone swaar reënval kan die vlak van die rivier tot bo die oerwers styg en oorvloei in die vloedvlakte. Baie mense wat in die vloedvlakte bly kan dan hul lewens, huise en lewensmiddele verloor. Die verliese vir die gemeenskap in terme van lewens- en ekonomiese verliese kan veroorsaak dat maatreëls getref word om vloedrisiko tot 'n aanvaarbare vlak te verlaag.

Vir effektiewe vermindering in vloedrisiko is dit nodig om die prosesse wat vloede veroorsaak te verstaan en kennis van die omvang van vloedrisiko asook die toepaslike analitiese metodes en prosedure wat ingestel kan word om risiko te verminder, te dra. In die gedeelte wat volg word kortliks na vloede en die oorsaak daarvan gekyk en in Hoofstuk 2 word vloedskade en die beraming van vloedskade ondersoek.

1.2 VLOEDE

"Floods have been many things to many people. To Noah and his people the Deluge was a manifestation of a wrathful God. To the pharaoh 16 "ells" on the Nile gauge meant wafa - a period of abundance, a contented people, and above all a freedom to tax without fear of unrest" (Hoyt en Langbein, 1955). Volgens Higgins en Robinson (1981) kom 'n vloed voor wanneer water oor grond, wat nie gewoonlik oorstroom nie, vloei. Rostvedt (1968) definieer 'n vloed as enige hoë stroomvloei wat natuurlike en mensgemaakte oewers oorstroom (soos aangehaal deur Maharaj, 1991).

Reënvaleienskappe, opvanggebiedeienskappe en die vogtigheidstatus van die opvanggebied voor die reën is volgens Alexander (1993) faktore wat die omvang van vloede bepaal. Vos (1977) verdeel die belangrikste oorsake van vloede in twee kategorieë, naamlik natuurlike en kunsmatige oorsake. Natuurlike oorsake sluit in reënval, smelting van sneeubedekking en die tipe plantbedekking van die opvanggebied. Voorbeelde van kunsmatige oorsake is die ondoeltreffende funksionering van damme, dambreek en obstruksies soos brûe en geboue in die vloedvlakte. Aangesien reënval die meeste tot vloede in Suid-Afrika bydra, word in die volgende gedeelte gekyk na vloede wat deur reënval veroorsaak word.

1.2.1 Vloede veroorsaak deur reënval

Die reënvaleienskappe wat die omvang en frekwensie van vloede bepaal, is hoeveelheid, verspreiding, intensiteit, duurte en die beweging van die storm. Die meeste vloede wat deur reënval veroorsaak word, is as gevolg van reënstorms van korte duur. Dit kan egter ook gebeur dat reënval wydverspreid oor 'n lang tydperk voorkom.

Reën wat vloede veroorsaak, word teweeg gebring deur weersisteme wat meestal verskeie

dae aanhou, oor honderde km² strek en oor groot dele van Suid-Afrika beweeg. Volgens Taljaard (1985), soos aangehaal deur Alexander (1993), word die meeste gedokumenteerte vloede in Suid-Afrika deur baie "diep" laagdruksisteme veroorsaak. Die teenwoordigheid van verskillende weersisteme soos tropiese siklone, grootskaalse golfpatrone en mesoskaal konveksie-sisteme veroorsaak wydverspreide en goeie reënval regoor groot dele van Suid-Afrika. Voorbeelde van vloede wat deur sulke weerstelsels ontstaan het, is vloede in Port Elizabeth in September 1968, Oos Londen in Augustus 1970, Laingsburg in Januarie 1981 en Natal in September 1987. In Februarie 1988, gedurende die vloed in die Oranje-Vrystaat, was daar 'n stilstaande hemisferiese viergolfpatroon in die boonste atmosfeer. Hierdie hemisferiese sirkulasiestelsel het gunstige omstandighede vir wydverspreide reënval oor die sentrale binneland onderhou deur 'n suidwaartse adveksie van vogtige tropiese lug (Alexander, 1993).

1.2.2 Die bydrae van die opvanggebied tot vloedvorming

Eienskappe wat direk bydra tot vloedspitse is die potensiële infiltrasietempo, poelvorming en die opberging van water in kanale (Alexander, 1993). Die potensiële infiltrasietempo bepaal die deel van die reënval wat beskikbaar is om afloop te genereer en is 'n funksie van deurlaatbaarheid en die voginhoud van die grond. Poelvorming is die gedeelte van die oppervlakaflowp wat vasgevang word in poele wat in die ongelyke plekke op die grondoppervlakte ontstaan. Die kanaalopberging is die gedeelte van die afloop wat nodig is vir die deurgang van 'n vloed deur die sisteem.

Plantegroei speel 'n deurslaggewende rol by vloedgroottes. Hoe digter die plantegroei hoe kleiner die vloed (persoonlike medeling deur De Villiers, 1994). Vir dieselfde grondtipe sal grond wat met plantegroei bedek is, veroorsaak dat afvloei vertraag word en insyfering toeneem, maar as daar geen plantbedekking is nie, kan afvloei vermeerder.

1.3 VERSTEDELIKING EN VLOEDE

Die mens se invloed kan oor twee stadia van vloedvorming strek. Die eerste stadium is ontwikkeling (byvoorbeeld stedelik en infrastruktureel) in die opvanggebied en tweedens het menslike benutting van die vloedvlakte 'n effek op vloedhidrologie en vloedskade.

Verstedeliking het 'n dramatiese effek op die hidrologie van opvanggebiede soos die invoer van groot hoeveelhede water, meestal vanaf ander opvanggebiede en die verandering van infiltrasie en verdampingsprosesse (Kuprianov, 1988 soos aangehaal deur De Villiers, 1993). Studies wat deur Martens (1968), James (1965) en Yucel (1974) (soos aangehaal deur Hollis, 1975) gedoen is, bevestig dat die effek van verstedeliking die grootste op klein vloede is en namate die grootte van die vloed vergroot, het verstedeliking minder effek¹. Volgens Leopold (1968) (soos aangehaal deur Hollis, 1975) word vloede met 'n frekwensie van 1:1 jaar nie baie deur 5 persent plaveisel (stedelike ontwikkeling) van die opvanggebied beïnvloed nie. Afhangende van die persentasie van verstedeliking kan vloede met 'n klein omvang met 'n faktor van 10 vergroot word en vloede met 'n frekwensie van 1:100 kan verdubbel met verstedeliking van die hele opvanggebied as hierdie verstedeliking 30 persent van die vallei verseël. De Villiers (1993) het die WASHMO-model gebruik om die effek van verstedeliking op die stroomvloeï van die opvanggebied van die Palmietrivier te toets. Die effek van verstedeliking op die vloeisnelheid van die 1:50 jaar reënval voorkoms is merkbaar namate dit stroomop en stroomaf van die Pinetown se sentrale sake gebied bereken is. In die stroomop sektor, met 'n helling van 1:50, is die snelheid 3 ms^{-1} , terwyl dit twee keer soveel stroomaf is, om en by 6 ms^{-1} , met 'n helling van 1:80.

Verstedeliking in die opvanggebied veroorsaak dat die vloedspitse, vloedvolume en vloeisnelheid verhoog. Uit die studies wat deur De Villiers (1993) gedoen is, kan afgelei word dat kanaalvergroting probleme verskaf vir verdere ontwikkeling en dat die stabilisering

¹ Wanneer dit baie reën en reënwater nie meer die grond kan infiltrer nie, verkry dit dieselfde eienskappe as 'n stedelike area.

van riviere belangrik is.

"At any particular site the extent of loss of life, damage to property and disruption of communications and services caused by floods will depend on the combination of the magnitude of the flood and the extent of the development within flood-prone areas. If there is no development there is no risk" (Alexander, 1993). Daar kan van Alexander se stelling afgelei word dat **ontwikkeling van die vloedvlakte** deur die mens verskeie gevolge kan hê.

Die ligging van ontwikkeling in die vloedvlakte saam met die omvang van die vloed, die hidrologiese eienskappe van die rivier en vloedvlakte het 'n invloed op die diepte, vloeisnelheid en rigting van die vloei van vloedwater. Volgens Alexander (1993) het pad- en treinbrûe 'n invloed op vloeddiepte en snelheid van riviervloei. In normale omstandighede (sonder ontwikkeling) sal riviere neig om meer reguit te vloei namate vloeisnelheid toeneem en strukture in die nuwe vloeirigting se pad sal blootgestel wees aan groter risiko vir skade.

Die effek wat ontwikkeling in die vloedvlakte op die hidrologiese eienskappe van die rivier het, is moeilik meetbaar. Dit kom duidelik na vore in 'n verslag wat Chunnett, Fourie en Vennote in 1993 uitgebring het, dat die beraming van maksimum vloei slegs tussen die noodwalle voordat 'n vloed sou plaasvind, baie problematies blyk te wees. As noodwalle problematies is, sal ander ontwikkelinge in die vloedvlakte soos geboue groter probleme veroorsaak.

HOOFSTUK 2

VLOEDSKADENAVORSING

2.1 INLEIDING

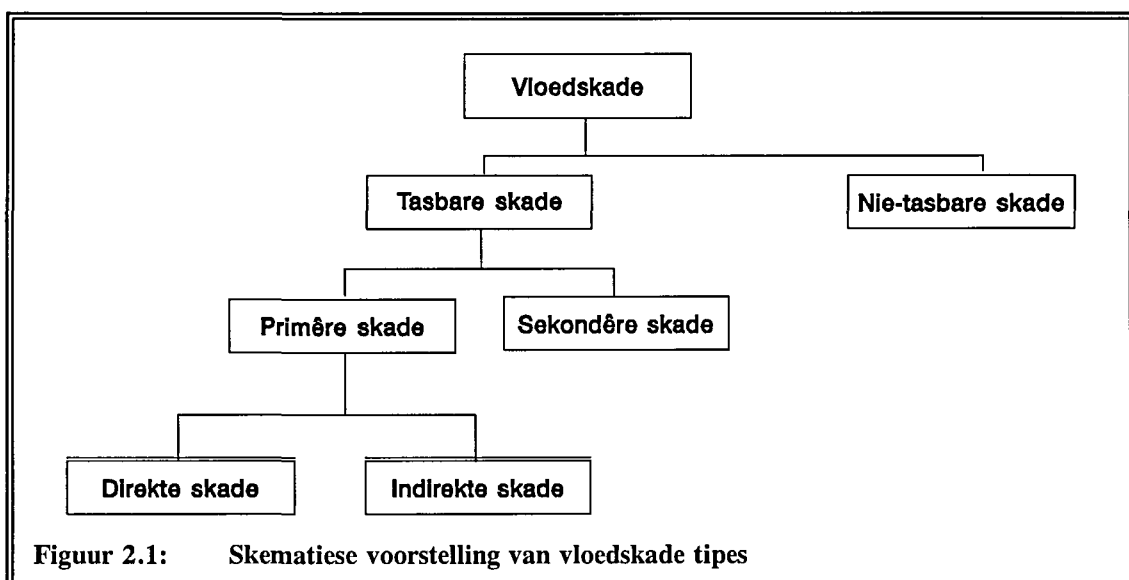
In hul studie verdeel Viljoen et al. (1977) vloedskade in twee hoof kategorieë, naamlik tasbare en nie-tasbare verliese. 'n Eenvoudige definisie van **tasbare skade** is dat dit skade is waaraan 'n geldwaarde geheg kan word. Tasbare skade kan verder weer in subkategorieë, naamlik primêre en sekondêre skade opgedeel word. **Primêre skade** word veroorsaak wanneer vloedwater met eiendom in aanraking kom. Kategorieë waarin primêre skade ingedeel kan word, is direkte en indirekte skade. Soos van die naam afgelei kan word, kom **direkte skade** voor as gevolg van direkte kontak met vloedwater. Dit sluit fisiese skade aan geboue en hul inhoud, brûe, paaie en spoorlyne in.

Vos (1977) beskryf **indirekte skade** as die netto ekonomiese verlies aan goedere en dienste wat ontstaan as gevolg van die onderbreking van aktiwiteite van sakeondernemings, nywerhede, handel, verkeer, kommunikasie en ander aktiwiteite in die vloedgeteisterde gebied. Volgens Smith (persoonlike mededeling) ontstaan indirekte skade as gevolg van die ontwrigting wat deur vloede veroorsaak word. Vir die residensiële sektor sluit dit die koste van alternatiewe behuising in en vir die kommersiële sektor is dit die verlies aan handelswins.

Wanneer mense buite die vloedvlakte skade lei, word dit deur Vos (1977) as **sekondêre skade** beskou. Penning-Rowsell en Chatterton (1977) voeg addisionele voorbeelde van sekondêre skade by. Volgens hulle kom sekondêre direkte skade voor wanneer byvoorbeeld gasontploffings deur vloedwater veroorsaak word en sekondêre indirekte skade as gevolg van verlaging in gesinsinkomste, weens die verlies aan werktyd by ontwrigte plaaslike ondernemings. Vloede kan ook op plaaslike, nasionale en selfs internasionale vlak impak hê. 'n Eenvoudige voorbeeld van internasionale impak is as 'n fabriek in Vereeniging

ontwrig word, dit 'n gevolg kan hê op aktiwiteite in Japan deurdat 'n pyp wat net hierdie fabriek vervaardig nie betyds in Japan gelewer kan word nie. Voorts lei herstelwerk wat na 'n vloed gedoen moet word, daartoe dat besighede soos bouers geld kan genereer wat andersins nie moontlik sou wees nie. Hierdie effek kan ook die vermenigvuldigereffek genoem word. Parker et al. (1987) verdeel die vermenigvuldigereffek in twee. "One negative consequence of flooding can be a loss of national income. The economical loss to the nation will result in further chains of loss (a multiplier effect). However, a positive consequence of flooding is that replacement expenditure result of a boom and this increase over planned expenditure should have an up multiplier effect". Hulle sê egter dat hierdie veranderinge in die ekonomie in vergelyking met ander veranderinge relatief klein is.

Alhoewel dit nie moontlik is om **nie-tasbare skade** in geld waarde te beskryf nie, is dit tog 'n belangrike deel van vloedskade. Voorbeelde van nie-tasbare skade is angs, ongerief, lewensverliese, skending van omgewingskwaliteit en die benadeling van sosiale welsyn en estetiese waardes (Vos, 1977). Handmer (1985) verdeel nie-tasbare skade in ontwrigting, siektes en sterftes in. In Figuur 2.1 word 'n skematiese voorstelling van die verskillende tipes skade wat in bogenoemde literatuurstudie geïdentifiseer is, gegee.



2.2 FAKTORE WAT VLOEDSKADE BEÏNVLOED

Volgens Parker et al. (1987) en Penning-Rowse en Chatterton (1977) is grondgebruik, eienskappe van die vloedwater en skadeverminderingsaksies deur die inwoners die belangrikste faktore wat vloedskade beïnvloed. Die omvang van vloedskade hang van verskeie menslike en natuurlike faktore af. Onder die menslike faktore val tipe grondgebruik, tipe boumateriaal, waarde van die eiendomme en die vloedvoorsorgmaatreëls wat deur die inwoners van die vloedvlakte getref word. Die natuurlike faktore sluit vloedwatereienskappe in, soos diepte, vloeiensnelheid, duurte en die hoeveelheid sediment in die water.

Homan en Waybur van die Stanford Research Institute (SRI) verwys in 1960 na 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. Alhoewel baie faktore nie meetbaar is nie het hulle tog 'n invloed op vloedskade. "In practice it has not been found feasible or even possible to collect adequate information about all these factors. Some factors, for example, the attitude of a community facing a flood danger, are not easily measured. Factors that cannot be measured may in some cases be more determining as to the extent of flood damages than those that can be readily measured and recorded. Nevertheless, the flood damage analyst must do his best with the information at his disposal" (Homan en Waybur, 1960). Homan en Waybur beskou verder 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 diepte-skade-verhouding die beduidendste is. Die waarde van die strukture en die inhoud word ook as belangrik beskou. Volgens Vos (1982) is diepte van oorstroming die belangrikste onafhanklike veranderlike wat in die modelle wat hy gebruik, figureer.

Uit bogenoemde kan afgelei word dat die twee belangrikste onafhanklike veranderlikes in

die beraming van vloedskades en die opstel van verliesfunksies diepte van oorstroming en die waarde van die eiendom wat ondersoek word, is.

2.3 DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE

In Paragraaf 2.2 is die verskillende tipes skade bespreek. In die gedeelte wat volg word gekyk na verskillende benaderings vir die beraming van direkte tasbare vloedskade.

Vos (1977) gee 'n volledige bespreking van die verskillende benaderings vir die beraming van vloedskades. Die beraming van historiese vloedskade en voorspelling van toekomstige vloedskade is die twee hoof benaderings wat vir die beraming van vloedskade gevolg kan word (Homan en Waybur, 1960).

2.3.1 Benadering vir historiese vloedskadeberaming

'n Studie wat deur die Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, UOVS in 1977 gedoen is, kan as 'n goeie voorbeeld van die benadering dien. Die verslag rapporteer die bevindinge rakende vloedskade wat deur die vloed van 1974 in sekere trajekte van die Oranje-, Vaal-, Riet-, Seekoei- en Hartbeesrivier aangerig is. Landbouskade, skade binne dorpe en die betrokkenheid van die sentrale owerheid en sekere ander instellings word bespreek. Vanaf die P.K. le Rouxdam tot Oranjeriviermond het boerderyskade gewissel van R10 402 088 vir grondskade tot R12 075 258 vir skade aan gewasse en oeste. Die totale dorpskade vir hierdie trajek is as R1 497 803 bereken. Skade aan owerheid en ander instellings het R5 296 710 vir sentrale owerheidsinstellings en R2 401 900 vir provinsiale owerhede en afdelingsrade beloop (Viljoen et al. 1977).

Die verslag oor die Sydney-vloede (Australië) van 1986 dien as voorbeeld van 'n studie wat in die buiteland onderneem is. In die studie is 'n rekenaarprogram, Anuflood, vir die beraming van skade gebruik. Data vir die studie is deur middel van opnames wat by

owerhede en nie-owerheidsinstansies, residensiële, kommersiële en industriële sektore gemaak is, ingesamel. Uit hierdie inligting is skadefunksies gekonstrueer.

Ander opnames wat tydens die Sydney ondersoek uitgevoer is, is

- sosiale opnames by huishoudings;
- media-opnames;
- opnames by waarskuwing- en nooddienste instansies;
- opnames by owerheidsinstansies;
- opnames by versekeringsmaatskappye;
- opnames by hulpvoorsieninginstansies, en
- opnames by ingenieurs.

Skade aan die verskillende gebiede is opgedeel in skade aan residensiële, kommersiële en industriële sektore. Verliese wat deur die sentrale en munisipale owerhede gely is, is ook bereken. Vir die Georgesrivier was die totale tasbare residensiële skade \$2 946 700, kommersiële en industriële skade \$3 131 000, munisipale owerhede \$395 800 en sentrale owerheid \$873 500 (Australiese dollar).

2.3.2 Voorspelling van toekomstige vloedskade (situasie-simulasie)

Teenoor opname metodes is situasie-simulasie of voorspelling nie soseer op verslaggewing van werklike vloede gebaseer nie, maar om moontlike toekomstige vloedskades binne 'n beplanningsraamwerk te voorspel (Spies et al., 1977). Verskeie variasies van situasie-simulasiemetodes kom voor. Vir die toepassing daarvan word verwantskappe tussen vloedskade en een of meer fisiese vloedparameter soos diepte oorstroom, duurre oorstroom en die sleurkrag van die water, benodig.

Die uitgangspunt van White, soos aangehaal deur Vos (1977), is dat vloedskades onafhanklik van gerapporteerde vloedskade, volgens 'n sistematiese proses, vasgestel kan word. Deur hierdie veronderstelling het White gepoog om 'n gemiddelde skadesyfer saam te stel wat gesuiwer is van enige sydigheid wat in gerapporteerde gegewens mag bestaan. Skade in 'n huis word beraam deur die vloerhoogte as beginpunt te neem. Die diepte van oorstroming binne 'n gebou word met behulp van kontoerlyne en die verwagte profiel van vloede bepaal. Die skade wat by elke stadium verwag word, word vasgestel en die kurwe grafies voorgestel.

As gevolg van beperkte tyd en geld is dit soms nodig om kortpadmetodes te volg. 'n Gebruiklike kortpadmetode is om skadeberaming van 'n steekproef van eiendomme in 'n oorstromingsgebied te kry en 'n skedule op te stel van gemiddelde skades van strukture en inhoud vir verskillende dieptes van oorstroming. Die skedule, uiteengesit as 'n "diepte-skade kurwe", word dan gebruik om die vloedskade vir verskillende grootte vloede te voorspel.

In al die voorafgaande benaderings word van vloedskadefunksies gebruik gemaak. Veral in die situasie-simulasiebenadering en by kortpadmetodes word skadefunksies op grootskaal gebruik. "Stage-damage curves are the essential building blocks upon which flood damage assessment are based" Smith (persoonlike mededeling 1993).

2.3.3 Die gebruik van vloedskadefunksies² in die beraming van vloedskade

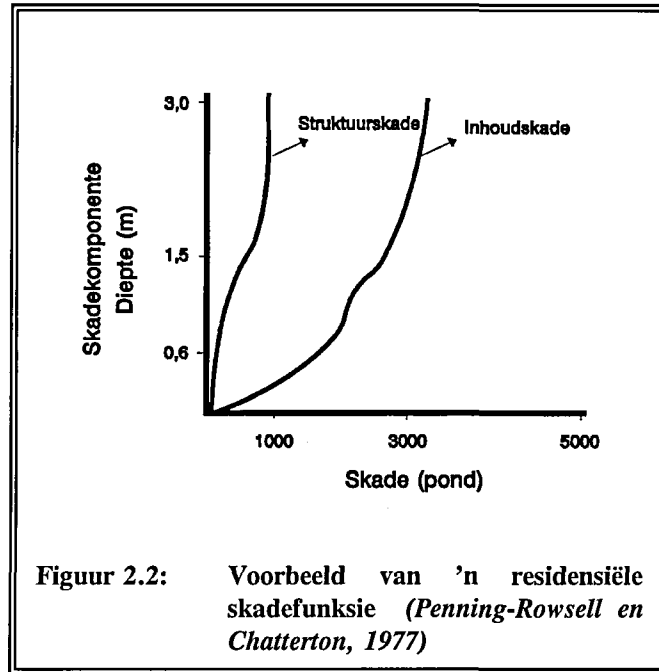
Volgens Higgins en Robinson (1981) word vloedskade aan stedelike eiendom uitgebeeld deur middel van diepte/skade verwantskappe, vergelykings, grafieke of in tabelvorm, wat die

² Vloedskadefunksies (skadefunksies) is die verwantskap tussen vloedeienskappe soos diepte van oorstroming en die skade veroorsaak deur daardie vloedeienskap.

skade aan individuele geboue vir verskillende dieptes van oorstroming aantoon. "All detailed studies of urban flood damages in Australia and overseas, rely on the use of stage-damage curves. Such curves represent the flood damages that is likely to occur at different depths of over-flooding." (Smith en Greenaway, 1992a)

Twee benaderings vir die ontwikkeling van skadefunksies kan gevolg word. Een is op voorspelde en een op historiese skade gebaseer. Eersgenoemde is 'n sintetiese benadering waar die skade deur die gebruik van verskillende vloedkenmerke soos diepte en duurt van oorstroming bereken word. Die tweede benadering is om skadefunksies uit inligting van werklike vloedskade te ontwikkel.

Gestandaardiseerde skadefunksies is die eerste keer gebruik by die toepassing van die Nasionale Vloedversekeringswet van 1968 deur die Federale Versekering Agentskap in die Verenigde State van Amerika. Verder het Penning-Rowell en Chatterton (1977) 'n "Manual of assessment techniques" ontwikkel wat gedetailleerde sintetiese verliesfunksies vir residensiële en kommersiële eiendom in die Verenigde Koninkryk bevat. Figuur 2.2 is 'n voorbeeld van standaard diepte/skade data (skadefunksies).



Toepassing van die sintetiese benadering vereis dat daar eers besluit moet word watter tipe skade ingesluit gaan word en watter nie. Dit voorkom onopsetlike weglating en dubbeltelling. Om die gekompliseerde effek van skadeverminderingsaksies vas te stel, kan 'n stel skadefunksies ontwikkel word, een met die aanname dat geen vloedvoorsorg getref word nie en ander waar daar verskeie opsies van voorsorg geld (United Nations, 1976a).

2.4 DIE GEOGRAAF EN VLOEDSKADENAVORSING

Dit is belangrik om te kyk na wat word bestudeer en van watter metodes word gebruik gemaak. In vloedskadenavorsing word die interaksie tussen die natuur en die mens ondersoek. Die metodes wat in hierdie navorsing gebruik word, is 'n wetenskaplike benadering wat induktief toegepas word. Erkende wetenskaplike metodes soos regressie-analises word gebruik om 'n algemene patroon vas te stel.

Om die plek van vloedskadenavorsing nog beter toe te lig kan na Cowlard en White se

sieninge gekyk word.

Volgens Cowlard (1990) gaan die geografiese probleem oor ekologiese kwessies (verhoudings tussen mense en die fisiese omgewing) of liggingskwessies (verhoudings tussen mense en ruimtelike omgewing). Om hierdie geografiese probleme aan te spreek, moet die geografiese besluitnemer werk met:

- komplekse verhouding van die kwessies en opsies
- onsekere toekoms
- wye reeks van fisiese en menslike faktore
- irrasionele menslike gedrag
- vinnige veranderende situasies
- gebrekkige en onvoldoende inligting
- botsende doelwitte en sienings
- potensiële wye impak van besluite
- meer as een besluit wat op een stadium geneem moet word
- verskillende belange
- beide ruimtelike en tydkwessies
- plaaslike sowel as globale skaal
- kort- en langtermynsieninge

"Geographical decision-making is thus the fascinating quest to make sense of, and resolve, the complicated problems which can arise from people-environment relationships. This can be achieved through a systematic approach which we can define as: GEOGRAPHICAL DECISION-MAKING IS THE SYSTEMATIC PROCESS OF EVALUATING THE ALTERNATIVES AND CHOOSING A COURSE OF ACTION IN ORDER TO SOLVE A GEOGRAPHICAL PROBLEM" Cowlard (1990).

Verder haal Kates en Burton (1986a) White aan waar hy die geografiese benadering vir die

aanpassing van die mens by vloede gee. Hierdie benadering neem al die moontlike alternatiewe aksies vir die vermindering in vloedskade in ag. Verder sluit dit aksies in soos vloedbeskermingswerke, aksies wat die effek van vloede verminder, die ontruiming van mense en hul eiendom voor die vloed, die herstel van die skade van die vloed en die opbou van finansiële reserwes teen vloedverliese. Die siening neem alle relevante voordele en kostes in aanmerking en die faktore wat die sukses van moontlike gebruike van die vloedvlakte bepaal. White se benadering propageer die grondgebruik wat die maksimum inkomste vir die samelewing inhou, maar met die minimum koste.

Volgens White moet meer klem gelê word op die regte tipe navorsing en die vermoë van die persone wat met die navorsing gemoeid is. "One of the commonly destructive questions about research runs, 'But is it Geography?' I would like to see us substitute it with 'Is it significant?' and " Are you competent to deal with it?" White, soos aangehaal deur Kates en Burton (1986a).

Die volgende is voorbeelde van betekenisvolle vloedskadenavorsing wat deur geograwe in Suid-Afrika en elders uitgevoer is.

- 'n Geograaf wat reeds op die gebied van vloedskade navorsing in Suid-Afrika gewerk het, was Vos wat in 1977 sy magister-verhandeling gedoen het oor die ontwikkeling van 'n stedelik-geografiese model vir vloedskadebepaling na aanleiding van die 1974-oorstromings langs die Riet- en Oranjerivier en sy doktorale-proefskrif wat handel het oor die bepaling van vloedskades binne stedelike nedersettings na aanleiding van die 1975-oorstromings in die Vaalrivier asook riglyne vir die vermindering van vloedverliese.
- Die eerste persoon wat vloedskadefunksies in die beraming van vloedskades gebruik het, is 'n Amerikaanse geograaf, Gilbert White. "Human Adjustment to Floods may well have been the most influential dissertation in U.S

geography" (Kates en Burton, 1986a). Die boek wat eers as 'n proefskrif vir 'n doktrale graad gedien het, is in 4 jaar voltooi.

- 'n Australiese geograaf, Smith, het al aan verskeie projekte regoor die wêreld vir die beraming van vloedskade deel geneem. 'n Rekenaarprogram is deur hom by die Centre for Resource and Environmental Studies aan die Australian University te Canberra ontwikkel. Hierdie program word regdeur Australië vir die beraming van vloedskade gebruik. Smith het in Junie 1993 besoek aan Suid-Afrika gebring, waartydens hy hulp aan die Suid-Afrikaanse navorsing verleen het.

2.5 NAVORSINGSONTWERP

2.5.1 Probleemstelling

Verliese wat as gevolg van vloede (veral die 1974- en 1988-vloede) voorgekom het, maak dit nodig dat die vloedprobleem meer sinvol in Suid-Afrika aangespreek moet word. Die doeltreffendste manier om dit te doen is om 'n hulpmiddel wat beplanners en beleidmakers help om die probleem sinvol aan te spreek, daar te stel. Die beleidmakers benodig 'n manier om hul voorstelle se impakte te meet en te vergelyk met alternatiewe voorstelle. Simulasies van die voorstelle is dus nodig. Die vooruitgang in rekenaar-tegnologie maak dit moontlik om simulasies vinnig uit te voer. Rekenaarmodelle moet egter ontwikkel word om hierdie simulasies mee te kan doen. Die afgelope 20 jaar het die gebruik van rekenaarmodelle vinnige metodes verskaf vir die beraming van vloedskade met die geleentheid om vloedskadeverminderingsaksies te evalueer. In Suid-Afrika is daar nie sulke rekenaarprogramme beskikbaar nie. Daar bestaan dus 'n behoefte in Suid-Afrika na 'n geskikte rekenaarmodel om vloedskade te beraam en vloedbeheerbeplanning te doen. Dit is nodig dat 'n studie om so 'n rekenaarmodel te ontwikkel, onderneem word.

2.5.2 Doelstellings

Die hoofdoel van hierdie ondersoek is om 'n rekenaarmodel daar te stel wat gebruik kan word om vloedskade in stedelike gebiede sonder die voorkoms van 'n vloed te beraam en verskillende vloedskadebeheermaatreëls vir ekonomiese uitvoerbaarheid te evalueer.

2.5.3 Hipotesese

Die hoofhipotese is dat 'n rekenaarmodel daar gestel kan word waarmee vloedskades in stedelike gebiede, in die afwesigheid van vloede, beraam kan word en waarmee vloedskadebeheermaatreëls bepaal en vir ekonomiese uitvoerbaarheid getoets kan word.

Die hoof hipotese kan in drie spesifieke hipoteses ingedeel word.

1. Vloedskadefunksies kan vir verskillende stedelike grondgebruike wat in die vloedvlakte voorkom, opgestel word.
2. Dit is moontlik dat 'n buitelandse rekenaarmodel so aangepas word dat dit in Suid-Afrika vir die beraming van vloedskade gebruik kan word.
3. Dit is moontlik om 'n rekenaarprogram wat vloedskade beraam ook aan te wend vir die evaluering van vloedskadebeheermaatreëls.

2.5.4 Studiegebied

Die navorsing vind in twee munisipale gebiede plaas naamlik Vereeniging en Upington. Die Vereeniginggebied is langs die Vaalrivier by die inloep van die Kliprivier en Suikerbosrandrivier geleë. Daarenteen is Upington langs die Oranjerivier in die Noord-Kaap Provinsie.

Die volgende redes vir die keuse van die ondersoekgebiede kan aangevoer word:

- twee verskillende riviere word ondersoek (verskillende riviereienskappe);
- die waarskuwingstyd verskil, in Vereeniging kan die waarskuwingstyd 'n paar uur wees, terwyl dit in Upington 'n paar dae kan wees;
- die twee ondersoekgebiede is in twee ekonomiese streke geleë;
- mense in beide gebiede het vloedondervinding, en
- daar is alreeds studies in beide ondersoekgebiede gedoen waarmee die resultate vergelyk kan word.

In Kaart 1 word die funksionele verspreiding van **Upington** gegee. Die streekmaksimumvloed ('n vloed met 'n frekwensie 1:1000) word ook op die kaart getoon. Die deel wat tussen die lyn en rivier is, word in hierdie studie as die vloedvlakte beskou. Opnames wat in Upington gedoen is, is in hierdie gedeelte gedoen.

Die topografiese eienskappe van die gebied sluit geen noemenswaardige verandering in die riviereienskappe in nie. Die rivier se loop is reguit by die dorp self, met 'n helling van 1,71m per km.

Die mees onlangse voorkomste van vloede was 1974 en 1988. In 1974 (1:20 jaar vloed) is 123 residensiële en besproeiingsboere direk geraak deur die vloed (Vos, 1977). Totale skade aan die terreine van residensiële persele was R104 514. Die skade aan geboue was R239 181.

Op Kaart 2 kan die funksionele verspreiding van **Vereeniging** waargeneem word. Die Februarie 1975-oorstroming is ook op hierdie kaart aangebring. Kaart 3 en 4 is kaarte van die woonbuurtes: Three Rivers en Peacehaven onderskeidelik. Op die kaarte is kontoerlyne en die verskillende vloedlyne met hul frekwensie aangebring. Byvoorbeeld loop 'n vloed met 0,0001 moontlikheid van voorkoms (1:1000 jaar) in Three Rivers op die 1435m kontoer. Die kaarte is in 1977 deur Viljoen et al. in hul studie gebruik. Na die grondgebruiksoopname in Vereeniging is gevind dat die funksionele grondgebruik nie

verander het nie, behalwe in die Three Rivers gedeelte. Die gebied tussen die rivier en die 1:1000 jaar vloedlyne dien as ondersoekgebied. Vereeniging se vloedvlakte kom in die gebied tussen die Vaaldam en die Barrage voor. Die gemiddelde val per kilometer rivierloop vanaf die Vaaldam tot Vereeniging is 1,32m, vanaf Vereeniging tot Baddrifbrug is 0,20m. Twee woonbuurte in Vereeniging wat onderhewig is aan oorstroming is Peacehaven en Three Rivers. Topografiese faktore wat veral in die twee woonbuurte tot hewige oorstroming aanleiding kan gee, is die feit dat beide aan die buitedraai van die Vaalrivier geleë is, maar veral omdat twee ander riviere, naamlik die Suikerbosrand- en die Kliprivier hier by die Vaalrivier aansluit.

In Vereeniging lê die laagliggende ontspanningsgebiede, aangrensend aan die Klip-Vaalriviersamevloeiing, wat sal oorstroom wanneer die vloeï in die Vaalrivier 1 500 kumek oorskry. Met 'n vloeï van 3 000 kumek word private eiendom binne Peacehaven en Three Rivers oorstroom en raak toenemend hewiger wanneer vloed groter as 3 500 kumek voorkom.

Met 'n vloeï van 2 000 tot 3 000 kumek is 24 erwe by Peacehaven en 28 erwe by Three Rivers (52 in totaal) onderhewig aan vloed. 'n Vloeï van 3 000 tot 4 000 kumek maak 193 erwe (62 Peacehaven, 87 Three Rivers en 44 in Three Rivers East) onderhewig aan vloed.

2.5.5 Navorsingsprosedure

'n Literatuurstudie is gedoen met die doel om 'n metodiek vir die beraming van vloedskades te ontwikkel. Penning-Rowsell en Chatterton (1977), Parker et al. (1987), Smith (1985), Smith en Handmer (1986), Smith en Handmer (1989), Smith et al. (1990), Spies et al. (1977), Viljoen (1979), Viljoen et al. (1978) Viljoen en Smith (1982), Viljoen en Vos (1984) en Vos (1977 en 1982) is van die belangrikste bronne wat geraadpleeg is. Uit hierdie studies is bepaal watter data in die navorsing nodig mag wees. Van bogenoemde bronne is as sekondêre bronne gebruik en daar is vasgestel watter inligting uit dié bronne gehaal kan

word. Daar is gevind dat primêre bronne (opnames in die ondersoekgebiede) ook gebruik moes word vir die verkryging van voldoende data. Vir hierdie doel is 'n vraelys uit die literatuur opgestel en is tydens 'n verkenningsbesoek aan die ondersoekgebiede getoets en aangepas.

Tydens verkenningsbesoeke aan Upington en Vereeniging is 'n voorlopige grondgebruiksopname onderneem om die verskillende grondgebruike en die kategorieë van die grondgebruike in die vloedvlakte te bepaal. Smith, van die Centre for Resource and Environmental Studies aan The Australian National University te Canberra was betrokke by hierdie besoek en waardevolle hulp is deur hom verleen. In die geval van Upington is die vloedvlakte met behulp van hidrologiese inligting, wat deur die konsultante Chunnnett, Fourie en Vennote (1993) verskaf is, afgebaken en in Vereeniging is data wat deur die Departement van Waterwese en Bosbou verskaf is, gebruik.

Alhoewel daar in die begin van die hoofopnames, om data vir die ontwikkeling van vloedskadefunksies in te samel, gepoog is om volgens 'n steekproef te werk, het die besluit om bedags vraelyste in te vul en nie in die aand wanneer meeste van die respondente by die huis sou wees nie, veroorsaak dat daar nie by die oorspronklike steekproef gehou kon word nie. Om 'n eweredige verspreiding van respondente in die verskillende huiskategorieë te kry, is soveel as moontlik vraelyste by die verskillende kategorieë se inwoners voltooi. Die woonhuise in die vloed is in verskillende kategorieë opgedeel. Bylae 3 is voorbeelde van huise wat in die verskillende kategorieë voorkom.

Data oor die hoeveelheid en ouderdomme van die inhoud van woonhuise is by inwoners van die vloedvlakte ingesamel, terwyl data ook deur middel van gesprekke met bouers, argitekte, bourekenaars en personeel van Upington en Vereeniging munisipaliteite bekom is.

'n Rekenaarmodel is gebruik om vloedskades te beraam en om vloedskade verminderingsmaatreëls te evalueer. 'n Rekenaarmodel (Anuflood) is van Australië bekom

en is vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas. Vir die aanpassing moes die drie insette van die program verander word. Hierdie insette is hidrologiese data, grondgebruiksdata en vloedskadefunksies. Data om hierdie drie insette aan te pas, is in die studiegebied ingesamel.

Statistiese tegnieke soos regressie-analise is by die verwerking van die data gebruik om 'n vloedskade/diepte verwantskap (skadefunksie) vir elke grondgebruikskategorie op te stel. Eerstens is skadefunksies vir elke woonhuis waarby 'n vraelys ingevul is, opgestel. Met die regressie-analise is skadefunksies vir die verskillende kategorieë ontwikkel. Hierdie vloedskadefunksies is dan in die rekenaarprogram gestoor.

Hidrologiese data wat bestaan uit vloedlyne en vloedfrekwensies is van privaat konsultante en die Departement van Waterwese en Bosbou van die studiegebiede verkry. Die data is ook in Anuflood gestoor.

Deur middel van 'n opname is eienskappe soos die xy-koördinate, adres, boumateriaal en waardeklas vir elke eiendom in die vloedvlakte op vorms aangebring wat dan in die rekenaar gestoor is. Hierdie data verbind die eiendomme met die onderskeie vloedskadefunksies.

Nadat al die insette in Anuflood gestoor is, kon die beraming van vloedskade gedoen word. Anuflood het verskeie menu-opsies wat gebruik kan word om totale potensiële skade per vloedlyn of die jaarlikse gemiddelde skade te bereken. Anuflood word dus nie wesentlik gewysig nie. Net die drie insette word vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas.

Die vloedskadefunksies is ook vir die kommersiële sektor in Vereeniging ontwikkel. Hierdie ondersoek is voorafgegaan deur 'n verkenningsbesoek waartydens die grondgebruiksopname voltooi is. In hierdie opname is die verskillende besighede in waardeklasse gedeel. Die verskillende kategorieë word deur die waarde van die voorraad en die oppervlakte van die besigheid bepaal. Uit data wat deur middel van vraelyste by die ondernemings ingesamel

is, is vloedskadefunksies vir die verskillende kategorieë opgestel. Hierdie skadefunksies is in die rekenaarmodel gestoor. Te same met dié opname is gepoog om skade aan die industriële sektor in Vereeniging te beraam.

Die resultate wat uit die berekeninge van Anuflood verkry is, sal in die vorm van tabelle en figure voorgestel word. 'n Bespreking van die resultate word ook gegee. Die studie sal poog om aan te toon hoe Anuflood gebruik kan word om skades te beraam en vloedskadebeheermaatreëls te toets.

2.6 SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG

In die samestelling van die verslag word gepoog om 'n logiese verloop aan die navorsing te gee. In Hoofstuk 1 is 'n inleiding oor vloedskadenavorsing gegee. In Hoofstuk 2 word die twee hoofelemente van vloedskade, naamlik vloede en die mens bespreek. Die betrokkenheid van die geograaf by vloedskadeberaming en die navorsingsontwerp word ook in Hoofstuk 2 toegelig. Die volgende twee hoofstukke (Hoofstuk 3 en 4) word gewy aan die ontwikkeling van 'n residensiële vloedskadefunksie vir Upington en Vereeniging (Hoofstuk 3) en kommersiële vloedskadefunksies en die teorie van industriële skade beraming vir Vereeniging (Hoofstuk 4). In Hoofstuk 5 word Anuflood gebruik om die potensiële skade van die residensiële en kommersiële skade te beraam. Verder word in Hoofstuk 5 industriële skade vir Vereeniging bereken. Grondgebruike, hidrologiese data en die verhouding tussen potensiële en werklike skade word ook in die hoofstuk bespreek. In Hoofstuk 6 word Anuflood gebruik om vloedskadebeheermaatreëls te ondersoek. Die verslag word in Hoofstuk 7 afgesluit deur 'n kort samevatting van die navorsing en 'n evaluering van Anuflood.

HOOFSTUK 3

KONSTRUERING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR

3.1 INLEIDING

In die hoofstuk word vloedskadefunksies (een van die insette van Anuflood) vir die residensiële sektor vir die studiegebiede gekonstrueer. Penning-Rowsell en Chatterton (1977) verdeel 'n wooneenheid in twee sub-kategorieë, naamlik die geboustruktuur en huisinhoud. Hierdie kategorieë word verder soos volg opgedeel: huisinhoud in huishoudelike items, verwarmingtoerusting, elektriese toerusting, meubels en persoonlike items. Geboustruktuur in boumateriaal sluit versierings aan geboue, elektriese bedrading, loodgieterwerke, heinings en hekke in. Vir elk van die sub-kategorieë word 'n vloedskadefunksie opgestel.

Om meer noukeurig na die opstel van residensiële skadefunksies te kyk, word die hoofstuk in drie dele verdeel. Deel een handel oor die ontwikkeling van struktuurskadefunksies, die tweede gedeelte gee 'n oorsig oor die teorie van die konstruering van inhoudskadefunksies. In die derde gedeelte word vloedskadefunksies vir Upington en Vereeniging se residensiële sektore ontwikkel.

3.2 DIE ONTWIKKELING VAN STRUKTUURSKADEFUNKSIE VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR

Om moontlike struktuurskade vir die huise in die studiegebied te voorspel, word in hierdie gedeelte gepoog om 'n metode of metodes vir die beraaming van struktuurskade te ontwikkel.

Gebouskade (skade aan die struktuur van geboue) is 'n belangrike deel van residensiële skadefunksies. Verskeie benaderings om die struktuurskade te beraam, is al gevolg,

byvoorbeeld Penning-Rowse en Chatterton (1977) maak gebruik van argitekte en bourekenaars om die skade wat aan elektriese bedrading en pleisterwerk deur verskillende dieptes van oorstroming veroorsaak word, te bereken. Smith et al. (1990) verwys na bogenoemde metode en 'n metode waar inligting van werklike vloede gebruik word. Laasgenoemde metode word in die meeste Australiese studies gebruik. Omdat Australië goeie struktuurdata het, is dit nodig ge-ag dat die gebruik van hierdie data in Suid-Afrika ondersoek moet word (persoonlike mededeling deur Smith, 1993).

In hierdie studie gaan na die gebruik van werklike vloede se inligting en kundigheidsmening as benaderings vir die opstel van struktuurskadefunksies gekyk word. Uit hierdie benaderings gaan 'n metode gekies word om struktuurskade vir verskillende dieptes van oorstroming vir wooneenhede in die studiegebiede te voorspel.

3.2.1 Die gebruik van werklike vloeddata

Vir die gebruik van werklike vloeddata word daar na die Sydney-³ en die Vaalrivier- (Vos 1982) verslae gekyk. Die volgende inligting oor struktuurskade is uit die Sydney-verslag verkry:

- daar is twee dominante faktore in struktuurskade, naamlik diepte van oorstroming en die kwaliteit van die woning. Voorts bestaan daar 'n lineêre verhouding tussen struktuurskade en diepte van water oor die huis se vloer,
- ander veranderlikes, soos byvoorbeeld die verskil tussen "weatherboard"- en steenwonings is van geen waarde.

Die huise wat onderhewig was aan oorstroming is deur waardeerders in verskillende klasse ingedeel. Hierdie klasse is volgens die waarde van die huis geklassifiseer. Van 1 (swak of lae waarde huis) tot 5 (hoë waarde huis) vir vier verskillende vloeddieptes. Omdat van die klasse geen of baie min verteenwoordiging het, is die data deur Smith herrangskik om die

³ Die studie is deur Smith et al. in 1990 gedoen. Skade wat in die Sydney-gebied gedurende die 1986-vloed voorgekom het, is bepaal.

Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor

gemiddeldes vir drie waardeklasse te gee, naamlik: 1 en 1.5 vir swak, 2.0, 2.5, 3.0 en 3.5 vir medium en 4.0 en 4.5 vir goed. In sommige klasse is geen verteenwoordiging nie en is skade geïnterpoleer. Volgens Smith et al. (1990) is hierdie waardes wat in die Sydney-verslag bereken is van hoë standaard (Tabel 3.1). Dit vergelyk verder goed met ander studies wat in Australië gedoen is.

Tabel 3.1 Residensiële struktuurskade wat deur die gebruik van die Sydney-studie ontwikkel is

Waardeklasse	Diepte van oorstroming (m)	Skade (gemiddeld per woning) 1986 *	Skade (gemiddeld per woning) 1993 *	Skade (gemiddeld per woning) 1993 **
1 (1)	1,0 - 2,0	3 500	5 145	11268
1.5 (4)	0,2 - 1,0	725	1066	2334
	1,0 - 2,0	900	1323	2897
2.0 (7)	0 - 0,2	300	441	966
	0,2 - 1,0	250	368	805
	1,0 - 2,0	1225	1801	3944
2.5 (9)	0 - 0,2	350	515	1127
	0,2 - 1,0	1238	1820	3985
	1,0 - 2,0	2733	4018	8798
3.0 (15)	0 - 0,2	1025	1507	3300
	0,2 - 1,0	1874	2755	6033
	1,0 - 2,0	837	1230	2695
3.5 (17)	0 - 0,2	-	-	-
	0,2 - 1,0	1960	2881	6310
	1,0 - 2,0	909	1336	2926
4.0 (14)	0 - 0,2	1409	2071	4536
	0,2 - 1,0	2886	4242	9291
	1,0 - 2,0	3300	4851	10624
4.5 (4)	0 - 0,2	1035	1521	3332
	0,2 - 1,0	1500	2205	4829
	1,0 - 2,0	-	-	-

Waardes in hakies is die hoeveelheid respondente

- Daar is geen verteenwoordiging in hierdie interval nie

** Skade in Australiese dollars*

*** Skade in Suid-Afrikaanse Rand (die omskakeling na Suid-Afrikaanse Rand word in Bylae 5 bespreek)*

In kolom 5 van Tabel 3.1 word die Australiese struktuurskade in Suid-Afrikaanse Rand weergegee. Dit moet in gedagte gehou word dat met die omskakeling van Australiese Dollar na Suid-Afrikaanse Rand die inflasie van Australiese boukoste nie in aanmerking geneem word nie. Hierdie waardes word later in die hoofstuk met waardes wat in Suid-Afrika ontwikkel is, vergelyk.

In die **Vaalrivier-verslag** gebruik Vos (1982) modelle wat deur Viljoen et al. (1980) ontwikkel is vir die voorspelling van struktuurvloedskade wat vir toekomstige vloede gebruik kan word. Dit was moontlik om met die skade-inligting afsonderlike verwantskappe volgens boumateriaaltipe vir woonhuise, buitegeboue, boot- en pomphuse (almal enkelverdieping strukture) te ondersoek (Vos, 1982). Totale skade per gebou en vierkante meter vloedoppervlakte is as afhanklike veranderlikes gebruik. Diepte van oorstroming, duurte van oorstroming, vloeroppervlakte, afstand vanaf rivieroewer, vervangingswaarde asook verskillende transformasies van diepte en duurte van oorstroming is as onafhanklike veranderlikes gebruik. Viljoen (soos aangehaal deur Vos, 1982) het bepaal dat diepte van oorstroming die onafhanklike veranderlike is wat die meeste in die modelle figureer.

In Vereeniging kan vier modelle vir toekomstige struktuurskadeberaming aangewend word. Dit is twee logika en twee statistiese modelle. Hierdie modelle se fouteverspreiding was deurgaans bevredigend.

Een van hierdie modelle, 'n statistiese model, was al een wat totale skade aan die woonhuis weergee. Daar is op hierdie statistiese model besluit om struktuurskade te voorspel omdat in die verslag net gebruik gemaak word van totale skade aan woonhuise. Die statistiese vergelyking (Vaalrivier-model) is:

$$T = 1543,8922D + 2314,2984 \dots\dots\dots(1)$$

wat by 5 persent toetspeil betekenisvol is.

Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor

T = Totale skade aan woonhuis in Rand (1975)

D = Diepte bokant vloervlak in meter oorstrom

Omdat die waardes wat uit die toepassing van die vergelyking (Tabel 3.2) verkry is, 1975-waardes is, moet dit na 1993-waardes aangepas word. Die indeks wat gebruik is om die aanpassing te maak, is die behuisingskoste-indeks van 1964 tot 1992. Volgens hierdie indeks het dit in 1964 gemiddeld R71 gekos om 'n vierkante meter te bou, in 1975 R148 en in 1992 R1 032. Omdat daar met 1993 se kostes gewerk word en 1993 se bedrag nog nie beskikbaar is nie is besluit om die gemiddelde styging van die vorige vyf jaar (R89,20) by 1992 se bedrag te tel. Uit die berekeninge het dit geblyk dat die bedrag vir 1993 R1 121,20 is, wat na R1 121 afgerond word. As die 1975-pryse aangepas word, word dit met 'n faktor van 7,57 (R1 121/R148) gedoen. Die resultaat van hierdie aanpassings word in Tabel 3.2 gegee.

Tabel 3.2 Die toepassing van Vaalrivier-model om residensiële struktuurskade in die ondersoekgebiede te voorspel

Diepte (m)	Skade in R (1975)	Skade in R (1993)
0	2 314	17 519
0,05	2 391	18 104
0,1	2 469	18 688
0,2	2 623	19 857
0,3	2 777	21 025
0,6	3 241	24 532
0,6	3 704	28 038
1,2	4 167	31 544
1,5	4 630	35 050
1,8	5 093	38 556
2,1	5 556	42 062
2,4	6 020	45 569

3.2.2 Deskundige menings

Met behulp van kundiges (persone met vloedervaring) wat in die ondersoekgebiede woon en werk, is bepaal wat die aard en omvang van skade sal wees as die wooneenheid oorstrom. Die volgende weerspieël die mees algemene menings wat ingewin is.

Gedurende 'n vloed word water en modder op volvloermatte agtergelaat, wat veroorsaak dat die matte krimp en omdat die modderneerslag net teen hoë koste verwyder kan word, is dit beter om die matte te vervang. Alhoewel dit in normale gevalle nie nodig is dat pleisterwerk vervang moet word nie, moet gewag word totdat die pleister droog is voor dit gevef kan word. Met 'n oorstroming van selfs so min as 10 cm oor die vloer sal die vertrekke uitgevef moet word. As gevolg van die kleurverskille is dit nie prakties om net die oorstromde gedeelte te vef nie. Wanneer die water oor die plafon was, sal die plafon vervang moet word. Skade aan die dakkappe sal afhang van hoe die hout deur die water geaffekteer is. In die meeste gevalle is dit nodig om net die elektriese bedrading te laat droog word. Kragproppe en skakelaars wat in die water was, sal moontlik vervang moet word. Gewoonlik hoef rioolwerke net skoongemaak te word. Indien dit egter 'n syfferriool is, mag dit nodig wees om 'n nuwe put te grawe aangesien die modderneerslag die deurvloei verstop. Normaalweg is daar geen probleme met die loodgieterwerke nie, maar soms sou die massa en die spoeleffek van die water die pype laat breek, wat dan herstel moet word.

Tabel 3.3 verskaf struktuurskadefunksies wat opgestel is aan die hande van kundighedsmenings en na gesprekke met deskundiges in die boubedryf.

Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor

Tabel 3.3 **Struktuurskadefunksie opgestel na gesprekke deur die navorser met kundiges in die boubedryf**

Diepte oorstroom (m)	Tipe skade	Waarde *	Waarde **
0 - 0,10	Vloerbedekking	3 030	3 303
	Volvloermatte	4 480	4 883
	Keramiekteëls	525	572
	Vinielteëls		
Totaal		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		20 240	22 062
1,2	Skakelaars	615	670
Totaal		615	670
2,4 +	Plafon en dakkappe	5 409	5 896
	Dakhout en bout	8 482	9 245
Totaal		13 891	15 141

* 1992-waarde in Rand

** 1993-waarde in Rand

Die 1992-waardes van Tabel 3.3 is uit Merkel's "Builders' Pricing and Management Manual" (1992) gekry. Die aanpassing van die 1992-waardes na 1993-waardes is op dieselfde manier as by die vorige gevalle gedoen.

Deur die waardes van die verskillende benaderings te vergelyk (Tabel 3.4), kan gesien word dat die twee Suid-Afrikaanse benaderings se waardes grootliks met mekaar ooreenstem (veral namate diepte van oorstroming toeneem), terwyl die Australiese waardes meer as die helfte minder as die Suid-Afrikaanse waardes is.

Tabel 3.4 Die skade (R) per huis vir verskillende dieptes oorstroom volgens drie benaderings, 1993

Diepte oorstroom (m)	Australië (Sydney)	Diepte oorstroom (m)	Suid-Afrika (Vaalrivier)	Kundigheidsmening
0,25	3 934	0,1	1 868	8 758
0,5	-	0,6	24 532	30 821
1	10 994	1,2	31 544	31 491
1,8	-	2,4	45 569	46 632
2	21 618			

As gevolg van die groot verskil tussen die Suid-Afrikaanse en Australiese waardes is besluit om nie die Australiese waardes in Suid-Afrika te gebruik nie. Omdat die kundiges wat geraadpleeg is meer met die vloedskade-situasie in die ondersoekgebied vertrou is en vergelyking (1) net 'n toepassing van 'n formule is, is besluit om die skadefunksie wat uit die menings van die kundiges saamgestel is, te gebruik. Die probleem is egter dat die inligting soos verskaf in Tabel 3.3 nie die verskil in skade aan huise met verskillende waarde in aanmerking neem nie. Al benadering wat dit wel doen, is die Sydney-verslag. As die waardes in Suid-Afrika gebruik wil word, moet dit in verskillende waardeklasse ingedeel word, naamlik 'n skadefunksie vir 'n lae klas huis en 'n skadefunksie vir 'n hoë klas huis.

Een oplossing is om die inligting net soos in Tabel 3.3 te gebruik met die aanname dat die verskil in struktuurskade tussen huise met verskillende waardes, uitgekanselleer sal word wanneer die totale skade vir die studiegebiede bereken word. In een geval sal die struktuurskade vir 'n huis te hoog voorspel word, maar vir 'n ander huis sal die voorspelde skade te laag wees.

'n Ander benadering om die verskil in eiendom in ag te neem, is om die Sydney-waardes te verwerk sodat die verhouding tussen die waardes van die twee lae klasse en die hoë klas verkry kan word (Tabel 3.5). Die verhouding tussen die lae en hoë, en medium en hoë

Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor

kategorieë in die Sydney-verslag word per diepte van oorstroming bereken. Deur hierdie verhoudings op die Suid-Afrikaanse waardes toe te pas, kan die nodige aanpassings gemaak word.

Tabel 3.5 Die verhouding tussen die verskillende waardeklasse in die Sydney-verslag

Diepte oorstrom (m)	Waardes (R) Groep 1	Verhouding *	Waardes (R) Groep 2	Verhouding **	Waarde (R) Groep 3
0,2	-	-	1797	0,46	3934
1	2333,99	0,33	4283	0,61	7058
2	7082,46	0,67	4591	0,43	10624

* Die verhouding tussen groep 1 en groep 3 se waardes

** Die verhouding tussen groep 2 en groep 3 se waardes

Vir die voorspelling van struktuurskade word Suid-Afrikaanse residensiële sektor in drie struktuurskadekategorieë ingedeel, naamlik laag, medium en 'n hoë kategorie. Die waardes wat van kundigheidsmenings verkry is, word as hoë kategorie beskou en die verhoudings wat in Sydney ontwikkel is, word gebruik om die lae en medium kategorieë se waardes te bereken. Tabel 3.6 weerspieël die struktuurskadefunksies wat in die ondersoek gebruik is om strukturele skade te bepaal.

Tabel 3.6 Struktuurskadefunksies in Rand vir die Suid-Afrikaanse residensiële stedelike komponente, 1993

Diepte oorstrom	Lae klas	Medium klas	Hoë klas
0,10	4 029	4 029	8 758
0,6	10 171	18 801	30 821
1,2	10 392	19 210	31 491
2,4 +	31 243	20 052	46 632

3.3 DIE ONTWIKKELING VAN INHOUDSKADEFUNKSIES VIR DIE RESIDENSIËLE SEKTOR

Viljoen et al. (1977) bespreek die metodiek wat in verskillende lande gevolg is. Hul verwys na die Verenigde Koninkryk, Verenigde State van Amerika en sekere ander lande. In die Verenigde Koninkryk verdeel Penning-Rowsell die stedelike gebied in sosiale klasse wat die mense se bestedingsvermoë verteenwoordig. Binne hierdie sosiale klasse het Penning-Rowsell tipiese huise en tipiese inventarisse van die inhoud van die huise geïdentifiseer. Kosteberekenaars het vloedskades vir verskillende dieptes en duurt van oorstroming vir elke inventaris opgestel. Ligging van geboue is vanaf lugfoto's en kontoerkaarte geïdentifiseer. Woonhuise is dan in klasse ingedeel. Die verwagte inventaris van die inhoud van elke gebou is aangeteken, tesame met die verwagte koste vir elke vloedstadium soos deur kosteberekenaars opgestel. In Amerika word meestal voortgebou op White (soos aangehaal deur Viljoen et al., 1977) se benadering wat in vorige hoofstukke bespreek is.

In die Forbes-studie, wat in Australië gedoen is, word die skadeberamings deur respondente self gedoen (Higgins en Robinson, 1981). Alhoewel daar 'n groot variasie tussen individuele beramings by dieselfde diepte was, is skadefunksies van 'n redelike vorm verkry. Skadefunksies is verkry deur die ingesamelde data op die basis van diepte van oorstroming te groepeer. In hul studie ekstrapoleer Higgins en Robinson vloedskadefunksies wat deur Smith et al. (1979), Penning-Rowsell en Chatterton (1977), Grigg en Helweg (1975), Snowy Mountains Engineering Corporation (1975) en Homan en Waybur (1960) ontwikkel is (soos aangehaal deur Higgins en Robinson, 1981).

In die Sydney-verslag het Smith et al. (1990) twee waardeerders gebruik om skadefunksies vir individuele items op te stel. Hierdie inligting is dan verwerk om die skade op verskillende hoogtes te bereken. Vir die Kuala Lumpur-gebied is die ontwikkeling van skadefunksies vir verskillende kategorieë in 6 stappe ingedeel, naamlik:

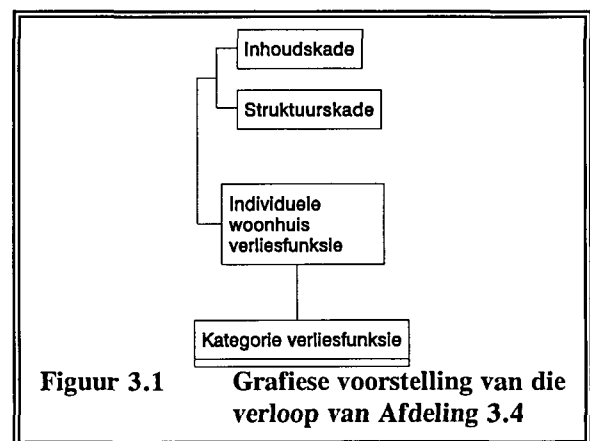
- 'n oorsiglys word vir die belangrikste huishoudelike items opgestel;
- 'n verteenwoordige steekproef van die verskillende sub-kategorie eiendomme se inwoners word besoek om die oorsiglys te voltooi;
- die voltooide vraelyste van elke sub-kategorie word geanaliseer om gemiddelde eienaarskapkoerse vir huishoudings op te stel;
- 'n geldwaarde word aan elke item toegewys en die kwaliteit en die toestand word in aanmerking geneem;
- die hoogtes bo vloervlak waar elke item beskadig is, word genoteer, en
- die inligting word gekombineer om skadefunksies vir elke subklas saam te stel.

Die metode wat in Suid-Afrika gebruik word, is na bestudering van bogenoemde metodes ontwikkel.

3.4 UPINGTON RESIDENSIËLE SKADEFUNKSIES

In hierdie gedeelte word die metode bespreek wat gevolg is om residensiële vloedskadefunksie vir Upington te ontwikkel. Die verloop van dié gedeelte van die ondersoek word deur Figuur 3.1 voorgestel. Eers word die metode vir die beraming van die inhoudskadefunksie bespreek waarna die struktuurskadefunksie volg. Bogenoemde skadefunksies word dan bymekaar gevoeg om 'n

skadefunksie vir 'n individuele woonhuis te kry. Nadat die verskillende woonhuise in kategorieë ingedeel is, word die skadefunksie vir die woonhuiskategorieë bereken.



3.4.1 Skadefunksies vir die verskillende items

Data oor die inventaris van huisinhoud van die verskillende huishoudings is deur middel van vraelyste ingesamel. Huisinhoud is in afsonderlike items verdeel. Vir elk van hierdie items word 'n skadefunksies gebruik. Daar is byvoorbeeld 'n skadefunksie vir 'n sitkamerstel en een vir 'n yskas. Skadefunksies vir die verskillende items kan in Bylaag 2 gekry word. Hierdie skadefunksies, wat deur Smith vir die beraming van potensiële vloedskades aanbeveel word, is deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) ontwikkel. Daar is egter items van die inventaris wat nie in die genoemde outeurs se data voorkom nie en in so 'n geval is die naaste substituutitem se skadefunksie geneem.

Twee verskillende metodes is gebruik om skadefunksies vir die verskillende huishoudelike items te ontwikkel, te wete Metode A en Metode B genoem. Metode A is deur aanpassing van die metodes wat Penning-Rowsell en Chatterton (1977) gebruik het, ontwikkel. In **Metode A** is vergelyking (2) gebruik.

$$S = OW \times V_i \times n \dots\dots\dots(2)$$

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

$$OW = W_v \times p \dots\dots\dots(3)$$

W_v = waardeverminderingsfaktor
p = prys van die item⁴

⁴ Die meeste items se pryse is by handelaars uitgevind. 'n Gemiddelde prys van elke item is gebruik.

$$\begin{aligned} W_v &= (L_d - O)/L_d \dots\dots\dots(4) \\ L_d &= \text{lewenduurte} \\ O &= \text{ouderdom van die item} \end{aligned}$$

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. "Assesment must be valued on current replacement cost minus a factor deducted for 'wear and tear' (the average remaining value)" Penning-Rowse 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 leeftyd (Bylae 2) 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. Dit kan 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 besluit, ongeag ouderdom.

Die **vatbaarheid** vir skade is van Bylae 2 afgelei. Op sekere hoogtes oorstroom, sal 'n sekere persentasie van die oorblywende waarde beskadig.

Metode B is na gesprekke met kundiges in die vloedskade navorsingsveld soos Viljoen van die Universiteit van die Oranje Vrystaat en Smith van die Centre for Resource and Environmental Studies van die The Australian National University, ontwikkel.

Die items waarvoor skadefunksies volgens metodes B ontwikkel is, kan omskryf word as losgoed wat in en om die huis voorkom. Respondente is gevra om waardes en die hoogte-interval waarin die items voorkom, te gee. Die probleem was om die vatbaarheid vir skade van losgoed te bepaal. Omdat die respondente nie ondervinding het oor 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 persent beskadig nie. Daar is in oorleg met waardeerders en in 'n poging om nie die skade oor te beraam nie op 'n skadewaarde van 20 persent besluit. Die skadefunksie wat vir die losgoed deur Metode B ontwikkel is, word in die volgende voorbeeld verduidelik:

Die waarde van ornamente wat tussen 0,5m en 2m bo vloervlak voorkom, word op R10 000 beraam. Wanneer die vloedwater 1m deur die huis vloei, word aanvaar dat die ornamente met 0,5 meter oorstroom (1m - 0,5m). Drie en dertig en 'n derde persent van die ornamente ($0,5/1,5 \times 100$) oorstroom dus. Die skade aan die ornamente is R 666 ($33,3\% \times (0,2 \times 10\ 000)$).

As die huis 2m oorstroom, sal die ornamente in die huis 1,5m onder water wees (2m - 0,5m), wat 100 persent van die ornamente is. Die skade is dus R2 000 vir 2m oorstroming, ($100\% \text{ van } R10\ 000 \times 0,2$).

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

Die waarde wat deur die respondent verskaf is, is as die antieke item se oorblywende waarde beskou. Die vatbaarheid vir skade aan die antieke items is op dieselfde manier as die gewone huishoudelike items gehanteer.

In Bylae 2 is vir elke huisinhouditem 'n nommer gegee. In Tabel 3.7 kan hierdie nommer verbind word met metode A of B. Dit bepaal watter items se skadefunksie deur die onderskeie metodes bereken is.

Tabel 3.7 Die items en die betrokke metodes vir die berekening van inhoudskadefunksies, Upington

Metode	Itemnommer (Bylae 2)
A	1 tot 49, 53 tot 71, 76 tot 94
B	50, 51, 52, 72, 73, 74, 75 en ander los goed

3.4.2 Struktuurskadefunksie

Die tweede deel van die skadefunksies vir die afsonderlike huise is die struktuurskadefunksie. Om skade per hoogte-interval aan die woonhuisstrukture in Upington te bereken, word Tabel 3.6 gebruik. Die lae klas struktuurskadefunksie word vir woonhuis kategorieë 2, 3 en 4 gebruik (omdat daar so 'n hoë korrelasie tussen die drie kategorieë se inhoudskadefunksies is), terwyl die medium klas struktuurskadefunksie vir kategorieë 5 en 7 en hoë klas struktuurskadefunksie vir woonhuiskategorieë 6 en 8 gebruik word. Die woonhuisklassifikasie word in Bylae 3 gegee.

3.4.3 Skadefunksies vir die verskillende huise

Die skade (op verskillende diepte van oorstroming) aan die inventaris word gesommeer om 'n inhoudskadefunksie vir 'n betrokke woonhuis te kry. Die som van die inventaris en struktuurskade verteenwoordig dan die totale skadefunksie vir die huis.

3.4.4 Skadefunksies vir die verskillende kategorieë

Nadat die skadefunksies vir die huise by wie die vraelyste voltooi is, ontwikkel is, word die skadefunksie vir kategorieë waarin die betrokke woonhuise geklassifiseer is deur middel van kwadratiese regressievergelyking (5) vasgestel. Kwadratiese regressie pas die data beter as 'n reguitlyn regressie en die R^2 is deur die kwadratiese vergelyking verhoog.

$$y = b_0 + b_1X + b_2X^2 \dots\dots\dots(5)$$

y = skade per hoogte interval

X = hoogte-interval

b_i = konstante

Vir die verskillende klasse word die skade per hoogte-interval deur die volgende vergelykings bereken, waaruit 'n vloedskadefunksie vir die kategorieë verkry word.

Klas 2

$$y = 267.79 + 26\,285X - 6\,888,2X^2 \dots\dots\dots(6)$$

$$R^2 = 0,58$$

Klas 3

$$y = 211,9 + 22\,833X - 5\,984,23X^2 \dots\dots\dots(7)$$

$$R^2 = 0.72$$

Klas 4

$$y = 560.21 + 22\,009X - 5\,773,29X^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$R^2 = 0,75$$

Klas 5

$$y = 570,76 + 31\,091X - 7\,360,19X^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$R^2 = 0,56$$

Klas 6

$$y = 2\,128,05 + 55\,265X - 13\,493X^2 \dots\dots\dots(10)$$

$$R^2 = 0,83$$

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

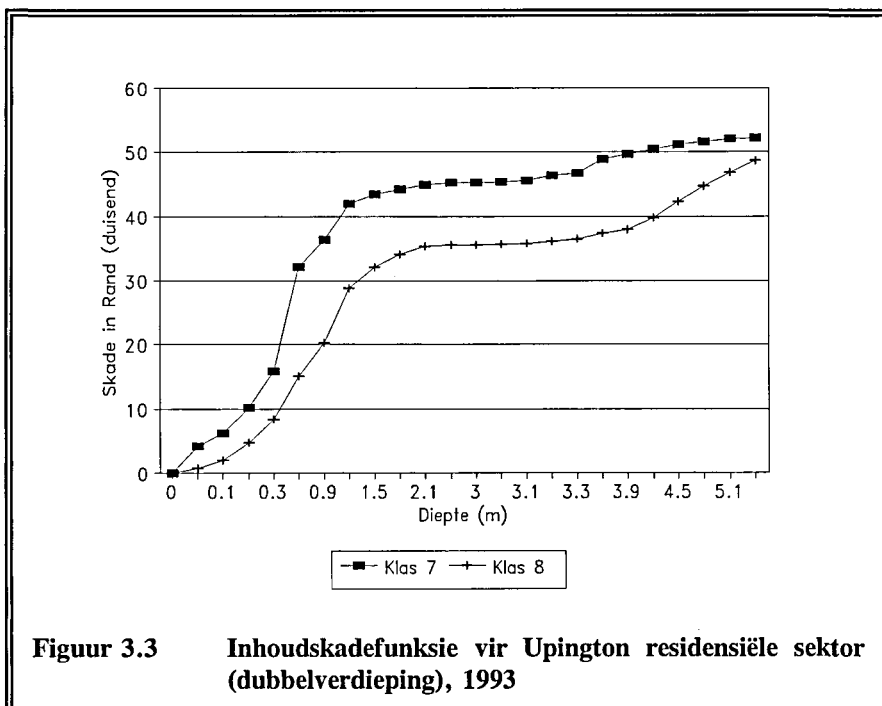
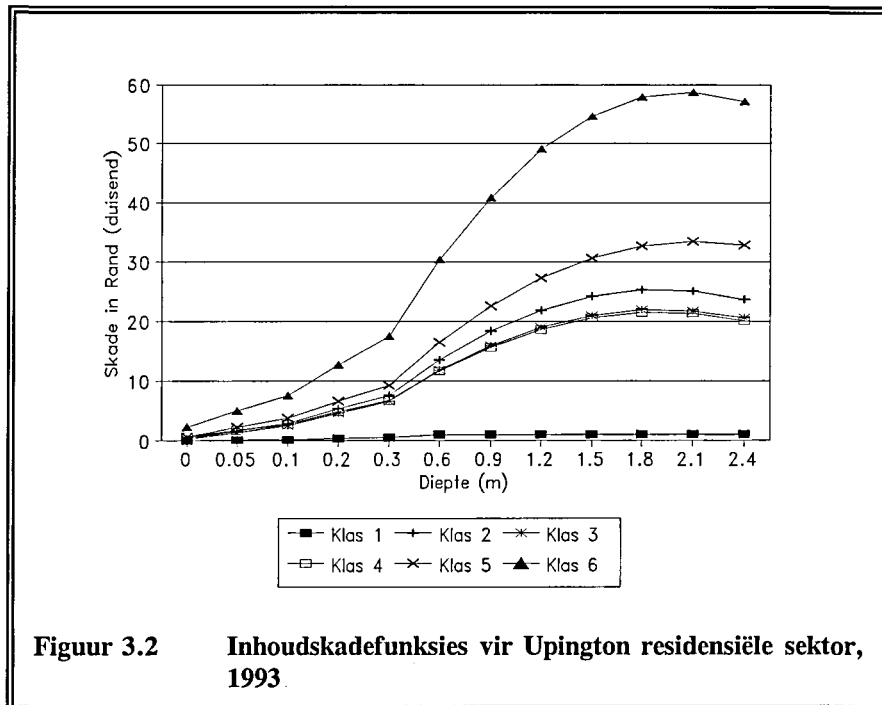
In Anuflood word die skade wat onder die vloervlak "underhouse damage" voorkom nie in die skadefunksie self nie maar wel afsonderlik in berekening gebring. Dit sluit skade aan die tuin, plaveisel, swembad en heining in. Data om hierdie inligting te verwerk, is deur middel van die vraelys ingesamel. Die ondervloervlakskade is ook volgens die verskillende kategorieë bereken (Tabel 3.8).

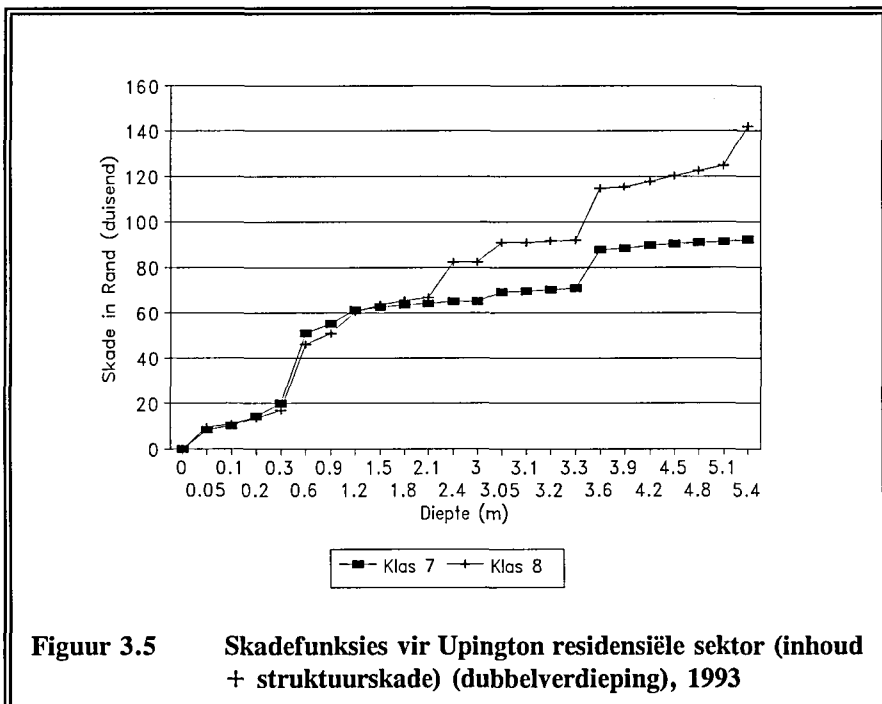
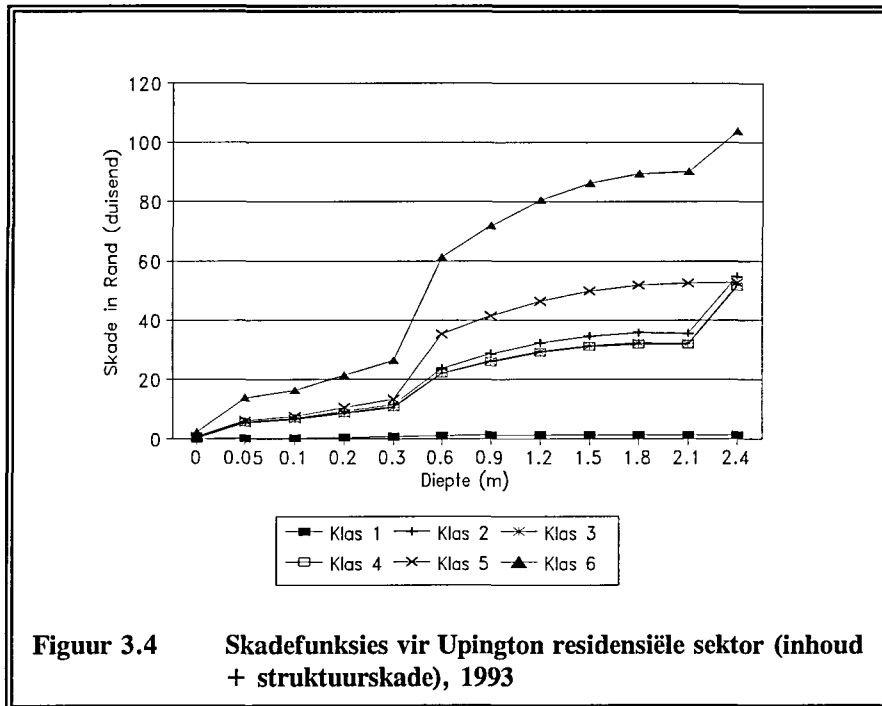
Tabel 3.8 Ondervloervlakskade vir die verskillende kategorieë woonhuise in Upington, 1993

Woonhuiskategorie	Skade (R) 1993
1	0
2	3 055
3	12 700
4	8 640
5	13 652
6	25 600
7	13 625
8	15 000

In Figure 3.2, 3.3, 3.4 en 3.5 word die skadefunksies wat vir Upington Residensiële sektor ontwikkel is, grafies voorgestel. In Bylae 2 word die vloedskadefunksies in tabelvorm voorgestel.

Grafiese voorstelling van skadefunksies.





3.5 VEREENIGING RESIDENSIËLE SKADEFUNKSIES

3.5.1 Skadefunksies vir die verskillende items

Dieselfde tegniek wat vir die ontwikkeling van skadefunksies vir huisinhoud in Upington gebruik is, word op Vereeniging se data toegepas. Al verskil wat daar tussen die twee benaderings is, is dat daar met Vereeniging se data meer onderskeid gemaak word tussen "losgoed" in en om die huis. Daar is gepoog om vas te stel of die vraelys verkort kan word deur minder onderskeid tussen die verskillende items te maak.

In die ontwikkeling van skadefunksies vir die verskillende items is vyf metodes gebruik.

Die vloedskadefunksies wat deur **Metode 1** ontwikkel is, word in drie stappe bereken. In stap 1 word die waardevermindering van die item bepaal. Waardevermindering word volgens die ouderdom en die lewensduurte van die item vasgestel. Lewensduurte is deur versekeringsmaatskappye verskaf en word beskou as die tyd wat die item waarde vir versekering het. Waardevermindering word in stap twee gebruik om die huidige waarde van die item te bereken. Die gemiddelde prys (1993) van 'n nuwe item word met waardeverminderingfaktor vermenigvuldig om die huidige waarde wat die waarde van die item op die oomblik is, te verkry. In die laaste stap word die huidige waarde met die vatbaarheid vir skade van daardie item en die hoeveelheid van die item vermenigvuldig. Vatbaarheid vir skade is die persentasie van huidige waarde waarmee die item met 'n sekere diepte van oorstroming sal beskadig. Die vergelykings wat dus gebruik word is:

$$S = HW \times V_i \times n \dots\dots\dots(11)$$

S = skade op 'n spesifieke hoogte van oorstroming
HW = huidige waarde
V_i = vatbaarheid vir skade op die spesifieke hoogte
n = hoeveelheid van die items

$$HW = W_v \times p \dots\dots\dots(12)$$

W_v = waardeverminderingsfaktor

p = prys van die item

$$W_v = (L_d - O)/L_d \dots\dots\dots(13)$$

L_d = lewensduurte

O = ouderdom van die item

Waar die pryse nie beskikbaar was nie is **Metode 2** gebruik. Die waarde wat deur die respondent in die vraelys as waarde van die item gegee is, word in die volgende vergelyking gebruik om die skade per hoogte-interval te beraam.

$$S = W \times V_i \times n \dots\dots\dots(14)$$

W = waarde van die item soos deur die respondent verskaf

V_i = vatbaarheid vir skade van die item op die verskillende hoogtes

n = hoeveelheid van die item

Die items wat se skade op die manier bereken word, is matte, tekenborde, swembaddens, heinings, tennisbane, plaveisels, ondervloerverhitting, woonwaens en sleepwaens.

Metode 3 word in twee stappe uitgevoer. In stap 1 word die persentasie waarmee die item sal oorstroom, bepaal. Die persentasie word deur vergelyking 15 bereken.

$$P = (H - Op)/(Bp - Op) \times 100 \dots\dots\dots(15)$$

P = persentasie oorstroom

H = hoogte van watervlak

Op = hoogte van onderpunt van item

Bp = hoogte van bopunt van item

In stap 2 word hierdie persentasie vermenigvuldig met 20 persent van die waarde van die item (soos verskaf deur die respondente) om die skade op die verskillende hoogtes te kry. Daar is op 20 persent besluit na gesprekke met persone met vloedondervinding. Die metode kan deur 'n voorbeeld verduidelik word.

Daar word aangeneem dat die item tussen 1m en 2m in die huis voorkom en vloedwater vloei 1,5m deur die huis. Deur vergelyking (15) toe te pas, word bepaal dat die item 50 persent sal oorstrom. Hierdie 50 persent word met 20 persent van die item se waarde vermenigvuldig om skade aan die item te bepaal. Items soos potte en panne, speelgoed, juwele, ornamente, messeset, breekware, beddegoed en gereedskap word in hierdie kategorie ingedeel.

In **Metode 4** word dieselfde werkswyse as in Metode 3 gevolg, behalwe dat daar aangeneem word dat 100 persent van die item sal beskadig. Muurbehangsels word ook op dieselfde manier as by Upington hanteer.

In Tabel 3.9 word die verskillende metodes wat gebruik is om vloedskadefunksies vir die onderskeie items (items is nommers gegee) te ontwikkel, aangetoon.

Tabel 3.9 Die metodes om die verskillende items se skadefunksies te bereken, Vereeniging

Metode	Item (Bylae 2)
Metode 1	2 tot 10, 16 tot 19, 21 tot 32, 36 tot 52, 56, 57, 58, 63, 64, 80, 84, 85, 88, 95
Metode 2	1, 15, 20, 55, 61, 67, 69 tot 75, 83, 86, 87, 91, 96 tot 99
Metode 3	12, 33, 34, 35, 53, 59, 60, 62, 77, 82, 89, 90, 92, 93,
Metode 4	11

3.5.2 Inhoudskadefunksies vir die verskillende huise

Die skade per hoogte interval wat vir die verskillende items bereken is, word bymekaar getel om 'n skadefunksie vir die totale inhoud van die woonhuis te kry. Vervolgens word die inhoudskadefunksie vir die verskillende kategorieë bereken. Soos reeds genoem is Vereeniging se residensiële sektor in verskillende kategorieë verdeel. Hierdie kategorieë is in samewerking met Smith tydens 'n besoek aan Vereeniging vasgestel.

3.5.3 Skadefunksies vir die verskillende kategorieë woonhuise

Skadefunksies vir die verskillende kategorieë woonhuise is deur middel van die regressie-formule (16) vir huise wat in die spesifieke kategorie voorkom, vasgestel.

$$y = b_0 + b_1X + b_2X^2) \dots\dots\dots 16$$

y = skade per diepte van oorstroming in Rand

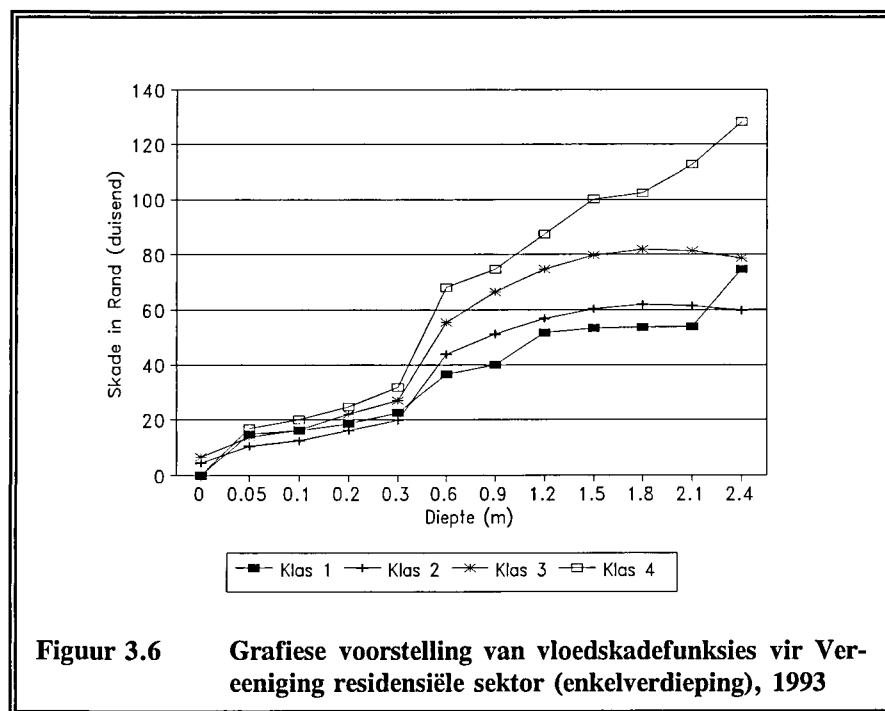
b_1 en b_2 = konstante

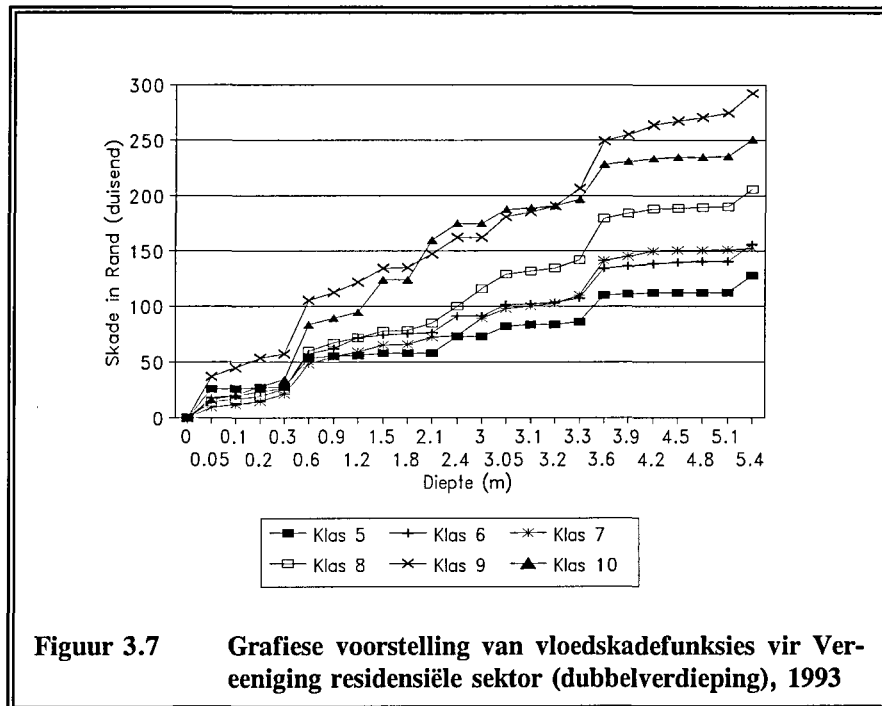
X = diepte van oorstroming in meter

Die struktuurskadefunksie word by die onderskeie kategorieë woonhuise se inhoudskadefunksie getel om sodoende die skadefunksie vir die kategorie te kry. Om skade

aan die woonhuisstrukture in Vereeniging te bereken, word net soos in Uppington se geval van Tabel 3.6 gebruik gemaak. Groep 1 se struktuurskadefunksie word vir kategorieë 1, groep 2 vir kategorieë 2, 3 en 7 en groep 3 vir kategorieë 4, 5, 6, 8, 9, 10, gebruik (Tabel 3.6).

Hierdie skadefunksies wat ontwikkel is, kan dan in Anuflood gestoor word. In Figure 3.6 en 3.7 word die vloedskadefunksies grafies voorgestel. In Bylae 2 word vloedskadefunksies in tabelle uiteengesit.





3.6 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is vloedskadefunksies vir die verskillende woonhuis kategorieë in die residensiële sektore van Upington en Vereniging ontwikkel. Die skadefunksies is saamgestel uit skade aan die huisinhoud en skade aan die struktuur van die huis. Skade aan die huisinhoud is verkry deur skade per hoogte interval te bereken. Om 'n totale inhoudskadefunksie te kry, is die skade op verskillende hoogtes aan die items gesommeer. Die struktuurskadefunksie is afsonderlik bereken en by die inhoudskade getel om 'n totale vloedskadefunksie vir die woonhuis kategorie te kry. Die residensiële skadefunksie van Upington en Vereniging word in Anuflood gestoor en in die program aan grondgebruike gekoppel om die skade aan die residensiële sektor te bereken.

HOOFSTUK 4

KOMMERSIËLE EN INDUSTRIËLE VLOEDSKADE

4.1 KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES

4.1.1 Inleiding

Volgens Penning-Rowsell en Chatterton (1977) is daar twee maniere om skade aan kleinhandel-funksies te bereken. Eerstens kan standaard diepte teenoor skade inligting gebruik word, maar in gevalle waar hierdie inligting onvoldoende is, kan dit deur middel van vraelyste by die verskillende eiendomme ingesamel word. Dit is egter nie altyd maklik om te bepaal wanneer om watter metode te gebruik nie. Wanneer 'n klein sakegebied ondersoek word, kan daar bepaal word of standaardinligting voldoende is. 'n Ander oorweging is om te bepaal of die eiendomme in die ondersoekgebied in bestaande standaardkategorieë val.

Net soos by residensiële benaderings van vloedskadeberaming is daar ook twee benaderings wat by die beraming van kommersiële vloedskade gevolg kan word. In die eerste geval word data wat ingesamel is van werklike vloede gebruik en in die tweede geval sintetiese data wat van verskeie bronne ingesamel is. Hierdie sintetiese data kan van versekeringsmaatkappye of/en winkelgroepe binne en buite die vloedvlakte ingesamel word. Die hoofnadeel van die gebruik van werklike vloedskade-inligting is dat die data onbetroubaar mag wees en van skade eers maande na die vloed bekend word. Die hoofvoordeel is dat wanneer oor die ekonomiese uitvoerbaarheid van 'n projek besluit moet word, dit meer oortuigend sal wees as die inligting gerugsteun word deur werklike vloedskadedata van die spesifieke ondersoekgebied (Penning-Rowsell en Chatterton, 1977).

In die sintetiese benadering word skade sonder die voorkoms van 'n vloed en met die aanname dat daar geen skadeverminderingsaksies uitgevoer word nie, bereken. Opnames kan gedoen word om 'n standaard-vatbaarheidindeks vir skade aan voorraad, toerusting en geboustruktuur op te stel. Die nadeel van hierdie benadering is dat alle fasette van vloedskade soos die verlies aan verbruikers oor die langtermyn nie altyd in berekening gebring word nie.

4.1.2 Teoretiese agtergrond vir die ontwikkeling van kommersiële vloedskadefunksies

Na gesprekke met Smith (1993) is besluit om skade vir die afsonderlike besighede, in terme van skade aan voorraad, geboustruktuur, toerusting en die verlies aan inkome afsonderlik te bereken. Om vloedskadefunksies vir afsonderlike besighede te ontwikkel, is dit nodig dat al die bogenoemde elemente van vloedskade in ag geneem word. In die volgende gedeelte word die verskillende skadekomponente afsonderlik behandel. Die metode wat gevolg word om die skade te beraam, is ontwikkel deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en verfyn deur Parker et al. (1987). Hierdie benadering is gevolg om vloedskadefunksies vir die kommersiële sektor in Vereeniging op te stel.

Skade aan voorraad is 'n funksie van die waarde en vatbaarheid vir skade van voorraad. Die waarde van die voorraad word deur die respondent verskaf en die vatbaarheid vir skade is die persentasie wat die voorraad sal beskadig as dit met die vloedwater in aanraking kom. Die eerste stap in die opstel van voorraadskadefunksies is om die skade, indien al die voorraad sou oorstroom, te bereken. Dit word met vergelyking 17 gedoen.

$$TS = W \times V \dots\dots\dots(17)$$

TS = Totale skade

W = Waarde van die voorraad

V = Vatbaarheid vir skade

Die waarde van die voorraad word verkry vanaf die vraelyste wat by eienaars van sakeondernemings in die ondersoekgebied ingevul is. Die persentasie wat as vatbaarheid vir skade gebruik word, word uit Tabel 4.1 bekom. Die inligting in die tabel, is deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) ontwikkel.

Tabel 4.1 Veralgemene vatbaarheid vir vloedskade vir voorraad in 'n kleinhandelswinkel

Winkel subkategorie	Vatbaarheid (% van waarde)	Opmerkings
Kruideniersware	90	Alle voedsel is 100% vatbaar maar die 10% oorskot is gebottel en geblikte voedsel of nie-voedsel items. Verpakking is belangrik.
Melkerye	100	Die publieke gesondheidsregulasies laat nie toe dat beskadigde melkprodukte herverkoop word nie, behalwe vir gebruik as dierevoeding en dan sal die waarde baie laag wees.
Slaghuise	100	Dieselfde as melkerye
Vis- en pluimvee	100	Dieselfde as melkerye
Groente- en vrugtehandelaars	100	Dieselfde as melkerye
Bakkerye	100	Dieselfde as melkerye

Kommersiële en industriële vloedskade

Winkel subkategorie	Vatbaarheid (%van waarde)	Opmerkings
Drankwinkels	55	Min skade sal voorkom, skade aan wyn sal hoër (80%) wees as by sterk drank (40%) Die algemene syfer is soos volg bereken: sterk drank het 'n vatbaarheid van 25%, wyn 25%, ens.
Lekkergoed, tabak en nuusagent-skappe	100	Herwinningsmaatskappye dui aan dat die voorrade geen waarde sal hê nie, belasting wat op tabak betaal is, sal egter teruggeëis kan word.
Skoenwinkels	100	Al item wat herwinbaar is, is rubberskoene die res sal afgeskryf word.
Mansklere winkels	80	Hoe hoër die kwaliteit van die klere, hoe meer vatbaar is dit vir skade.
Dames- en algemene klere winkels	85	Dieselfde as mansklere winkels maar mode-konstantheid verhoog die vatbaarheid vir skade.
Meubelwinkels	85	In die algemeen sal alle items wat oorstroom het, erg beskadig wees, terwyl antieke meubels herwin kan word. Sagte meubelment sal totaal of tot 90% beskadig wees. Houtmeubels kan tot 70% beskadig word. Die skade aan matte sal afhang van waar dit gestoor was.
Radio- en elektrieseware winkels	90	Die syfer is verkry deur die vatbaarheid van algemene huishoudelike items tydens 'n vloed te neem. Gespesialiseerde elektriese items sal geen waarde hê na 'n vloed nie.
Radio- en televisiewinkels	95	Dieselfde as by radio en elektrieseware winkels.
Hardeware, breekware, verf en muurpapierwinkels	75	Boumateriaal se skade kan baie hoër as huishoudelike items wees, omdat herwinning baie duur kan wees. Verf kan 50% beskadig wees, terwyl muurpapier afgeskryf sal word.

Winkel subkategorie	Vatbaarheid (% van waarde)	Opmerkings
Skryfbehoeft- en boekwinkels	95	Die syfer is as gevolg van die hoë waarde van boeke.
Apteke en fotografiiese winkels	95	Vatbaarheid by medisyne is baie hoog en die vatbaarheid by fotografiiese items is ook baie hoog as gevolg van die delikate toerusting wat gebruik word.
Fiets- en babastootwaentjiewinkels	75	Die syfer is gebaseer op die hoë vatbaarheid van babastootwaentjies. Fietse en fietstoebehore het 'n laer vatbaarheid.
Ander nie-voedsel winkels	90	Sien individuele kategorie
Afdelingswinkels	90	Hang af van wat op die grondvloer gestoor word.
Verskeidenheid en ander algemene winkels	90	Dieselfde as afdeling winkels
Juweliers, leer- en sportwinkels	85	Hierdie is 'n moeilike kategorie as gevolg van die verskeidenheid voorrade en hulle verskillende vatbaarhede. Leer sal 'n baie hoë vatbaarheid hê, terwyl juweliersware ten volle herwin kan word. Horlosies sal afgeskryf word.
Voedselwinkels	100	Sien individuele kategorie, byvoorbeeld bakker
Klere- en skoenwinkels	87	Sien individuele kategorie
Huishoudelike items	83	Sien individuele kategorie
Algemene handelaars	90	Sien individuele kategorie
Algemene kleinhandelaars	90	Gebruik versigtig

Bron: Penning-Rowell en Chatterton, 1977

In die vorige berekeninge (Vergelyking 17) is net die totale skade verkry as die voorraad heeltemal oorstroom is. Om 'n skadefunksie vir voorraad daar te stel, is dit nodig om die skade per hoogte intervale te bereken. Die totale skade word met die hoogteverspreiding van die

voorraad vermenigvuldig. Die vergelyking wat gebruik is, is:

$$S = TS \times I \dots\dots\dots(18)$$

S = Skade per hoogte interval

TS = Totale skade

I = Ruimtelike verspreiding van die voorraad in die winkel (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 se waardes is deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) in 'n studie in Gloucester en Tewkesbury ontwikkel. Al is die data net in een ondersoekgebied ingesamel, beskou Penning-Rowsell dit wel as wyer aanwendbaar. Daar sal byvoorbeeld R6 020 skade aan voorraad, met 'n oorstroming van 1,2m, wees (60,2 persent van die totale skade wat R10 000 is).

Tabel 4.2 Die gemiddelde persentasie vir die hoogteverspreiding van voorraad in kleinhandelwinkels

Hoogte (m)	Persentasie van voorraad op die hoogte gestoor	Afwyking
0,3	11,7	1,23
0,6	25,9	1,93
0,9	43,0	2,05
1,2	60,2	2,01
1,5	76,4	1,82
1,8	88,7	1,43
2,1	95,2	1,05
2,4	99,0	0,45
2,7	99,6	0,21

Bron: Penning-Rowsell en Chatterton, 1977

In die opname by die ondernemings in Vereeniging se vloedvlakte is 'n lys gemaak van al die toerusting wat op die besigheidsperseel voorkom. **Skade aan die toerusting** is beraam deur vatbaarheid vir skade van die tipe toerusting te vermenigvuldig met die totale oorblywende waarde van die item. Vir vatbaarheid vir skade is die waardes wat deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) ontwikkel is (Tabel 4.3) gebruik. Dit was moontlik om vatbaarheid vir skade van sekere toerusting wat nie in die tabel voorkom nie, van die residensiële sektor af te lei. Na oorleg met die eienaars van die besighede is op 'n oorblywende waarde van 50 persent besluit.

Tabel 4.3 Veralgemenene vatbaarheid vir vloedskade van toerusting in kleinhandelwinkels (Engeland)

Winkel kategorie	Vatbaarheid vir skade (persentasie van toerusting se waarde)			Grootste komponente van skade
	0,2 m	1,2 m	1.5 m	
Kruideniers en algemene voedselvoorrade	21	57	100	Koelkaste, verwarmers en lugversorgers in die plafon
Slaghuisse	0	5	8	Koelkaste
Vishandelaars en pluimveehandelaars	31	56	98	Koelkaste, verwarmers en lugversorgers
Groente- en vrugte handelaars	37	58	74	Rakke, vertoonkaste en koelkaste
Drankwinkels	11	14	17	Rakke en vertoonkaste
Bakkerye, tabak-verkopers en nuusagente	19	28	46	Rakke en vertoonkaste
Skoenwinkels	0	6	29	Rakke en vertoonkaste
Mans en seuns klere-winkels	14	36	52	Rakke en vertoonkaste
Dames- en dogters-klerewinkels en linnewinkels	22	45	45	Rakke en vertoonkaste
Meubelwinkels	10	20	50	Onbekend

Winkel kategorie	0,2 m	1,2 m	1.5 m	Grootste komponente van skade
Radio en elektriese ware	3	12	33	Rakke, vertoonkaste en elektriese toebehore
Radio en televisie winkels	14	26	27	Elektriese toebehore
Hardeware, breekware, muurpapier en verfwinkels	1	3	30	Kasregister en lugversorgers
Apteke en foto-grafiese winkels	26	26	28	Rakke en vertoonkaste
Juwelier, leer- en sporttoerusting	0	14	57	Rakke en vertoonkaste
Afdelingswinkels	4	5	9	Onbekend
Verskeidenheid en ander algemene handelaars	12	26	36	Rakke en vertoonkaste, verwarmers en lugversorgers

Bron: Penning-Rowsell en Chatterton, 1977

Indirekte vloedskade (verlies aan inkome) het twee veranderlikes wat die omvang van die skade bepaal (Penning-Rowsell en Chatterton, 1977). Die hoeveelheid besigheid (omset) wat die onderneming het en die duurt van ontwrigting. Ontwrigting kan op twee maniere veroorsaak word:

- die onderneming self kan oorstrom word, en/of
- die toegangsweg van die onderneming kan afgesny word.

Parker et al. (1987) noem ontwrigting van 'n besigheid, wat veroorsaak word deur die oorstroming van die verbruiker se eiendom, as 'n addisionele bron van ontwrigting. Hierdie ontwrigting aan die onderneming kan deur verandering in verbruikersvraag veroorsaak word. Die verbruikersvraag van 'n huishouding wat onderhewig is aan oorstroming kan as gevolg van

verlies aan inkome verander. Hierdie verandering word veroorsaak deur verpligte tyd weg van werk, die vervanging of herstel van beskadigde eiendom wat veroorsaak dat vraag na ander produkte verskuif, 'n vertraging of nie ten volle vergoeding deur versekeringsuitbetalings en die tyd om op te ruim. Die effek van oorstroming op huisgesinne en winkels kan in Tabel 4.4 waargeneem word.

Tabel 4.4 Die moontlike effek op kleinhandelbesighede as gevolg van oorstroming van huishoudings en winkels

Tipe kleinhandelgoedere	Huishouding oorstroom: vraag is	Winkels oorstroom: vraag is
Voedsel en noodsaaklike goedere	Onveranderd	Oordraging en/of plaasvervanging
Nie duursame inkomste elastiese produkte	Verminder	Verlore of uitgestel
Huishouding duursame produkte	Vermeerder	Uitgestel

Parker et al., 1987

Die twee aspekte, omset en ontwigting, word op verskillende maniere deur verskillende navorsers gebruik om die indirekte skade te bereken. Penning Rowsell en Chatterton (1977) gebruik nie verlies aan omset as indirekte skade nie, omdat omset ook salarisse en grondstowwe insluit. In die beraming maak hulle gebruik van omset wat die onderneming per week maak, wat hul deur middel van vraelyste insamel en die bruto handelswins tot omset verhouding wat hul van sekondêre bronne verkry. Parker et al. (1987) se kritiek is dat berekening van skade deur Penning-Rowsell en Chatterton se metode sal lei tot 'n onderskatting van verliese. Volgens hul is die gebruik van bruto marge die beste manier om die verlies aan besigheid te bereken.

'n Onderneming se indirekte verliespotensiaal word soos volg deur Parker et al. (1987) bereken:

$$\text{InF} = \text{Lva} + \text{A} \dots\dots\dots(19)$$

$$\text{Lva} = \text{t.V.Dn} + (\text{Dp.Pn})(1 - \text{R}) \dots\dots\dots(20)$$

of

$$\text{Lva} = \text{Gq.E.V.Dn} + (\text{Dp.Pn})(1 - \text{R}) \dots\dots\dots(21)$$

- InF = indirekte skade
- Lva = potensiële toegevoegde waarde
- t = totale omset per dag
- V = proporsie van die bruto uitset wat deur die onderneming bygevoeg is
- Dn = hoeveelheid dae van geen produksie/verkope
- Dp = hoeveelheid dae van gedeeltelike produksie/verkope
- Pn = gedeelte van produksieverlies gedurende Dp
- R = gedeelte van die produksie/verkope wat opgemaak kan word
- A = potensiële koste van die verhaling van verlore produksie/verkope
- R = gedeelte van verlore verkope wat opgemaak is
- Gq = bruto uitset per werker per dag
- E = hoeveelheid werkers

Indirekte skade kan deur enige van die twee vergelykings bereken word. Parker et al. (1987) beveel egter aan dat die tweede vergelyking (21) gebruik word omdat omset korttermynmarkveranderinge weerspieël, terwyl aantal werkers toekomstige verkope akkuraat weerspieël. Dit is ook moontlik dat die eienaar van die besigheid nie die ware omset in die vraelys vermeld nie.

Higgins en Robinson (1981) verwys ook na die verandering in verbruikersvermoë as gevolg van

die vloed as nog 'n oorsaak van indirekte skade. Totale verlies aan besigheid word deur Higgins en Robinson (1981) deur statistiese formules bereken. Die waarde wat hul gebruik, is die omsetverlies per eenheid vloerarea per dag. Die duur van ontwingting en die gedeelte van besigheidsverlies wat weer opgemaak word, word ook in berekening gebring. Smith et al. (1990) volg 'n eenvoudiger benadering. 'n Vaste persentasie (55) van direkte skade word as waarde vir indirekte skade geneem.

Smith se metode vir die berekening van indirekte skade is die eenvoudigste om te gebruik. Dit is egter ook maklik om die konsep van bruto marge met 'n paar aanpassings te gebruik. Alhoewel Parker et al. (1987) en Higgins en Robinson (1981) die deel van verkope wat na die vloed opgemaak kan word in aanmerking neem, word dit nie in hierdie studie gedoen nie omdat die respondente nie vloedondervinding het nie is dit dus moeilik om dit te bepaal.

Die metode wat in hierdie ondersoek gebruik word, is:

$$V = Gm \times D \dots\dots\dots(22)$$

V = Verlies aan omset

Gm = Bruto marge

D = Dae van ontwingting (tabel 4.5)

$$Gm = Gq \times T \dots\dots\dots(23)$$

Gq = bruto uitset per dag

T = gedeelte van die bruto uitset wat deur die onderneming toegevoeg is

Die verlies aan inkome word bereken deur die bruto marge te vermenigvuldig met die aantal dae wat die onderneming nie besigheid doen nie. Bruto marge is bruto inkome minus veranderlike koste soos elektrisiteit en vervoer. Vaste koste word nie in berekening gebring nie. Bruto marge in die geval word bereken deur die bruto uitset per dag te vermenigvuldig met toegevoegde waarde. Soos reeds genoem, het tyd van ontwigting 'n invloed op indirekte skade. Die tydperk van ontwigting wat in hierdie ondersoek gebruik word, is deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en Parker et al. (1987) bepaal (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Die tydperk van ontwigting vir die verskillende dieptes van oorstroming soos deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en Parker et al. (1987) verskaf

Penning-Rowsell en Chatterton	
Diepte van oorstroming (m)	Tydperk (dae)
0,3 tot 0,9	3 tot 7
> 0,9	14
Parker et al.	
0,15	3
1	7
1	4 vir supermarkte

Een van die moontlikhede om **struktuurskade** aan ondernemings te voorspel, is om 'n opname by die onderskeie ondernemings te maak. Vrae soos byvoorbeeld watter vloerbedekking, elektriese werke en versierings van toepassing is, kan in die vraelys gevra word. Om waarde aan hierdie skade-items te heg, is egter 'n moeilike taak.

Na gesprekke met Smith (1993) en ander kundiges is daar besluit om in hierdie opnames residensiële struktuurskade vir die verskillende kommersiële persele te gebruik. "It can be

assumed that damage to these items in retail premises is similar to that in residential properties, although in the larger retail properties redecoration and repair costs may be proportionately lower" Penning-Rowse en Chatterton (1977).

4.1.3 Skadefunksies vir verskillende kategorieë besighede

Volgens Smith et al. (1990) is die gebruik van skadefunksies vir kommersiële en industriële eiendom baie minder bevredigend as die gebruik van residensiële skadefunksies. Die rede is omdat daar groot verskille in skadepotensiaal en oppervlakte van dieselfde tipe besigheid bestaan. Anuflood gee 'n praktiese oplossing deurdat kommersiële en industriële eiendom afsonderlik gehanteer word.

Om skadefunksies vir die gebruik in Anuflood te ontwikkel, moet die onderskeie besighede in kategorieë in gedeel word. Die veranderlikes waarvolgens die indeling gedoen word, is die waarde van die voorraad en die oppervlakte van die besigheid. Daar is drie grootte kategorieë en vyf waardeklasse. Grootte kategorieë wissel van klein (minder as 186m²), medium (186 - 650m²) tot groot (groter as 650m²) vloeroppervlakte. Die groot kategorie se skadefunksie word as skade per vierkante meter aangegee. Die ander kategorieë se skade word as totale skade weergegee.

Skadefunksies vir die verskillende kategorieë word ontwikkel deur die skadekomponente, naamlik skade aan voorraad, skade aan toerusting, struktuurskade en indirekte skade te kombineer. Hierdie skadefunksies word dan gebruik om vloedskade te beraam.

4.2 DIE ONTWIKKELING VAN KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES VIR DIE VEREENIGINGGEBIED

Die eerste stap was om die besighede wat in die vloedvlakte geleë is te identifiseer. Gedurende die eerste besoek aan die ondersoekgebied, is daar deur middel van kaarte bepaal watter besighede in die vloedvlakte geleë is. In samewerking met Smith is 'n vraelys, wat gebruik is om data by die verskillende besighede in te samel, opgestel. Aangesien daar 'n relatiewe klein hoeveelheid besighede in die vloedvlakte geïdentifiseer is, is daar besluit om soveel vraelyste as moontlik by die verskillende ondernemings te voltooi. By die 74 besighede is 54 vraelyste, waarvan 52 uiteindelik gebruik is, voltooi.

Uit die data wat ingesamel is, is gepoog om vir elke besigheid waarby 'n vraelys ingevul is, 'n skadefunksie op te stel. Vir elke onderneming is 'n skadefunksie vir die skadekomponente naamlik voorraad, toerusting, struktuur en die verlies aan inkome opgestel. Om 'n totale vloedskadefunksie vir die onderneming te kry, word die skadekomponent bymekaar getel. Vir die inkorporering van kommersiële struktuurskade is groep 1 van residensiële klassifikasie (Tabel 3.6) se struktuurskade as skade vir ondernemings geneem.

Nadat vloedskadefunksies vir verskillende ondernemings ontwikkel is, word die gemiddeld van die skade op verskillende hoogtes (skadefunksies) vir die ondernemings in die verskillende kategorieë as vloedskadefunksie van daardie kategorie geneem. Daar kan dus vyftien skadefunksies wees, maar in hierdie studie word net elf skadefunksies gebruik. In Bylae 2 word die kommersiële vloedskadefunksies in tabelvorm aangegee. Die skadefunksies wat ontwikkel is, word dan in Anuflood gestoor en gebruik om kommersiële skade te bereken.

4.3 METODIEK VIR DIE BEREKENING VAN INDUSTRIËLE SKADE

Volgens Penning-Rowsell en Chatterton (1977) is daar twee basiese metodes om industriële skade te bereken. Die eerste metode is om historiese vloedskade vir die toekoms te projekteer wat standaard diepte teenoor skade data kan voorsien. Die hoof nadeel is dat daar op gedokumenteerde inligting wat nie altyd bestaan nie, staat gemaak moet word. Ander nadele is die onakkurate bepaling van skade deurdat skade in sekere gevalle oorskat en in ander gevalle onderskat word. As die opname net na die vloed gedoen word, kan vervangingskoste in plaas van gedepresieerde koste gebruik word en opruimingskoste en struktuurskade kan weer onderskat word. Die tweede metode om skade te bepaal, is om industriële bestuurders se kennis van hul onderneming en die invloed van vloede daarop te gebruik. Die hoof nadeel is dat die skade beraam word sonder die voorkoms van 'n vloed en die inligting is dus hipoteties van aard. Vir Kates (1965) is die voordele van 'n sintetiese benadering (gebruik inligting wat in die afwesigheid van 'n vloed ingesamel is) die feit dat algemene data meer konstante vloedskadefunksies verskaf en meer aanpasbaar is vir die toets van vloedskadeverminderingsopties.

4.3.1 Studies wat reeds gedoen is

In die Sydney-verslag (Smith et al., 1990) is groot kommersiële en industriële komplekse saam gehanteer. Alhoewel die aanbevole werkswyse is om na elke bestuurder van 'n industriële aanleg te gaan en 'n vraelys by die persoon in te vul, was dit as gevolg van die groot hoeveelheid aanlegte nie in die Sydney-verslag moontlik nie. 'n Totaal van 154 industriële eiendomme was in die studiegebied geleë. 'n Kompromie is bewerkstellig deur aparte vraelyste by 'n steekproef van ondernemings te voltooi. Baie van die groot industriële aanlegte is in die Georges-opvanggebied wat nog nie vloedondervinding gedurende die 1986-vloede of vroeër

gehad het nie. Die resultate van die opname is dus beraamde skade en nie werklike vloedskade nie. Skade in 1986 aan 'n staalvervaardigingsaanleg wat 0,6m oorstrom het, was byvoorbeeld A\$2 000 000.

Penning-Rowsell en Chatterton (1977) het die sintetiese benadering in die laer Severn getoets. Die doel van die studie was om industriële diepte/skadefunksies deur middel van vraelyste en onderhoude, met die bestuur van 140 industriële eiendomme, te ontwikkel en die moontlikheid te ondersoek vir die opstel van standaard industriële potensiele vloedskades. Honderd-en-drie vraelyste is voltooi en die resultate wys op 'n groot variasie in industriële skade. Penning-Rowsell en Chatterton (1977) beveel aan dat industriële eiendomme as gevolg van dié groot variasie individueel ondersoek word.

4.3.2 Teorie vir die beraming van industriële skade

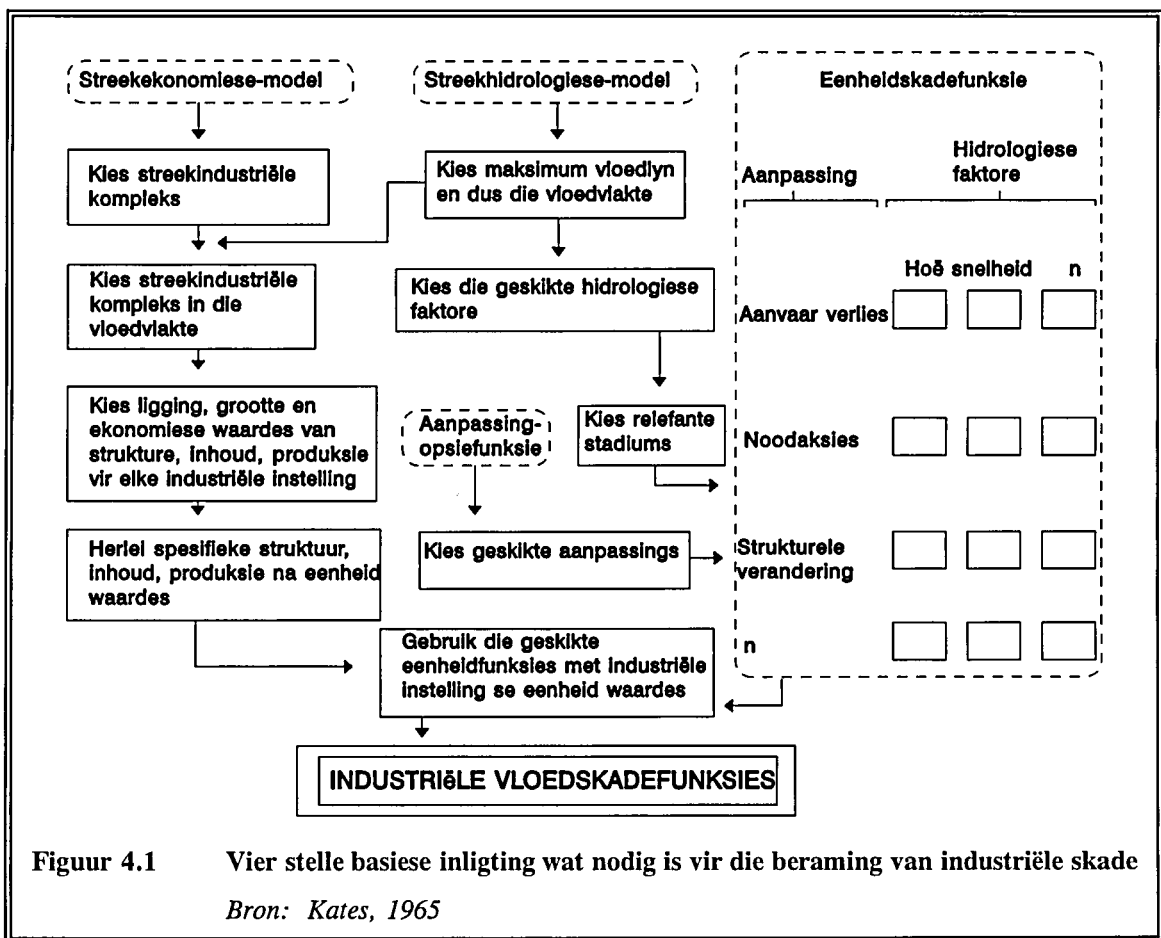
Kates (1965) stel 'n sintese vir die beraming van industriële skade voor. Vier stappe van basiese inligting is nodig wat as insette in die sintetiese proses gebruik kan word:

- 'n *streekekonomiese - model* of kaarte waarvan die ligging van industriële eiendomme verkry kan word.
- 'n *streekhidrologiese - model* of hidrologiese kaarte wat gebruik kan word om die vloedvlakte af te baken, vloeddieptes en die verskil in vloedkaraktertrekke te bepaal.
- 'n stel van *eenheidskadefunksies* wat in die beramings van skade vir komponente van 'n industriële aanleg gebruik kan word. Afsonderlike funksies kan vir struktuur-, inhoud- en produksieskade gebruik word. Hierdie skade kan in terme van verskillende eenheidswaardes uitgedruk word. Voorbeelde van so 'n eenheid kan vierkante meter van struktuur, geldwaarde van inhoud of 'n geldeenheid se

waarde van produksie wees.

- 'n *aanpassingsopsiefunksie* wat die aanpassing vir vloedgevaar oor tyd en ruimte as gevolg van die proses van opleiding, verandering en die teenwoordigheid van meer inligting, karakteriseer.

Hierdie vier stappe inligting word in Figuur 4.1 grafies voorgestel.



Deur die vier basiese stappe van inligting te gebruik, kan die sinteseproses soos volg daar uit sien:

- met die streekekonomiese-model kan 'n beskrywing van die streek se industriële kompleks oor die ondersoektydperk gegee word;
- 'n vloedvlakte word deur die streekhidrologiese-model afgebaken en daar word bepaal watter dele van die industriële kompleks in die vloedvlakte is;
- elke afsonderlike produksie-eenheid of onderneming in die vloedvlakte moet die ligging, grootte en ekonomiese waardasie van hul struktuur, inhoud en produksie oor 'n tydspanne spesifiseer;
- geskikte eenheidskadefunksies word aan die verskillende komponente van die struktuur, inhoud en produksie toegedeel. Die keuse van die geskikte vloedskadefunksie word eerstens afgelei van die streekhidrologiese-model om die veranderinge in hidrologiese faktore in ag te neem, en tweedens, van die aanpassingsfunksie om die verskil oor tyd van vloedskadeverminderingsaksies in aanmerking te neem, en
- skade vir elke instelling word saamgevoeg om 'n sintetiese skadefunksie vir die hele vloedvlakte daar te stel en 'n reeks van hierdie funksies dui die verandering met verloop van tyd aan.

Volgens Kates (1965) word die volledige toepassing van hierdie proses deur die stand van tegnologie, koste vir die opstel van skadefunksies en die bekombaarheid van bruikbare inligting, belemmer.

In sy studie van 1987 ondersoek Parker et al. industriële indirekte skade. Hul verwys na Kates (1965), Smith (1979), Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en Smith en Greenaway (1984)

se benaderings in die berekening van indirekte skade. In die Richmond Riviervalleistudie gebruik Smith 'n bruto handelswins/omset-verhouding wat deur Penning-Rowsell en Chatterton voorgestel word om die indirekte skade te bereken. Parker et al. kritiseer hierdie benadering omdat die oordraging van produksie in die ekonomie en die effek van ontwigting van die vervoernetwerke nie in aanmerking geneem word nie. Smith en Greenaway (1984) (soos aangehaal deur Parker et al., 1987) neem industriële indirekte skade as 70 persent⁵ van direkte skade. Volgens Parker et al. (1987) is hierdie benadering ongeskik vir Engeland en is dit ook 'n oorskatting van streek- en nasionale ekonomiese verliese in Australië. Higgins en Robinson (1981) gebruik verlies aan handel wat omgeskakel is na bruto marge van die besighede om indirekte skade te bepaal. Die probleem is egter dat hulle nie onderskeid tussen kleinhandel en vervaardiging maak nie.

Na sy kritiek op bestaande metodes en aanpassing van Penning-Rowsell en Chatterton se benadering, volstaan Parker et al. (1987) met die volgende benadering. Die korrekte meting van verlies aan produksie is die verlies aan toegevoegde waarde (die waarde wat deur die maatskappy tot die ekonomie toegevoeg word). Addisionele koste wat veroorsaak word deur laer produktiwiteit as gevolg van oorstroming, moet by die verlies aan toegevoegde waarde getel word. Addisionele koste sluit in oortydbetaling, verhoging in elektriese koste of die koste van die oordraging van produksie binne die onderneming.

Die formule wat Parker et al. (1987) vir die berekening van direkte vloedskade gebruik, is:

⁵ Soos reeds genoem neem Smith et al. (1990) in die Sydney-studie indirekte skade as 55 persent van direkte skade.

$$\text{Dir} = \text{Ds} + \text{Dep}/2 + \text{Der} + \text{C}, \dots\dots\dots(24)$$

Dir = Direkte potensiale vloedskade

Ds = Potensiale skade aan alle voorraad

Dep = Potensiële vervangingskoste vir skade aan aanleg en toerusting

Der = Potensiële herstel en vervangingskoste van aanleg en toerusting

C = Potensiële addisionele koste vir opruiming

Die onderneming se indirekte skade word op dieselfde manier as kommersiële indirekte skade beraam.

4.4 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is die teorie vir die opstel van kommersiële vloedskadefunksies en die beraming van industriële skade bespreek. Deur gebruikmaking van die teorie en opnames is vloedskadefunksies vir Vereeniging se kommersiële sektor saamgestel. Skadekomponente soos skade aan voorraad, skade aan toerusting, struktuurskade en die verlies aan inkome is saamgevoeg om 'n skadefunksie vir die individuele onderneming te ontwikkel. Die vloedskadefunksies van die ondernemings is gekombineer om vloedskadefunksies vir kommersiële kategorieë te ontwikkel. Hierdie skadefunksies word in Anuflood gestoor.

Uit die literatuurstudie is gevind dat vloedskadefunksies nie vir die industriële sektor opgestel kan word nie met die gevolg die skade aan Vereeniging industrieë word direk in Hoofstuk 5 beraam. Verder word in ook die potensiële residensiële en kommersiële skade in die ondersoekgebiede bereken.

HOOFSTUK 5

DIE BERAMING VAN SKADE IN DIE ONDERSOEKGEBIEDE

5.1 INLEIDING

In Hoofstuk 3 is residensiële vloedskadefunksies vir Upington en Vereeniging ontwikkel. In Hoofstuk 4 is kommersiële vloedskadefunksies vir Vereeniging saamgestel. In hierdie navorsing word die twee stedelike nedersettings se skadefunksies nie gekombineer om 'n nasionale skadefunksie te skep nie, maar word net in die toepaslike gebiede gebruik. In dié hoofstuk word van hierdie skadefunksies gebruik gemaak om die skades te beraam.

Omrede daar net twee industriële gebiede in die studiegebied in Vereeniging se vloedvlakte (Kaart 2) is en vloedskadefunksies nie met welslae vir industrieë ontwikkel kan word nie, word totale industriële skade ook in hierdie hoofstuk, sonder om vloedskadefunksies vir die industriële sektor te ontwikkel, beraam.

Voor die skade beraam kan word, is dit nodig om na die gebruik van rekenaarmodelle vir die beraming van vloedskade te kyk.

5.2 DIE GEBRUIK VAN REKENAARMODELLE IN DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE

Die gebruik van rekenaars bespoedig en vergemaklik die proses van beraming van vloedskade. Twee bekende modelle, is 'n Britse model wat deur Middlesex Polytechnic ontwikkel is en 'n Australiese model wat deur Centre for Resource and Environmental Studies (CRES) daargestel is. As gevolg van die ooreenkoms tussen Suid-Afrikaanse en Australiese vloedtoestande is

besluit om die toepasbaarheid van die Australiese model (Anuflood) vir Suid-Afrika te ondersoek⁶.

5.2.1 Anuflood

Anuflood is 'n interaktiewe rekenaarmodel wat ontwerp is om tasbare stedelike vloedskade te beraam en 'n reeks vloedverminderingaksies te evalueer. Om te funksioneer het die program drie insette nodig, naamlik grondgebruiksdata, vloedskadefunksies en hidrologiese data (vloedvoorkoms en -hoogte) nodig. Hierdie insette word buite die program ontwikkel en in die program gestoor.

Grondgebruiksdata oor die ligging van die eiendom, huisnommer, straatnaam, aantal verdiepings, of die huis bo die grondvlak gelig of nie gelig is nie, hoogte gelig, roosterverwysing, konstruksiemateriaal, grondhoogte, vloerhoogte en skadeklas word vir Anuflood benodig. Die data word verkry deur 'n eksterne opname van elke gebou in die vloedvlakte te doen. 'n Voorbeeld van die vorms waarop hierdie opname gedoen word, is in Bylae 4.

Die inligting van die opname kan op vier maniere gebruik word:

- om 'n statistiese opsomming van die karaktertrekke van die eiendom in die vloedvlakte te verskaf;
- om eiendomme in verskillende skadefunksiegroepe te klassifiseer;

⁶ Alhoewel die Australiese program, Anuflood, in hierdie studie gebruik word, word die Engelse rekenaarmodelle ook aangeraak. Die modelle is deur Penning-Rowsell en Chatterton van Engeland ontwikkel. Middlesex Polytechnic het twee afsonderlike rekenaarmodelle vir stedelike en landbou-vloedskadebepaling ontwikkel. In die stedelike model word drie insette, naamlik grondgebruiksdata, standaard en plekgebonde vloedskadefunksies en hidrologiese data gebruik om die jaarlikse gemiddelde skade te beraam. Die model is ontwikkel sodat die drie insette gemanipuleer kan word om in die behoefte van die gebruiker te voorsien.

- om rekenaargetekende vloedskadekaarte te verskaf, en
- om inligting aan noodlenigingsinstansie te gee.

Anuflood verdeel eiendom in drie groepe, naamlik residensiële, kommersiële en industriële. In die grondgebruiksopname word woonhuise, woonstelle en meenthuise by die residensiële sektor ingesluit, terwyl motelle, hotelle, owerheidsinstellings, akkommodasie, alle klein- en groothandel, kantore, dienstefunksies en maatskappye wat herstelwerk doen by die kommersiële sektor gereken word. Die industriële sektor bestaan hoofsaaklik uit vervaardigingsondernemings. Die hoofdoel van die grondgebruiksopname is om die eiendomme in die vloedvlakte te verbind aan 'n vloedskadefunksie.

Die **vloedskadefunksie** in Anuflood verteenwoordig die potensiële skade aan beide die struktuur en inhoud van geboue. Potensiële skade dui op die omvang van skade as geen poging aangewend word om skade te verminder nie. Drie verliesfunksies vir die residensiële sektor en drie verliesfunksies vir kommersiële eiendomme word in die oorspronklike Anuflood pakket voorsien⁷. Hierdie skadefunksies is deur hierdie navorsing vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas (Hoofstukke 3 en 4).

In die gewone werking van Anuflood word aanvaar dat die snelheid van vloedwater onvoldoende is om skade aan die struktuur van geboue te veroorsaak. CRES het egter navorsing op hierdie terrein gedoen en het aanpassings aan Anuflood gemaak om die hoeveelheid geboue te beraam wat as gevolg van die vloedwater totaal vernietig kan word.

Hidrologiese data vir Anuflood sluit vloedfrekwensie, helling van die vloedoppervlakte en die vloeisnelheid van die vloedwater in. Die vloedfrekwensie word aangedui as vloedhoogte wat

⁷ Die getal verliesfunksies kan egter aangepas word na gelang van die klassifikasie van eiendom.

in terme van die waarskynlikheid van voorkoms aangegee word. Die vloedhelling is die ruimtelike verskil in die maksimum watervlakke. Daar is twee maniere hoe vloedhelling in stedelike gebiedstudies geïnkorporeer kan word. Eerstens kan 'n geometriese oppervlakte op die oppervlakte van die water gepas word of tweedens word die stedelike gebiede in sub-streke of sones verdeel, sodat die verskillende waarskynlikheid teenoor hoogte data op elke sone toegepas kan word⁸. In hierdie geval word aangeneem dat elke sone se wateroppervlakte horisontaal is. Die aanbevole prosedure in Anuflood is die sone tipe. Skade word vir die verskillende sones bereken en gesommeer om die totale skade te kry.

5.2.1.1 Datavoorbereiding

Nadat die data ingesamel is moet dit in Anuflood gestoor word. Data word in spesifieke FORTRAN I/O data-eenhede gestoor. Anuflood kan veertien verskillende verwerkings op stedelike grondgebruiksdata uitvoer.

Verwerking 1 en 2: Statistiese analise van residensiële en kommersiële data

Onder hierdie opsie kan frekwensie-, kruisgetabuleerde en multi-parameter frekwensie-analises gedoen word.

Verwerking 3: Ontwikkel 'n substel van residensiële data

Die doel van hierdie verwerking is om 'n datastel van huise te skep wat apart van die totale stel van huise ondersoek kan word. Verskillende parameters kan gebruik word om hierdie substelle te ontwikkel.

⁸ In die navorsing word van altwee metodes gebruik gemaak.

Verwerking 4: Ontwikkel 'n substel van kommersiële data

Hierdie verwerking werk dieselfde as verwerking 3, maar net met kommersiële data.

Verwerking 5: Bereken totale gemiddelde jaarlikse residensiële skade

Met hierdie verwerking word die totale gemiddelde jaarlikse residensiële skade van die hele stel data of 'n vooraf gegenereerde subdatastel bereken.

Verwerking 6: Bereken totale skade aan residensiële sektor

Die skade wat veroorsaak word deur sekere dieptes van oorstroming word deur hierdie verwerking bereken.

Verwerking 7: Lees die inhoud van datalêer

Nadat inligting in datalêers gestoor is, kan dit weer opgeroep word sonder om uit die program te gaan.

Verwerking 8: Bereken totale gemiddelde jaarlikse kommersiële skade

Met hierdie verwerking word die totale gemiddelde jaarlikse kommersiële skade van die hele stel data of 'n vooraf gegenereerde subdatastel bereken.

Verwerking 9: Bereken totale skade aan kommersiële eiendom

Die totale skade aan die kommersiële sektor word vir die hele datastel of geskepte substelle bereken.

Verwerking 10: Evalueer residensiële vloedskadevoorkomingsmaatreëls

Hierdie verwerking kan vier moontlike strategieë ondersoek. Dit is vloedwalkonstruksie, vloedverskansing (flood proofing), die verhoging van huise en die verwydering van huise. Die gemiddelde jaarlikse skade word bereken nadat die verlangde strategie gekies is.

Verwerking 11: Evalueer kommersiële vloedskadevoorkomingsmaatreëls

Verwerking 11 werk dieselfde as Verwerking 10.

Verwerking 12: Evalueer vloedskadevoorkomingsmaatreëls deur van hoogte gebruik te maak

Skade beraming word vir 'n spesifieke hoogte of hoogtes gedoen nadat sekere vloedvoorkomingsmaatreëls gekies is.

Verwerking 13: Aanpassing van vloedhelling en oppervlakte/hoogte deur Anuflood

Indien daar oor die nodige data beskik word, kan die vloer en/of grondhoogtes van individuele eiendomme in die rekenaarprogram verhoog of verlaag word om die verskil in rivierhelling in ag te neem. In Verwerking 13 kan twee verskillende datatipes gebruik word om hoogte-inligting te verwerk. Beide twee opsies pas die hoogte aan waarna die ander verwerkings gebruik kan word. Grond en vloerhoogte aanpassing word op die volgende maniere gedoen:

- die gebruik van 'n liggingsparameter om gebiede af te baken waar korreksies aangebring moet word, en
- die gebruik van soneringsopsies om die gebiede af te baken waar korreksies aangebring moet word.

Verwerking 14: Ruimtelike verspreiding

Met die opsie word die data volgens 'n roosterbasis weergegee. Die uitset is 'n lêer wat waardes vir elke roostervierkant bevat, plus die roosterkaart van die data. Die data kan enige van die volgende ses tipes wees:

- hoeveelheid eiendomme per roostervierkant
- gemiddelde grondhoogte per roostervierkant
- gemiddelde vloerhoogte per roostervierkant
- gemiddelde hoogte van die vloer bo grond per roostervierkant
- gemiddelde diepte van water oor die grond by 'n spesifieke vloerhoogte, per roostervierkant
- gemiddelde diepte van water oor die vloer by 'n spesifieke hoogte, per roostervierkant

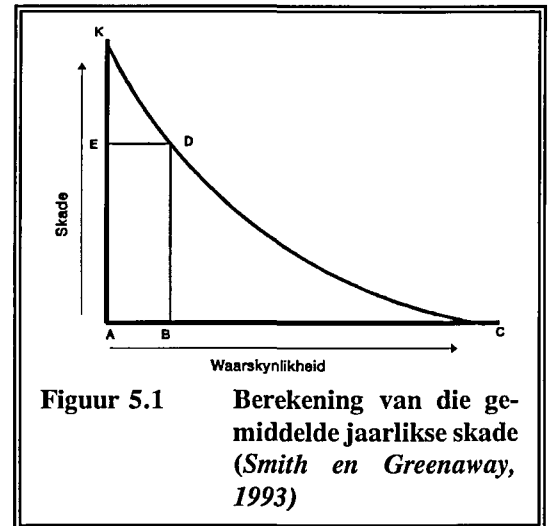
5.2.1.2 Verdere verwerkingsmoontlikhede

Sonering laat die gebruiker toe om die dorp onder bespreking in sones op te deel. Hierdie indeling word gebaseer op roosterkoördinate van die eiendomme van die dorp. Roosterkaarte verskaf 'n manier om 'n vinnige beskrywing van skade te gee. As groot vloed en dambreek ondersoek word, of as vloed karaktertrekke van so 'n aard is dat vloeisnelheid hoog is, is dit nodig dat struktuurreek ook in die berekening van vloedskade in aanmerking geneem word. Met genoeg data kan Anuflood dit doen.

Die skade vir die residensiële en kommersiële sektore word afsonderlik bereken. Skade kan vir enige vloeddiepte of vloedvoorkomswaarskynlikheid bereken word. Gemiddelde jaarlikse

skade is die integraal onder die kurwe van vloedwaarskynlikhede en skade. Om hierdie waarde te verkry sommeer Anuflood die totale gemiddelde jaarlikse skade vir al die eiendomme.

Daar is egter 'n leemte waarvan kennis geneem moet word. Om die ware waarde vir gemiddelde jaarlikse skade te kry moet die vloede met lae voorkomswaarskynlikhede ook in berekening gebring word. Skade-inligting vir sulke vloede is egter min. Hipoteties is punt B (Figuur 5.1) die grootste vloed (met die laagste waarskynlikheid) waarvan vloedskade bekend is. In sulke gevalle word die gemiddelde jaarlikse skade as area AEDC bereken in plaas van KAC.



5.3 BERAMING VAN RESIDENSIËLE POTENSIËLE SKADE VIR UPINGTON

Voor Anuflood gebruik kan word om skade te beraam, moet die ander twee insette, naamlik grondgebruiksdata en hidrologiese data in Anuflood gestoor word. In die gedeelte wat volg word dié twee aspekte vir Upington bespreek en later in die hoofstuk word die data vir Vereeniging ook behandel.

Soos reeds genoem is die doel van 'n **grondgebruiksopname** hoofsaaklik om die eiendomme in die vloedvlakte te koppel aan 'n skadefunksie. Vir elke gebou word 'n skadeklas toegeken. Hierdie skadeklas verbind die eiendomme met die ooreenstemmende skadefunksie. Tweedens word 'n databank van die vloedvlakte saamgestel, wat dan deur verskillende instansies soos byvoorbeeld nooddienste wat vir ontruiming gebruik kan word.

Met 'n besoek aan Upington, is die residensiële eiendom wat onder die streeksmaksimumvloedlyn val, geïdentifiseer. Besonderhede van die eiendom soos ligging, huisnommer, straatnaam, aantal verdiepings, gelig of ongelig, hoogte gelig, roosterverwysing, konstruksiemateriaal, grondhoogte, vloerhoogte en skadeklas is op 'n vorm aangebring (Bylae 4).

Ligging dui op die sone in die vloedvlakte waarin die eiendom geleë is. Die sone kan op hidrologies, sosio-ekonomiese of grondgebruikseienskappe gebaseer wees. 'n Huis is gelig wanneer die huis so gebou is dat die hoogte van die vloer meer is as 0,5 meter bo grondvlak is. Daar word aangeneem dat die normale hoogte bo grondvlak 0,5 meter is (Smith en Greenaway, 1993). Hoogte gelig is dus die hoogte wat die huis hoër is as 0,5 meter. In die roosterverwysing word elke eiendom 'n tien-syfer-ruitverwysing gegee. Die XY waardes van die wooneenheid kan van kaarte afgelees word, maar in hierdie studie is die waardes vanaf 'n Geografiese Inligting Stelsel, Arc-info verkry. Gerekenariseerde kaarte (waarvan die data verkry is) is vanaf die munisipaliteite van Upington en Vereeniging gekry. Vanaf hierdie kaarte is die XY koördinate afgelees. Skadeklas is die kategorie waarin die eiendom opgedeel is. Die skadefunksie word dus aan die huis deur middel van die skadeklaswaarde gekoppel. In Bylae 3 word voorbeelde van die verskillende waardeklasse gegee.

Hidrologiese data soos vloedlyne, vloedwaarskynlikhede en watervlakhoogtes is deur konsultante verskaf. Dwarssnitte is ongeveer 1km uitmekaar deur die rivier in die ondersoekgebied geneem. Watervlakhoogtes is by die onderskeie dwarssnitte vir elke vloedlyn beraam. Hierdie data is vir drie moontlike benaderings vir vloedskadeberamings verwerk. In die eerste geval is 'n passing⁹ van die data gemaak. Tweedens is die dwarssnit by die motorbrug se data

⁹ As daar vervolgens na gepaste data verwys word, word bedoel dat dit data is wat verkry is deur 'n ruimtelike passing met 'n rekenaarprogram wat die landskap drie dimensioneel in hoogte, breedte en lengte voorstel. Die data wat gebruik word om dit te doen is hoogtepunte, kontoerlyne en dwarssnitte. Nie-gepaste data is data wat 'n platvlak voorstel.

as hidrologiese inligting geneem en in die derde geval is Upington in vier sones gedeel. Vir elke sone is 'n sentrale dwarsnit in die sone se data as hidrologiese inligting geneem. By die tweede en derde benadering word daar nie 'n passing op die data gemaak nie. Die aanname dat die watervlak plat is, word gemaak.

Soos daar van Tabel 5.1 afgelei kan word, is daar 'n groot verskil in die hidrologiese data per dwarsnit. Die vloedhoogtes van die verskillende dwarsnitte verskil met ± 5 m stroomop en stroomaf van die dorp.

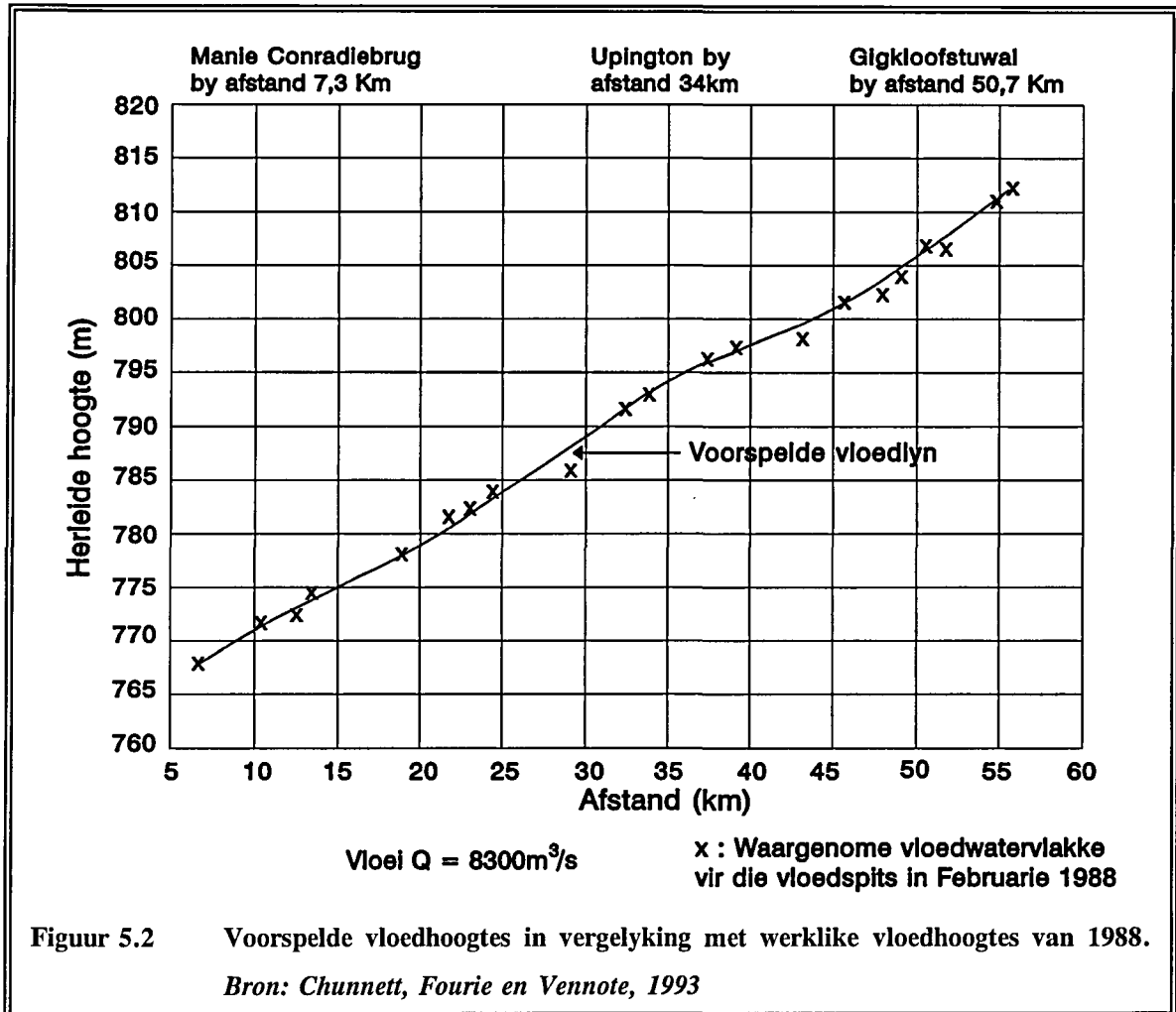
Tabel 5.1 Vloedvoorkomswaarskynlikheid teenoor vloedhoogte (meter bo seespieël) in die Upington-gebied soos deur die konsultante verskaf, 1993

Vloedfrekwensie in jaar	Brug	Stroomop van Upington	Sentraal stroomop	Sentraal stroomaf	Stroomaf van Upington
1:5 ¹⁰	791,31	795,54	793,94	791,86	790,77
1:10	791,96	796,12	794,75	792,57	791,32
1:20	792,64	796,81	795,21	793,37	791,89
1:50	793,48	797,69	796,04	794,29	792,61
1:1000	795,68	799,97	798,35	796,67	794,65

In Figuur 5.2 toon Chunnett, Fourie en Vennote, 1993 die ooreenstemming tussen die voorspelde en werklike vloedlyne van 1988 aan. Verder verklaar mnr. Fourie dat die verskil in hoogte toegeskryf kan word in die relatiewe smal vloedvlakte by Upington. Veral as dit vergelyk word met Kanoneiland se vloedvlakte.

¹⁰

Frekwensie in jaar kan byvoorbeeld aangegee word as 1 in 5, 1:5 of 0,2.



5.3.1 Die gebruik van Anuflood vir die beraming van vloedskade

Al drie tipes hidrologiese data kan deur Anuflood gebruik word om skade te bereken. In die eerste geval (wat normaalweg gevolg word) word van een stel hidrologiese data gebruik gemaak. Die dwarsnit by die motorbrug se hidrologiese inligting word gebruik. Hierdie inligting bestaan uit vloedfrekwensie en vloedhoogte. Met hierdie metode word aangeneem dat die rivier 'n plat oppervlak het. Water het egter nie 'n gelyke vlak nie en as die hidrologiese

data van so aard is dat 'n passing gemaak kan word om die ongelyke aard van wateroppervlakte in aanmerking te neem, kan die resultate meer betroubaar wees. Derdens kan die dorp in sonas verdeel word. Vir elke sone kan afsonderlike hidrologiese inligting gebruik word.

5.3.1.1 Beraming van totale potensiële residensiële skade in Upington

Die eerste skadeberaming is gedoen deur van die gepaste hidrologiese data gebruik te maak. Verskillende vloedlyne se skade is afsonderlik deur Anuflood bereken. Die beraamde skade wat in Tabel 5.2 gegee word, wissel tussen ongeveer R988 000 vir 1:5 jaar vloed en R10 500 000 vir die streeksmaksimumvloed.

Tabel 5.2 Potensiële residensiële skade vir Upington vir verskillende voorkoms van vloede soos bereken deur Anuflood, 1993 (gepaste hidrologiese data)

Frekwensie in jaar	Potensiële skade (R)
1 in 5	988 186
1 in 10	2 056 810
1 in 20	3 744 277
1 in 50	6 221 668
Streeksmaksimumvloed	10 513 970

Wanneer die beraming van skade sonder die gepaste hidrologiese data gedoen word, is waargeneem dat die skade minder is as die resultate van gepaste data. In Tabel 5.3 wissel die skade tussen R145 194 vir die 1:5 jaar vloed en R4 246 489 vir die streeksmaksimumvloed, wat baie laer is as die skade in Tabel 5.2.

Tabel 5.3 Potensiële residensiële skade vir verskillende voorkoms van vloede soos bereken deur Anuflood, 1993 (nie-gepaste data)

Frekwensie in jaar	Potensiële skade (R)
1 in 5	145 194
1 in 10	211 746
1 in 20	432 411
1 in 50	1 028 034
Streeksmaksimumvloed	4 246 489

Vervolgens is die gebied in sones op gedeel en is van nie-gepaste data gebruik gemaak. Die skade is per sone bereken deur gebruik te maak van daardie spesifieke sone se hidrologiese inligting. Om die totale skade te bereken is die verskillende sones se skade gesommeer wat in Tabel 5.4 voorgestel word.

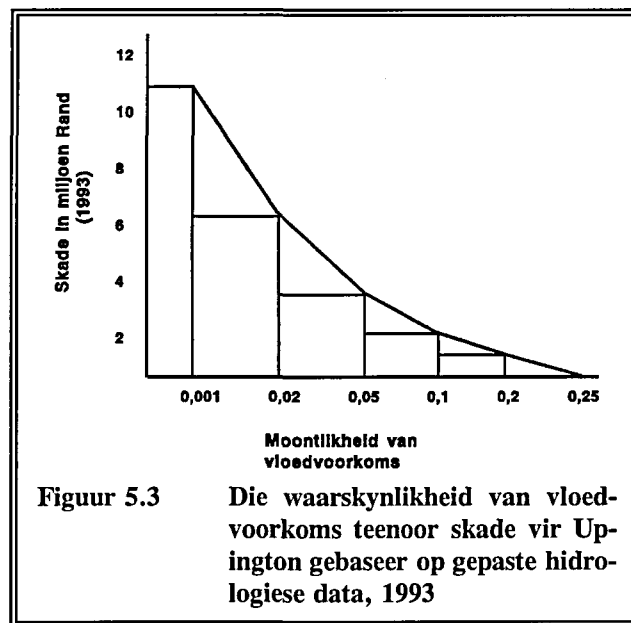
Tabel 5.4 Potensiële residensiële skade (R) vir verskillende voorkoms van vloede soos bereken deur Anuflood, 1993 (skade per sone bereken, nie-gepaste data)

Frekwensie	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sone 4	Totale skade
1 in 5	36 895	187 738	561 975	489 462	1 276 070
1 in 10	47 148	314 570	1 617 075	400 159	2 378 952
1 in 20	79 275	732 123	2 230 923	863 465	3 905 786
1 in 50	241 045	1 539 319	3 111 393	1 210 632	6 102 389
Streeksmaksimum-vloed	851 185	3 175 514	4 185 723	7 858 204	16 070 626

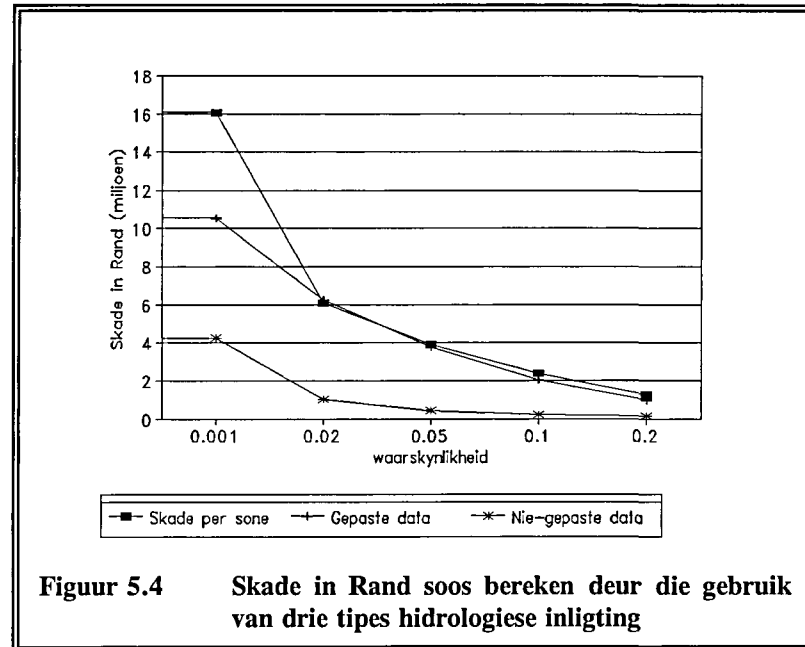
5.3.1.2 Die berekening van gemiddelde jaarlikse skade

Om die gemiddelde jaarlikse skade van Uppington se residensiële sektor te bereken, word aanvaar dat vloede groter as die 1:4 jaar vloedskade sal veroorsaak. Die jaarlikse skade is

bereken deur die oppervlakte onder die kurwe (Figuur 5.3) te bepaal. Dit is verkry deur die oppervlaktes van die driehoeke en reghoeke onder die verskillende lynsegmente te bereken en dan die oppervlaktes bymekaar te tel. Die gemiddelde jaarlikse skade vir Upington residensiële gebied is R641 000 gegee.



Die gemiddelde jaarlikse skade vir die ander twee benaderings is op dieselfde metode bereken. Die gemiddelde jaarlikse skade vir die nie-gepaste metode is R113 842, terwyl die gemiddelde jaarlikse skade vir die skade-per-sone metode R748 608 is.



In Figuur 5.4 kan die verskil in skade soos vir die drie tipes hidrologiese inligting bereken is, waargeneem word. Daar is 'n groot verskil in skade tussen die beraming waar slegs van een sentrale dwarsnit se hidrologiese inligting gebruik gemaak is en die beraming wat gebruik gemaak het van die data wat gepas is. Waar die skade per sone beraam is, is die verskil tussen die gepaste en nie gepaste beramings nie so groot as in die eerste geval nie.

Die groot verskil by die eerste geval kan moontlik toegeskryf word aan die groot verskil tussen die vloedhoogtes stroomop en stroomaf van die dorp. By die nie-gepaste data word die aanname gemaak dat die 1:20 jaar vloedlyn regdeur die dorp 792,64m bo seespieël is (Tabel 5.1). Dit is egter nie so nie. Die dorp kan net in sones opgedeel word as die hidrologiese data van so aard is dat daar hidrologiese data vir elke sone is. Dit kan dus aanbeveel word dat as daar 'n groot verskil tussen vloedhoogtes van dieselfde vloedlyn is, daar gepoog moet word dat die hidrologiese inligting van so aard moet wees dat of gepaste inligting of inligting per sones

verkry moet word. Omdat die gepaste hidrologiese inligting as meer akkuraat beskou word, word die skade in die vervolg as skade aan die residensiële sektor gebruik¹¹.

5.4 DIE BERAMING VAN POTENSIËLE SKADE IN VEREENIGING

Na konsultasie met Smith (1993) is residensiële eiendomme in 18 verskillende kategorieë ingedeel. Hierdie kategorieë wissel van 'n klein woonstel tot luukse dubbelverdieping huise. Die besighede in die vloedvlakte is volgens die Anufloodmetode geklassifiseer. Daar is drie kommersiële areas in die vloedvlakte, naamlik 'n winkelsentrum in Three Rivers, 'n besigheidsblok in Peace Haven en twee besighede in die sentrale sake gebied.

Die Departement van Waterwese en Bosbou is versoek om vloedlyne en hul frekwensies vir Vereeniging saam te stel (Tabel 5.5). Twee bekende invloei-vloedhidrograwe (1923/24 en 1991/92) se vloei is deur die Vaaldam gesimuleer en die uitvloeihidrograwe is met die aanname dat alle vloedsluise by die Vaaldam oop is en die dam aanvanklik 100 persent vol is, verkry. Twee riviervloei-meetstasies se data is ook statisties ge-evalueer as kontrole, asook om hoogtes in Vereeniging te verskaf. Inligting wat tans tot die beskikking van die Departement van Waterwese en Bosbou is, gee vloeiwaardes tot op 1431,2 m vloedhoogte (Van der Spuy, 1994). Die hidrologiese inligting is dus van so 'n aard dat 'n passing nie op die data gedoen kan word nie en dat die dorp nie in sones gedeel kan word nie. Op Kaart 4 en 5 word die kontoerlyne en die verskillende vloedlyne soos dit in die woonbuurtes Three Rivers en Peacehaven voorkom, voorgestel. Die gebied tussen die 1:1000 jaar vloedlyn is as vloedvlakte geneem en die ondersoek het in hierdie gedeelte plaasgevind.

¹¹ Behalwe waar anders gemeld.

Tabel 5.5 Vloedfrekwensie, hoogte bo seespieël en die vloeï van vloedspitse in die Vereeniging-gebied soos verskaf deur Departement van Waterwese en Bosbou, 1994

	Vloedfrekwensie in jaar								
	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	1:200	1:500	1:1000
Q in m ³ s ⁻¹	450	1470	2260	2940	3830	4530	5240	6240	7040
Hoogte bo seespieël tot naaste 0,5m	1420,5	1425,0	1426,5	1428,0	1429,5	1430,5	1432,0	1433,5	1435,0

Die aanname dat die vloedwater by Vereeniging 'n plat vlak het, word gemaak. Die inligting in die tabel word in Anuflood gestoor en word as hidrologiese inligting vir die beraming van vloedskade gebruik.

Na ontleding van die residensiële skadefunksies is op 'n totaal van 10 skadefunksies besluit. Die 10 skadefunksies word in Bylae 3 deur middel van foto's verduidelik. Die residensiële en kommersiële skadefunksies is in Anuflood gestoor en word gebruik in die beraming van verwagte potensiële vloedskade.

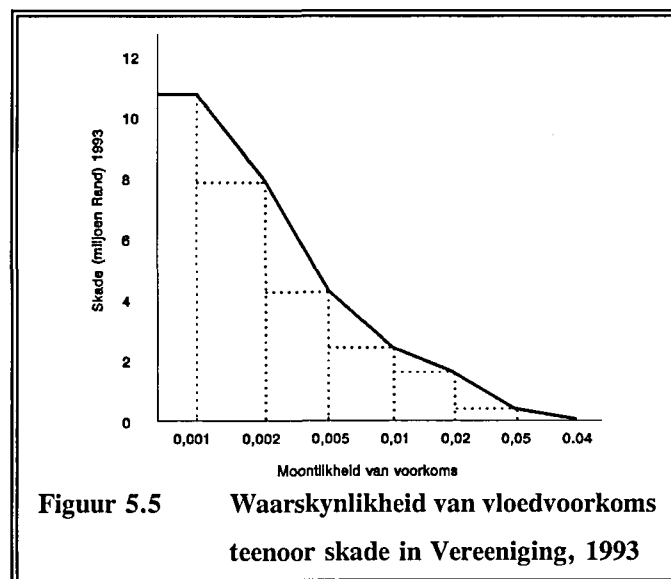
5.4.1 Beraming van residensiële skade vir Vereeniging

In Tabel 5.6 en Figuur 5.5 word die residensiële skade soos deur Anuflood bereken, weergegee.

Tabel 5.6 Potensiële residensiële skade in Vereeniging residensiële sektor vir verskillende vloedlyne soos bereken deur Anuflood, 1993

Frekwensie in jaar	Potensiële skade (R)
1 in 20	266 888
1 in 50	1 750 474
1 in 100	2 661 751
1 in 200	4 553 902
1 in 500	7 995 742
Streeksmaksimumvloed	10 744 770

Van die tabel kan afgelei word dat as 'n vloed met 'n frekwensie van 1:100 Vereeniging residensiële sektor tref die skade tussen R2 en R3 miljoen kan wees.



Om Vereeniging se residensiële gemiddelde jaarlikse skade te bereken word presies dieselfde benaderings wat in Upington gebruik is, gevolg. Die resultate word in Tabel 5.7 weergegee.

Tabel 5.7 **Gemiddelde jaarlikse skade vir Vereniging residensiële sektor, 1993**

Frekwensie in jaar	Waarskynlikheid	Gemiddelde jaarlikse skade (R)
1 in 10	0,100	6 672
1 in 20	0,050	30 260
1 in 50	0,020	22 061
1 in 100	0,010	18 039
1 in 200	0,005	18 824
1 in 500	0,002	17 366
Streeksmaksimumvloed	0,001	10 745
Totaal		123 968

5.4.2 Kommersiële skade soos deur Anuflood bepaal

Dieselfde hidrologiese data wat vir die residensiële berekeninge gebruik is, word ook in die kommersiële berekeninge gebruik. Met 'n grondgebruiksopname is die kommersiële gebruike volgens waardeklasse (die verskillende klasse is alreeds bespreek) ingedeel. Die vloedskade-funksies wat in Hoofstuk 4 ontwikkel is, word in die skadeberamingberekeninge gebruik. Kommersiële skade soos deur Anuflood bereken word in Tabel 5.8 aangegee. Die kommersiële gemiddelde jaarlikse skade, wat op dieselfde manier bereken is as in die residensiële sektor, word ook in die Tabel aangetoon.

Tabel 5.8 Totale potensiele en gemiddelde jaarlikse skade aan die kommersiële sektor in die Vereeniging-vloedvlakte, 1993

Vereeniging			Skade in Rand			
Vloed-frekwensie in jare	Voorkoms-waarskynlikheid	Vloedhoogte (meter bo seespieël)	Three Rivers	Peacehaven	Sentrale sake-gebied	Totaal
1: 200	0,005	1432,0	3 065 336	-	-	3 065 336
1: 500	0,002	1433,5	10 615 130	-	711 302	11 386 430
1:1 000	0,001	1435,0	12 093 770	-	2 634 634	14 728 410
Gemiddelde jaarlikse skade			46 428	581	4 570	51 579

Terwyl die besigheidsblok by Peacehaven eers met 'n vloed met 'n frekwensie van groter as 1:1000 skade sal hê, word die gemiddelde jaarlikse skade soos deur Anuflood bereken ook in Tabel 5.8 getoon. Die gemiddelde jaarlikse skade van die 3 kommersiële gebiede beloop R52 000.

Tot dusver is potensiele skade bereken en omdat daar tydens meeste vloedgebeurtenisse tyd vir ontruiming is, moet werklike skade ook ondersoek word. Potensiele skade is die skade aan die huis en huisinhoud as daar nie ontruiming plaasvind nie, daarenteen is werklike skade die skade wat aangerig is wanneer vloedskadevoorsorg getref is (Lustig et al., 1986).

5.5 WERKLIKE SKADE TEENoor POTENSIELE SKADE

In hierdie gedeelte word werklike skade met potensiele skade vergelyk. Die agtergrond en metodes wat in berekeninge gebruik word, word ook bespreek. Die metodes wat gevolg word om werklike skade te bereken, is deur Lustig et al. (1986) ontwikkel.

Volgens Lustig et al. (1986) hang vermindering van vloedskade (werklike skade) af van die waarskuwingstyd en die voorbereidheid of paraatheid van die samelewing in die vloedvlakte. Inwoners van 'n vloedvlakte sal alleenlik paraat wees as hul ondervinding van vloede het. Verskeie faktore bepaal die mate van paraatheid wat die gemeenskap van vloede het. Onder andere is hierdie faktore die wisseling van die bevolking en die tyd verloop vanaf die vorige vloed. Die wisseling van die bevolking word deur mobiliteit en mortaliteit bepaal. In die volgende gedeelte word die paraatheidsyfer vir die ondersoekgebiede bereken. Die paraatheidsyfer word in 'n formule gebruik om die werklike/potensiële skadeverhouding te bereken.

5.5.1 Die ontwikkeling van die paraatheidsyfer vir Upington en Vereeniging

Mobiliteit (geneigdheid om te verhuis) en die mortaliteit van mense bepaal die wisseling van 'n bevolking in 'n gebied. Die mobiliteit word op sy beurt bepaal deur die verhouding van die inwoners wat nou in die gebied woon en wat ook in dieselfde gebied ten tye van die vorige vloed gewoon het. Uit die bevolkingsensus van 1991 is die tydperk wat die mense in die streek bly, bepaal. Uit hierdie inligting is die hoeveelheid mense wat langer as 'n sekere tydperk in die gebied gewoon het, vasgestel. Die verhouding tussen die totale hoeveelheid mense wat nou (1993) in Upington woon en die wat vir 'n seker tydperk in Upington woon (byvoorbeeld langer as 4 - 6 jaar) word vir elke tydperk bereken. Nege en vyftig persent (Tabel 5.9) woon langer as 4 - 6 jaar in Upington $[(11\ 361 + 7\ 304 + 17\ 169)/59\ 972]$. Vereeniging is op dieselfde wyse hanteer.

Tabel 5.9 Mense (volgens duurte van verblyf) woonagtig in die ondersoekgebied

	Totaal	Minder as 1 jaar	1 - 3 jaar	4 - 6 jaar	7 - 9 jaar	+ 10 jaar
Gordonia	59 972	9 472	13 520	11 361	7 304	17 169
Kumulatief			49 354	35 834	24 473	17 169
Proporsie mense			0,82	0,59	0,41	0,29
Vereeniging	182 063	36 232	43 654	26 543	13 476	58 937
Kumulatief			142 610	98 986	72 413	58 937
Proporsie mense			0,78	0,54	0,41	0,32

Die hoeveelheid mense in 'n gebied wat na 'n sekere tydperk nog leef, word ook van sensus statistieke bereken. Uit hierdie sensus data is die aantal mense wat per jaar in die ondersoekgebied van 1970 tot 1990 gesterf het, bepaal. Deur die hoeveelheid mense wat die jaar gesterf het, plus die hoeveelheid wat in die tydperk vanaf die vorige vloed gesterf het, af te trek van daardie jaar se totale bevolking en die waarde te deel deur die totale bevolking van dieselfde jaar, word die gedeelte na die mense wat nie gesterf het in die tydperk sedert die vorige vloed, bepaal. Hierdie koers word die lewende koers genoem. Lewende koers vir 1990 (twee jaar na 1988-vloed) = $[\text{Totale bevolking in 1990} - (\text{Sterftes van 1990} + \text{sterftes van 1989 en 1988}) / \text{Totale bevolking in 1990}]$. Die uiteensetting van die koerse word in Bylae 5 gegee.

Die twee koerse (proporsie wat nie trek na x-aantal jare nie en die proporsie wat nie sterf na x-aantal jare nie) word met mekaar vermenigvuldig en die produk is die paraatheidsfaktor. Die paraatheidsfaktor vir Upington residensiële inwoners in 1993 (na 5 jaar) is 0,649 en vir Vereeniging (na 15 jaar) is 0,30. Daar is ook gepoog om die paraatheidsyfer vir die twee studiegebiede oor 'n tydperk van 20 jaar saam te stel. Van Bylae 5 kan die paraatheidkoers van Upington vir byvoorbeeld 10 jaar na 'n vloed afgelees word. In die geval is dit 0,265. Vir 'n periode van twintig jaar (van 1970 tot 1989) word die paraatheidkoers op dieselfde manier as voorheen bereken.

5.5.2 Beraming van die werklike/potensiële skadekoers (w/p koers) vir die residensiële sektore van Upington en Vereeniging

Die werklike/potensiële skadekoers vir huisinhoud kan bereken word as die waarskuwingstyd bekend is. Vergelyking 26 wat die w/p koers kan bereken, is deur Lustig et al. (1986) opgestel na dat studies van Lismore, Forbes, Gunnedah en Brisbane verwerk is. Hierdie vergelyking word ook in die Suid-Afrikaanse studie gebruik.

$$W/P = 1 - 0.25p \times \ln(t + 0,5), \dots\dots\dots(26)$$

p = paraatheid en

t = waarskuwingstyd in ure

In Vergelyking 26 word die onafhanklike veranderlikes vervang met Upington en Vereeniging se inligting. Die w/p koers vir Upington word met vergelyking 27 beraam en Vereeniging se koers met vergelyking 28.

$$W/P = 1 - 0.25(0,649) \times \ln(96 + 0,5) \dots\dots\dots(27)$$

$$W/P = 1 - 0.25(0,29) \times \ln(12 + 0,5) \dots\dots\dots(28)$$

Die waarskuwingstye is onderskeidelik deur die verskillende burgerlike beskermingsdienste verskaf. In Tabel 5.10 word die werklike inhoudskade teenoor die potensiële inhoudskade aangetoon. In Tabel 5.11 en 5.12 word werklike inhoudskade by struktuurskade getel om sodoende die totale werklike skade te kry.

Tabel 5.10 **Werklike en potensiële inhoudskade (R) vir Upington en Vereeniging se residensiële sektore vir verskillende vloede, 1993**

Frekwensie in jaar	Upington		Vereeniging	
	Potensiële inhoudskade	Werklike inhoudskade	Potensiële inhoudskade	Werklike inhoudskade
1 in 5	542 556	140 300	-	
1 in 10	1 228 382	317 649	-	
1 in 20	2 153 088	556 771	214 928	174 092
1 in 50	3 610 807	933 725	1 314 624	1 064 845
1 in 100	-	-	1 715 788	1 389 788
1 in 200	-	-	3 100 251	2 511 203
1 in 500	-	-	5 246 233	4 249 449
1 in 1000	6 019 844	1 556 681	6 775 993	5 488 554

Tabel 5.11 **Totale werklike residensiële skade (R) soos bereken vir Upington, 1993**

Frekwensie in jaar	Werklike inhoudskade	Struktuurskade	Totaal
1 in 5	140 300	444 314	584 614
1 in 10	317 649	904 437	1 222 086
1 in 20	556 771	1 497 356	2 054 127
1 in 50	933 725	2 374 117	3 307 842
1 in 1000	1 556 681	4 450 313	6 006 994

Tabel 5.12 Totale werklike residensiële skade (R) soos bereken vir Vereeniging, 1993

Frekwensie in jaar	Werklike inhoudskade	Struktuurskade	Totaal
1 in 20	174 092	51 960	226 052
1 in 50	1 064 845	435 849	1 500 694
1 in 100	1 389 788	945 964	2 335 752
1 in 200	2 511 203	1 453 652	3 964 855
1 in 500	4 249 449	2 749 511	6 998 960
1 in 1000	5 488 554	3 968 776	9 457 330

5.5.3 Beraming van die werklike/potensiële skadekoers (w/p koers) vir Vereeniging se kommersiële sektore.

Lustig et al. (1986) het ook 'n werklike/potensiële skadekoers vir die kommersiële sektor in Australië opgestel. Vir hierdie koers is die reaksietyd as tien minute geneem. Voorbeelde van die w/p koers in Australië is 0,2 vir Lismore en 0,07 vir Forbes. Vir Lismore was werklike skade dus 20 persent van die potensiële skade. Omdat daar nie inligting oor Suid-Afrikaanse toestande is nie, is besluit om die Australiese inligting te gebruik. Vereeniging se residensiële w/p koers vergelyk met 'n minder voorbereide gemeenskap in Australië en daarom is besluit om ook 'n waarde van 0,68 wat 'n minder voorbereide kommersiële gemeenskap se w/p koers in Australië voorstel, te gebruik. Die waarde is verkry van 'n figuur (Figuur 4, bl. 66) wat deur Lustig et al. (1986) opgestel is. In Tabel 5.14 word die totale werklike skade wat aan die kommersiële sektor veroorsaak kan word, voorgestel.

Tabel 5.13 Totale potensiële en werklike skade aan die kommersiële sektor in die Vereenigingvloedvlakte, 1993

Frekwensie in jaar	Voorkomswaarskynlikheid	Potensiële skade (R)	Werklike skade (R)
1 in 200	0,005	3 065 336	2 084 429
1 in 500	0,002	11 386 430	7 742 772
1 in 1000	0,001	14 728 410	10 015 319

Uit Tabel 5.13 kan gesien word dat 'n vloed met 'n frekwensie van 1:200 se werklike skade ongeveer R2 000 000 is, terwyl die potensiële skade nagenoeg R3 000 000 is.

5.5.4 Die 1993 beraamde skade in vergelyking met die historiese skade van 1974

In navorsing wat deur Viljoen in 1979 voltooi is, is skade as gevolg van die 1974-oorstromings binne dorpe bereken. Skade binne dorpe is eers volgens funksionele gebruike geklassifiseer waarna dit in die geval van dorpe met relatiewe hoë vloedskaie (Jacobsdal, Ritchie, Prieska, Uington en Keimoes) per item weergegee en bespreek is. Volgens Viljoen was dit nie altyd moontlik om skade ten opsigte van besproeiingspersele van residensiële persele te onderskei nie, daarom is die skade in sodanige gevalle saam met die ooreenstemmende residensiële item in die skadetabel opgeneem.

Tabel 5.14 Vloedskaie (1974) in Uington munisipale gebied soos verskaf deur Viljoen (1979)

Skade op oorwegend residensiële persele (R)						
Terrein	Geboue	Voertuie ens.	Los toerusting	Voorraad	Oesskade	Lewende hawe
104 514	220 659	1 996	25 939	2 795	1 150	109

Om die beraamde skade van 1993 met 1974 se skade te vergelyk, is gebouskade in Tabel 5.14 as skade geneem. In die 1993-beraming is net skade aan die residensiële gebiede verreken. Skade aan voorraad, lotoerusting, terrein en voertuie is nie bereken nie, daarom word werklike skade van 1993 met net gebouskade in 1974 vergelyk.

Hierdie skade is met die volgende formule na 1993-waarde herlei:

$$HW = HiW \times (1 + GI)^t \dots\dots\dots(29)$$

HW = Huidige waarde (1993)

HiW = Historiese waarde (1974)

GI = Gemiddelde inflasiekoers vanaf 1974 tot 1993

t = Tyd in jare vanaf die tydperk van historiese waarde

Die gemiddelde inflasiekoers van 13,65 wat in die vergelyking gebruik is, is deur Van Zyl (1994) vasgestel. Die skade aan die geboue in 1974 van R220 659 is deur die vergelyking verhef na R2 509 233 vir 'n 1:20 jaar vloed in 1993. As die waarde met die beraamde werklike skade (deur Anuflood in 1993) van R2 054 127 (1:20 jaar vloed) vergelyk word, is daar 'n verskil van slegs R455 106 en vergelyk die beraming dus baie goed met historiese skade in 1974.

Dieselfde metode as in Upington is in Vereeniging toegepas. Volgens die data wat deur die Departement van Waterwese en Bosbou voorsien is, moet 1974 se vloedskade met die 1:50 jaar vloedskadeberaming (deur Anuflood in 1993) vergelyk word. Die skade in 1974 van

R242 716¹² is na R2 428 557 in 1993 waardes verhef. Daar is 'n verskil van R927 803 tussen die beraamde waarde (1993) van R1 500 694 en die historiese skade. Een verklaring vir die groot afwyking mag wees omdat Anuflood in Vereeniging die skade sonder gepaste data en met net een stel hidrologiese inligting bereken het.

5.6 BEPALING VAN INDUSTRIËLE SKADE IN VEREENIGING

Omdat daar so min industrieë in die vloedvlakte van Vereeniging is, is besluit om die skade berekeninge nie met Anuflood te doen nie, maar om dit met behulp van 'n rekenaarspreivel te beraam. Met die beraming van skade is daar gepoog om die vier stappe wat Kates (1965) voorgestel het, te volg. Die vloedvlakte is met die hulp van die Departement van Waterwese en Bosbou afgebaken. In 'n vooronderzoek is vasgestel watter industrieë wel in die vloedvlakte geleë is. Twee gebiede is geïdentifiseer (Kaart 2). In die een gebied is net een industrie onderhewig aan vloedgevaar en as gevolg van vertroulikheid word na Nywerheid 1 verwys. In die ander gebied word na Nywerheid 2 verwys.

5.6.1 Beraming van direkte potensiële industriële skade aan Nywerheid 1

Op Nywerheid 1 se perseel van 31,9 hektaar is drie aanlegte geïdentifiseer. Na 'n onderhoud met 'n bedryfsingenieur by Nywerheid 1 waarby 'n vraelys (Bylaag 1) voltooi is, is daar gepoog om die moontlike vloedskade aan Nywerheid 1 te beraam. In die eerste stap is bepaal met watter diepte die drie persele sou oorstroom (Tabel 5.15). Omdat die drie aanlegte op verskillende liggings in die perseel is, is die diepte van oorstrooming van die aanlegte van verskillende kontoerlyne verkry. Met die aanname dat vloedwater by Vereeniging 'n gelyke

¹² Vos, 1982:118 (Tabel 5.3)

oppervlak het, is die geboue se grondvloerhoogtes van die verskillende vloedfrekwensies se waterhoogte bo seespieël afgetrek om die diepte van oorstroming per aanleg te bepaal. Die aanleg se grondvloerhoogtes is deur middel van ortofotos bepaal. Deur die inligting wat deur die Departement van Waterwese en Bosbou verskaf is, is die hoogtes van die verskillende vloedfrekwensies verkry.

Tabel 5.15 Diepte van oorstroming van die verskillende aanlegte van Nywerheid 1 in Vereeniging

Vloedherhalingsperiode		Aanleg 1		Aanleg 2		Aanleg 3	
Frekwensie	Hoogte *	Hoogte **	Diepte ***	Hoogte **	Diepte ***	Hoogte **	Diepte ***
1 in 2	1420,5	-	-	-	-	-	-
1 in 5	1425	-	-	-	-	-	-
1 in 10	1426,5	-	-	-	-	-	-
1 in 20	1428	-	-	-	-	-	-
1 in 50	1429,5	1429,152	0,348	-	-	-	-
1 in 100	1430,5	1429,152	1,348	-	-	-	-
1 in 200	1432	1429,152	2,848	-	-	-	-
1 in 500	1433,5	1429,152	4,348	1432	1,348	-	-
1 in 1000	1435	1429,152	5,848	1432	2,848	-	-

* Meter bo seespieël

** Grondhoogte + vloerhoogte (meter bo seespieël)

*** Diepte van oorstroming, (vloerhoogte + hoogte bo seespieël) - vloedhoogte bo seespieël

Uit die tabel kan afgelei word dat 'n vloed wat 'n herhalingsperiode van 1:200 het, sal veroorsaak dat aanleg 1 met 2,8m oorstrom.

5.6.1.1 Direkte skade per aanleg

Direkte skade aan die verskillende eenhede (aanleg en toerusting, grondstowwe, voltooide goedere en struktuur) is vir die verskillende aanlegte bereken. Nadat die diepte van oorstroming bepaal is, is die data wat deur die vraelys ingesamel is, verwerk om die skade per aanleg te bereken. In Tabela 5.16 en 5.17 word skade aan aanleg 1 en 2 in terme van aanleg en toerusting, grondstowwe en onvoltooide goedere, voltooide goedere en struktuur aangegee.

Tabel 5.16 Totale potensiële skade aan Nywerheid 1, aanleg 1, 1993

Aanleg 1	Skade in Rand (miljoen)				
	Vloedfrekwensie in jaar				
	1 in 50	1 in 100	1 in 200	1 in 500	1 in 1000
Eenhede	1 in 50	1 in 100	1 in 200	1 in 500	1 in 1000
Aanleg en toerusting	0,0	21,0	36,75	56,0	56,0
Grondstowwe en onvoltooide goedere	0,0	0,294	0,49	0,49	0,49
Voltooide goedere	0,0	0,441	0,735	0,735	0,734
Struktuur	0,35	1,05	1,4	3,5	3,5
Totaal	0,35	22,785	39,375	60,725	60,725

Tabel 5.17 Totale potensiële skade aan Nywerheid 1, aanleg 2, 1993

Aanleg 2	Skade in Rand (miljoen)				
	Vloedfrekwensie in jaar				
Eenhede	1 in 50	1 in 100	1 in 200	1 in 500	1 in 1000
Aanleg en toerusting	0	0	0	21,000	36,750
Grondstowwe en onvoltooide goedere	0	0	0	0,294	0,490
Voltooide goedere	0	0	0	0,441	0,735
Struktuur	0	0	0	1,050	1,400
Totaal	0	0	0	22,785	39,375

Omdat daar gevind is dat daar geen skade aan aanleg 3 is nie, word aanleg 3 se tabel nie getoon nie. Om totale skade per vloedfrekwensie aan Nywerheid 1 te bepaal, is die drie aanlegte se skade gesommeer (Tabel 5.18).

Tabel 5.18 Totale direkte potensiële skade aan Nywerheid 1 (Vereeniging), 1993

Frekwensie in jare	Skade in Rand (miljoen)
1 in 50	0,350
1 in 100	22,785
1 in 200	39,375
1 in 500	83,510
1 in 1000	100,100

Uit die Tabel blyk dit dat 'n vloed met 'n frekwensie van 1:100 R23 miljoen direkte skade teen 1993-pryse sal veroorsaak.

5.6.2 Berekening van indirekte skade aan Nywerheid 1

Om die omvang van Nywerheid 1 se indirekte skadepotensiaal in perspektief te plaas, is dit nodig dat die volgende bespreking van Nywerheid 1 se markte verstaan word. Nywerheid 1 se mark bestaan uit 'n 70 persent hoë spesialiteitsmark en 30 persent gewone nasionale en internasionale markte. In die Suid-Afrikaanse mark is Nywerheid 1 se aandeel 50 persent. Nywerheid 1 kan 50 persent van sy nasionale en internasionale markaandeel verloor as 'n vloed die aanleg ontwig. Wat tot hierdie moontlike verkleining van die markte aanleiding gee, is dat die onderneming meer as ses maande na 'n vloed sal neem om weer in produksie te wees.

Alhoewel 'n tydperk van ses maande as periode van ontwigting gemeld is, was dit vir die bestuur moeilik omdat hulle geen vloedondervinding het nie, om werklik te bepaal hoe lank dit vir Nywerheid 1 sal neem om weer in produksie te wees. Volgens Parker et al. (1987) kan die tydperk van ontwigting vir 'n vervaardigingsaanleg wissel van een dag tot een jaar. 'n Opname wat Parker et al. gedoen het, toon dat die tyd wat 'n vervaardigingsaanleg uit produksie is, bepaal word deur die omvang van direkte skade. Hierdie periode is sterk gekorreleer met die totale waarde van die aanleg en toerusting. As die waarde van Nywerheid 1 se aanleg en toerusting van R200 miljoen in ag geneem word, behoort Nywerheid 1 vir 'n relatiewe lang periode buite aksie te wees. Om die indirekte skade te beraam, is besluit om skade vir verskillende tydperke van ontwigting te bereken.

Die metode om indirekte skade te bereken, is dieselfde as wat by die kommersiële afdeling gevolg is. Soos reeds genoem beveel Parker et al. (1987) aan dat verlies aan toegevoegde waarde as indirekte skade geneem word. Volgens Botha (1991) is toegevoegde waarde finale vraag minus invoere.

Nywerheid 1 is as 'n yster en staal nywerheid geklassifiseer. In die kategorie het toegevoegde waarde 60 persent van intermediêre insette uitgemaak¹³. Die waarde 0,60 is dan as toegevoegde waarde verhouding vir Nywerheid 1 geneem. Die omset van Nywerheid 1 is met 0,60 vermenigvuldig en die resultaat is weer op sy beurt met die periode van ontwrigting vermenigvuldig om indirekte skade aan Nywerheid 1 te bereken. In Tabel 5.19 word die indirekte skade in miljoen Rand vir die verskillende tydperk van ontwrigting aangegee.

Tabel 5.19 Beraamde indirekte skade van Nywerheid 1 vir verskillende periodes van ontwrigting, 1993

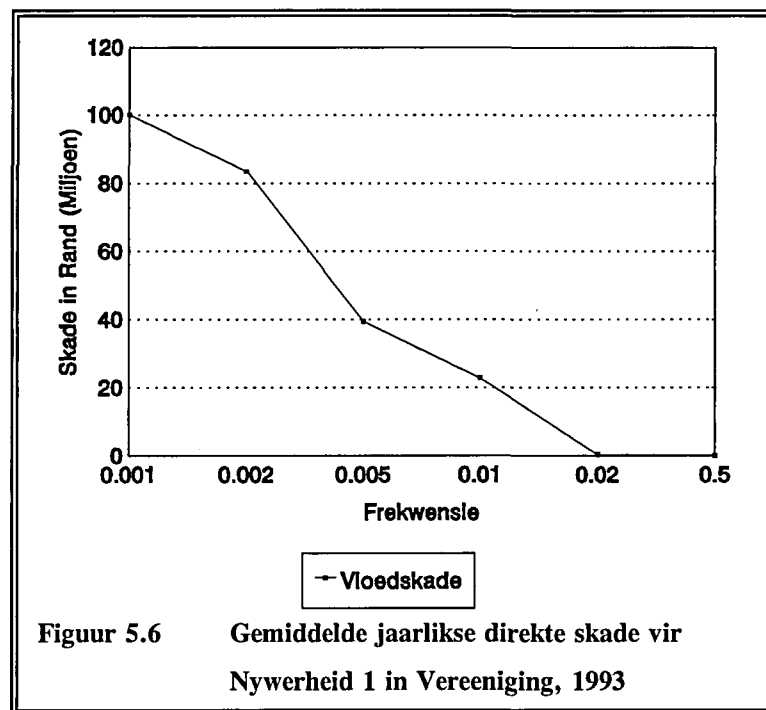
Periode van ontwrigting	Skade in Rand (miljoen)
Maande	
1	2,8
2	5,7
3	8,5
4	11,3
5	14,2
6	17,0
12	34,0

5.6.3 Gemiddelde jaarlikse skade

Om goeie keuses tussen alternatiewe strategieë vir vloedvlakte bestuur te maak, is dit nodig om die ekonomiese en sosiale invloede van elke keuse te vergelyk. Om die rede is dit nodig om die gemiddelde jaarlikse skade te beraam. Gemiddelde jaarlikse skade is die geweegde gemiddelde skade vir vloede van verskillende waarskynlikhede van voorkoms. In wiskundige

¹³ Persentasie toegevoegde waarde soos bereken uit Inset-Uitset tabel vir Landbou volgens Substreke, Departement van Streek en Grondsake, September 1992.

terme is dit die integraal van die skade (Smith en Handmer, 1986). Om die gemiddelde jaarlikse skade te beraam, word aanvaar dat vloede groter as die 1:20 jaar vloedskade sal veroorsaak. Omrede die oppervlakte onder die kurwe gelyk is aan die integraal van die kurwe (Figuur 5.6), word gemiddelde jaarlikse skade beraam deur die oppervlakte onder die kurwe te bereken. In Figuur 4.2 word totale skade teenoor waarskynlikheid van vloedvoorkoms voorgestel.



Die oppervlakte onder die kurwe is 0,653 miljoen, wat beteken dat die gemiddelde jaarlikse skade vir Nywerheid 1 R653 000 is.

5.6.4 Ander industrieë in die Vereeniging vloedvlakte

Twee ligte nywerhede is in die vloedvlakte van die 'n tak van die Vaalrivier, naamlik die Kliprivier geïdentifiseer. Daar is 'n vraelys by een van die nywerhede, voltooi.

Die aanleg is op presies dieselfde wyse as Nywerheid 1 hanteer en die resultaat van die verwerking word in Tabel 5.20 aangegee. Om 'n aanduiding te kry van die skade in die area word Nywerheid 2 se inligting met twee vermenigvuldig (Nywerheid 2 plus die ander nywerheid) om die ander aanleg waar daar nie 'n vraelys ingevul is nie ook in berekening te bring.

Tabel 5.20 Direkte potensiële skade aan ligte nywerhede in die vloedvlakte van die Kliprivier (Vereeniging), 1993

Frekwensie	Potensiële skade (R)	
	Nywerheid 2	Totale skade aan die area
1 in 2	0	0
1 in 5	0	0
1 in 10	257 500	515 000
1 in 20	757 500	1 515 000
1 in 50	1 007 500	2 015 000
1 in 100	1 007 500	2 015 000
1 in 200	1 007 500	2 015 000
1 in 500	1 007 500	2 015 000
1 in 1000	1 007 500	2 015 000

Dieselfde metode as in Nywerheid 1 se geval is gebruik om Nywerheid 2 se gemiddelde jaarlikse skade te beraam. Die beraamde gemiddelde jaarlikse skade vir Nywerheid 2 is R46 625 en dus vir die totale area R93 250.

5.7 SAMEVATTING

In die hoofstuk is gepoog om residensiële skade vir Upington en residensiële, kommersiële en industriële potensiële skade vir Vereeniging te voorspel. In Upington is van 3 stelle hidrologiese inligting gebruik gemaak. In die eerste geval was dit moontlik om 'n oppervlakte te pas deur gebruik te maak van kontoerlyne, hoogtepunte en dwarsnitte. Hierdie inligting is deur Anuflood gebruik om die skade te bereken. Die ander twee stelle hidrologiese inligting is van sogenaamde nie-gepaste data verkry. In die een geval is Upington in vier sones verdeel en aparte hidrologiese inligting is vir elke sone gebruik. Om die totale skade aan Upington residensiële sektor te bereken is die vier sones se skade gesommeer. In die ander geval is een sentrale dwarsnit se hidrologiese inligting gebruik om Upington se skade te bereken. Die laaste beraming van skade is baie laer as die eerste twee se beraming, wat moontlik toe geskryf kan word aan die groot verskil in vloedhoogtes van dieselfde vloedfrekwensie in Upington (Tabel 5.1).

In Vereeniging is net van nie-gepaste hidrologiese inligting gebruik gemaak. Die dorp kon ook nie in sones opgedeel word nie. Vir die residensiële en kommersiële sektore is potensiële skade na werklike skade verwerk. Daar is met industriële potensiële skade volstaan.

Daar moet 'n manier gevind word om hierdie skades wat in die hoofstuk beraam is, te verminder. In Hoofstuk 6 word kortliks na vloedskademaatreëls verwys en die invloed van dié maatreëls op die beraamde skade getoets.

HOOFSTUK 6

VLOEDSKADEVOORKOMING EN -BEHEERMAATREËLS

6.1 INLEIDING

In die vorige hoofstukke is vloedskadetipes geïdentifiseer, die beraming van vloedskade bespreek en vloedskade is vir die verskillende sektore bereken. Aangesien daar na 'n metode of 'n pakket van maatreëls om vloedskade te verminder gesoek word, moet die navorsing 'n stap verder gevoer word. In die volgende gedeelte van die studie word gepoog om vloedskadeverminderingsmaatreëls te identifiseer en die invloed vir die verskillende maatreëls te bepaal. Anuflood wat vroeër in hierdie studie gebruik is om vloedskade te beraam, kan ook aangewend word om vloedskadebeheer deur die toepassing van verskeie maatreëls te ondersoek. Die tipe voorkomings- en beheermaatreëls en die gebruik van Anuflood in die samestelling van 'n vloedbeheerpakket word vervolgens bespreek.

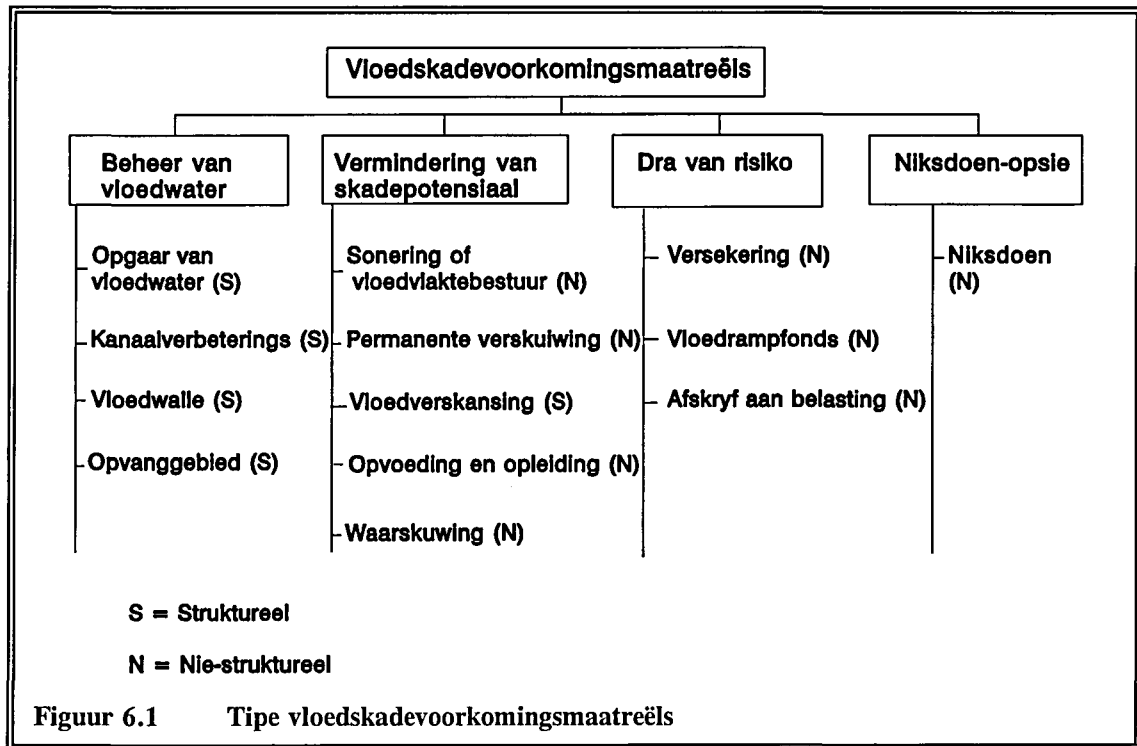
6.2 TIPE VLOEDSKADEBEHEERMAATREËLS

United Nations (1976a), identifiseer verandering in die vloedkaraktertrekke, verandering in vatbaarheid vir skade, aanpassing van verlieslas en die "niksdoen-opsie" as vier maatreëls wat toegepas kan word. Smith (1993) deel die moontlike maatreëls in strukturele, nie-strukturele en die niksdoen-opsie in. Die basiese verskil tussen strukturele en nie-strukturele maatreëls is dat strukturele maatreëls poog om die vloedwater te beheer, terwyl nie-strukturele aksies mense probeer beïnvloed (Smith 1993). Verder maak hul onderskeid tussen aksies wat deur die owerheid en individue verrig kan word. Aksies wat in die owerheidskategorie val, is die wat normaalweg groot kapitale investering benodig, die toepassing van regulasies en die administrasie van finansiële insintiewe.

Lind (1967) identifiseer verlies aan eiendom en inkome, dra van risiko, nie-tasbare verliese en geleentheidskoste as skadekategorieë. Vir dié kategorieë stel hy vyf tipe vloedskade-

voorkomingsmaatreëls voor, naamlik strukturele verandering van die rivieroewers, vloedversekering, vloedwaarskuwing en ontruiming, vloedverskansing en sonering van die vloedvlakte. Volgens Higgins en Robinson (1981) is daar drie benaderings wat vir die vermindering in vloedskade gevolg kan word. In die eerste plek kan strukturele maatreëls soos die bou van damme en walle vir die beheer van vloedwater aangewend word. Tweedens kan die skadepotensiaal van die vloedvlakte verminder word deur lae intensiteit gebruik van die area en ontwikkeling van die vloedvlakte so te laat geskied dat daar die minimum skadepotensiaal is. Hierdie benadering maak gebruik van strukturele maatreëls soos vloedverskansing sowel as nie-strukturele maatreëls wat sonering insluit. Die derde benadering is die dra van risiko wat van die vorige benaderings onderskei word deurdat dit ook 'n diens aan die samelewing in die vloedvlakte lewer. Die verskaf van inligting en opvoeding aan die publiek, daarstel van waarskuwingstelsels en voorsiening van vloedversekering is voorbeelde van die diens wat gelewer kan word.

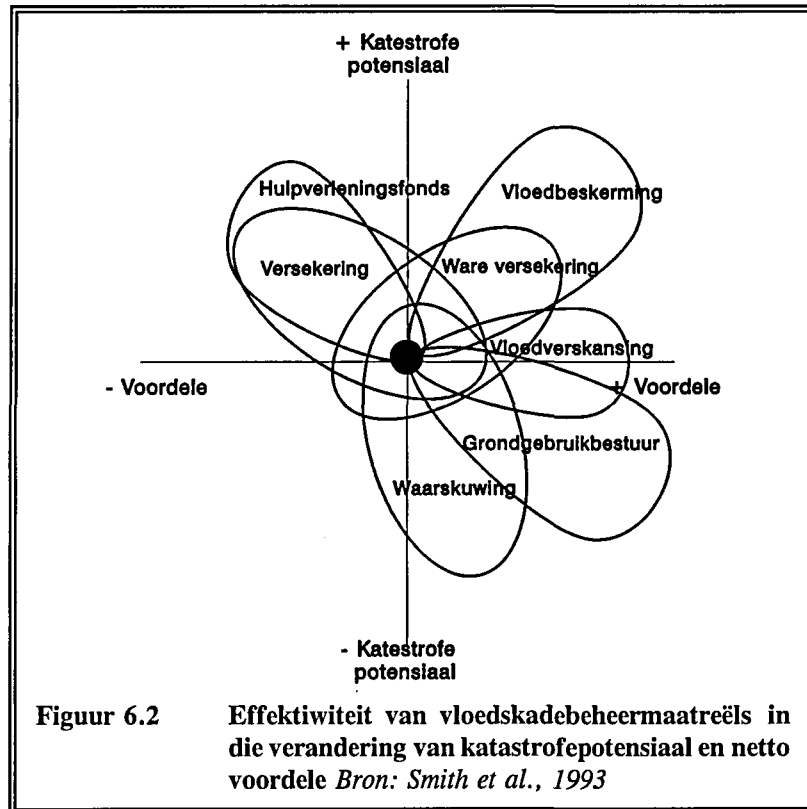
Uit die bogenoemde omskrywing van die tipe maatreëls kan vier hoof indelings afgelei word, naamlik beheer van vloedwater, vermindering in die vatbaarheid en potensiaal vir skade, dra van risiko en die niksdoen-opsie. Dit kan voorts in strukturele en/of nie-strukturele vloedskadevoorkomingsmaatreëls ingedeel word. In Figuur 6.1 word hierdie indelings grafies voorgestel.



Alhoewel dit nie meer breedvoerig bespreek word nie, word voordele wat deur vloedwaarskuwing veroorsaak kan word kortliks bespreek. Die voordele van vloedwaarskuwing kan gemeet word aan die verskil tussen werklike en potensiële skade. Tydens 'n konferensie in Kanada toon Smith 'n voorgestelde verhouding tussen werklike en potensiële skade in Australië aan. Die belangrike eienskappe vir die beplanning van vloedwaarskuwingsisteme word in hierdie studie uitgelig:

- die grootste potensiaal vir skadevermindering is gedurende die eerste 24 uur na vloedwaarskuwing;
- skadevermindering kan suksesvol wees as gebrek aan vloedondervinding met opvoeding vervang word, en
- die diagram kan gebruik word om die voordele van 'n verbeterde waarskuwingsstelsel te bepaal.

Al die genoemde maatreëls se impak kan saamgevat word in Figuur 6.2 wat deur White in 1975 (soos aangehaal deur Smith en Greenaway, 1993) ontwikkel is. Ter illustrasie van die interpretasie van die figuur word na 'n paar maatreëls in Figuur 6.2 verwys.



Omrede vloedbeskerming, wat vloedwalle insluit, skade van kleiner vloede verminder, het dit 'n positiewe effek op voordele. Die vermeerdering in intensiteit van ontwikkeling agter die vloedwalle, gevaar dat die wal sal meegee en die onegte gevoel van sekuriteit veroorsaak dat die potensiaal vir 'n katastrofe vergroot. Versekering het 'n gemengde gevolg: die katastrofe-potensiaal word verhoog deurdat die mense ontmoedig word om uit die vloedvlakte te trek. Hierdie negatiewe eksternaliteit kom voor wanneer die owerheid die versekering subsidieer. White maak onderskeid tussen versekering en ware versekering in die sin dat ware versekering se premies deur die geteisterde betaal word. Die voordele van hierdie maatreël is positief, maar daar is nog steeds 'n vermeerdering in katastrofepotensiaal. Die maatreël wat die meeste voorkeur geniet is grondgebruiksbestuur omdat die voordele

positief is en die potensiaal vir 'n katastrofe afneem.

6.3 DIE EVALUERING VAN VLOEDSKADEVERMINDERINGS- MAATREËLS IN DIE ONDERSOEKGEBIEDE

6.3.1 Upington residensiële sektor

In hierdie gedeelte word verskillende vloedskadeverminderingsmaatreëls in die residensiële sektor getoets. Eerstens word Upington ondersoek en vyf verskillende maatreëls, te wete vloedverskansing, vloedwalle, bouregulasies, vloedwaarskuwing en vloedversekering ondersoek.

Vloedverskansing word vir 0,5m, 1m en 2m gesimuleer. In Tabel 6.1 word die voordeel of vermindering in skade wat deur verskillende hoogtes van vloedverskansing veroorsaak word, getoon. 'n Verskansing van 1m kan die skade wat deur 'n vloed met frekwensie van 1:20 veroorsaak word, met nagenoeg R1 500 000 verminder.

Tabel 6.1 Die impak van vloedverskansing (R) as vloedskadeverminderingsmaatreël op die Upington residensiële sektor, 1993

Frekwensie in jaar	0,5m		1m		2m	
	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **
1 in 5	803 601	184 585	446 113	542 073	307 966	680 220
1 in 10	1 830 795	226 015	1 272 326	784 484	363 906	1 692 904
1 in 20	3 299 886	444 391	2 263 219	1 481 058	799 282	2 944 995
1 in 50	5 825 957	395 711	4 822 193	1 399 475	2 255 203	3 966 465
1 in 1000	10 457 100	56 870	10 072 430	441 540	9 143 747	1 370 223

* Residuele skade is skade wat plaasvind met verskansing

** Voordeel is die skadevermindering as gevolg van die vloedverskansing

In die Tabel 6.2 word vermindering in gemiddelde jaarlikse skade wat deur die oprigting van **vloedwalle** te weeg gebring kan word, uitgewys. Die vloedwalgrootte word in terme van die frekwensie vloed wat die wal uithou, geklassifiseer. In Tabel 6.2 word die effek van die walle op gemiddelde jaarlikse skade getoon. 'n Vloedwal wat 'n vloed met 'n frekwensie van 1:20 uithou, veroorsaak 'n vermindering van ongeveer R452 000 per jaar.

Tabel 6.2 Die impak van vloedwalle as vloedskadeverminderingsmaatreël op die Upington residensiële sektor, soos deur Anuflood bepaal, 1993

Frekwensie in jaar	Residuele skade (R)	Vermindering in skade (R)
1 in 5	359 976	280 997
1 in 10	273 767	367 206
1 in 20	188 783	452 190
1 in 50	99 325	541 648
1 in 1000	6 072	634 901

Deur van die "house clearing" opsie in Anuflood gebruik te maak, kan die keuse van **bouregulasies** getoets word. Die vraag kan gevra word: wat sou die skade gewees as daar 'n regulasie in Upington was dat geen huise onder die 1:20 jaar vloedlyn gebou mag word nie? As die huise tot en met die 1:20 jaar vloedlyn weggeneem word, is die gemiddelde jaarlikse skade R431 685. Dit is 'n vermindering in skade van R219 288 per jaar.

Met aanpassings aan die residensiële databank kan die verhoging in skadepotensiaal, wat veroorsaak word deur 'n beplande uitbreiding van 'n woonbuurt, bepaal word. In Tabel 6.3 word die gemiddelde jaarlikse skade vir Upington met tien addisionele huise gegee. Die tipe huise wat wissel van klas 4 tot klas 8, is hipotetiese huise wat verspreid geplaas is op gebiede met verskillende vloedvoorkomswaarskynlikhede.

Tabel 6.3 **Gemiddelde jaarlikse skade van Upington residensiële sektor met 10 hipotetiese huise, 1993**

Frekwensie in jaar	Skade sonder huise (R)	Skade met huis (R)
1 in 5	988 186	988 186
1 in 10	2 056 810	2 056 810
1 in 20	3 744 277	3 744 283
1 in 50	6 221 668	6 310 955
1 in 1000	10 513 970	11 199 860

Die huidige gemiddelde jaarlikse skade is R640 973 en met die 10 ekstra huise sal die skade R650 363 wees. Daar is 'n verskil van R9 390 wat toon dat die bou van 10 woonhuise in Upington nie 'n groot invloed sal hê op die skade potensiaal nie.

Upington se lang **waarskuwingstyd** van vier¹⁴ dae stel die noodinstansies en die bevolking van die vloedvlakte in staat om skade te verminder. Die effek van vloedwaarskuwing kan beter geïllustreer word in Vereeniging, met 'n kort waarskuwingstyd. Dit word in paragraaf 6.3.2 bespreek.

Met die inligting beskikbaar kan 'n riglyn gegee word vir die vasstelling van **vloedver-sekeringspremies**. Die gemiddelde jaarlikse potensiële skade kan gebruik word as basis vir premies. In Upington kan die totale jaarlikse premie-inkomste dus R640 973 (teen 1993-pryse) wees. Die probleem is om hierdie waarde tussen die bewoners van die vloedvlakte te verdeel. Dit is hier waar die verskil in risiko in ag geneem moet word. As daar aanvaar word dat al die inwoners van die vloedvlakte dieselfde risiko van oorstroming moet dra en dieselfde skadepotensiaal het, kan die R640 973 deur 221 (die aantal huiseienaars wat onderhewig is aan vloede) gedeel word. 'n Maandelikse premie van R242 kan gehef word. Die koste wat aan gegaan moet word om die versekering te verkoop (transaksiekoste) kan veroorsaak dat die premie te duur raak, maar as vir werklike skade in plaas van potensiële

¹⁴ Soos verskaf deur die Burgerlike Beskermingsdienste.

skade verseker word, kan 'n premie van R136,40 per maand gehef word. Hierdie voorbeeld berus op ooreenvoudigde aannames. Verskeie ander faktore moet verreken word om te besluit oor die uitvoerbaarheid van 'n versekeringskema.

6.3.2 Vereeniging residensiële sektor

Dieselfde maatreëls wat in Uppington getoets is, word ook in Vereeniging getoets.

Vloedverskansing word vir 0,5m, 1m en 2m gesimuleer. Die effek van verskansing word in Tabel 6.4 geïllustreer. Die oprigting van 'n 0,5m verskansing verminder die skade wat deur 1:100 vloed aangerig word met R372 000, terwyl 'n 2m verskansing die skade verminder met R638 721.

Tabel 6.4 Die impak van vloedverskansing (R) as vloedskade verminderingsmaatreël op die Vereeniging residensiële sektor, 1993

Frekwensie in jaar	0,5m		1m		2m	
	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **
1 in 20	266 888	0	266 888	0	0	266 888
1 in 100	2 289 917	371 834	2 289 917	371 834	2 023 030	638 721
1 in 200	4 362 507	191 395	4 362 507	191 395	2 466 357	2 087 545
1 in 500	7 569 354	426 388	7 267 719	728 023	5 156 926	2 838 816
1 in 1000	10 652 250	92 520	10 388 760	356 010	8 632 932	2 111 838

* Residuele skade is skade wat plaasvind met verskansing

** Voordeel is die skadevermindering as gevolg van die vloedverskansing

Dieselfde benadering wat in Uppington gevolg is, word ook in Vereeniging (Tabel 6.5) gevolg. 'n **Vloedwal** wat 'n vloed met 'n frekwensie van 1:200 jaar uithou, veroorsaak 'n vermindering van nagenoeg R77 000 per jaar. Dit is 62 persent van die totale gemiddelde jaarlikse skade.

Tabel 6.5 Die impak van vloedwalle as vloedskadeverminderingsmaatreël op die Vereeniging residensiële sektor, 1993

Frekwensie in jaar	Residuele gemiddelde jaarlikse skade (R)	Vermindering in skade (R)
1 in 20	117 296	6 672
1 in 50	87 036	36 932
1 in 100	64 974	58 994
1 in 200	46 935	77 033
1 in 500	28 111	95 857
1 in 1000	10 745	113 223

Die 1:50 jaar vloedlyn wat gekoppel word aan die 1974-vloed word as vloedlyn getoets om invloed van **bouregulasies** te evalueer. Skadepotensiaal kan met R45 685 per jaar verminder as ontwikkeling tot bo die 1:50 vloedlyn beperk was.

Deur die werklike/potensiële skadekoersvergelyking te gebruik, kan die effek van die vermeerdering in effektiewe **waarskuwingstyd** van 12 uur na byvoorbeeld 20 uur getoets word. Met 'n waarskuwing van 12 uur is die werklike skade vir 'n vloed van 1:50 jaar R1 500 000, met 'n waarskuwingstyd van 14 uur R1 495 000 en met 20 uur R1 463 000. Die gemiddelde jaarlikse skade met 'n waarskuwingstyd van 12 uur (werklike skade) is R107 616 en met 'n waarskuwingstyd van 20 uur is dit R105 121. 'n Besparing dus van R2 495 per jaar.

Alhoewel die besparing so gering is, kan daar tog na moontlike maniere om die verskuwingstyd te verleng, gekyk word. Hierdie vermeerdering in effektiewe waarskuwingstyd kan bewerkstellig word deur opvoeding van inwoners en inoefening van die nooddienste. Die belangrikheid van opvoeding kan nie oorbeklemtoon word nie, veral as na die Vereeniging situasie gekyk word. Uit die 98 vraelyste wat voltooi is, het geblyk dat nie een huishouding geweet het wat die wyse van waarskuwing in Vereeniging is nie. Twee en sestig persent het nie geweet met watter metode hulle gewaarsku sal word nie en 38 persent

het die verkeerde antwoord gegee. In Smith (1993) se aanbieding oor stedelike vloedskadeberaming beveel hy aan dat 'n verskeie bronne vir vloedwaarskuwing nodig is. Die beste metode is om van deur tot deur die boodskap oor te dra (dié metode word wel deur Vereniging se Burgerlike Beskerming gebruik). Verder moet alle bronne van waarskuwing dieselfde boodskap versprei.

6.3.3 Kommersiële vloedskadevoorkomingsmaatreëls (Vereniging)

In hierdie gedeelte word vloedskadeverminderingsmaatreëls in die Vereniging kommersiële sektor bespreek. Alhoewel die skade aan die kommersiële sektor eers met seldsame vloede sal voorkom, word die verskillende vloedskadeverminderingsmaatreëls tog deur Anuflood getoets.

Die eerste maatreël wat deur Anuflood getoets word, is **vloedverskansing**. Soos reeds genoem, is vloedverskansing die oprigting van strukture voor openinge soos deure en vensters. Vloedverskansing van onderskeidelik 0,5 m, 1 m en 2 m is vir die kommersiële aktiwiteite "opgerig". Tabel 6.6 is die resultaat van die oefening.

Tabel 6.6 Impak van vloedverskansing (R) op die Pick 'n Pay sentrum in die Three Rivers woonbuurt, 1993

Frekwensie in jaar	0,5m		1m		2m	
	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **
1 in 200	3 065 336	0	0	3 065 336	0	3 065 336
1 in 500	10 615 130	0	10 615 130	0	10 615 130	0
1 in 1000	12 093 770	0	12 093 770	0	12 093 770	0

* Residuele skade is skade wat plaasvind met verskansing

** Voordeel is die skadevermindering as gevolg van die vloedverskansing

0 = Geen voordeel word uit vloedverskansing behaal

Daar kan van Tabel 6.6 afgelei word dat vloedverskansing van 1 en 2 meter slegs vir die 1:200 jaar vloed sal help. Met vloede met 'n groter frekwensie as 1:200, het vloedverskansing geen invloed nie. Die 0,5m verskansing is onvoldoende vir 1:200 jaar vloed.

In Tabel 6.7 word die impak van vloedverskaning vir ondernemings wat in die sentrale sake gebied geleë is, uitgewys.

Tabel 6.7 **Impak van vloedverskansing (R) vir ondernemings wat in die sentrale sakegebied van Vereniging oorstrom, 1993**

Frekwensie in jaar	0,5m		1m		2m	
	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **	Residuele skade *	Voordeel **
1 in 500	771 302	0	0	771 302	0	771 302
1 in 1000	2 634 634	0	2 634 634	0	2 634 634	0

* *Residuele skade is skade wat plaasvind met verskansing*

** *Voordeel is die skadevermindering as gevolg van die vloedverskansing*

0 = *Geen voordeel word uit vloedverskansing behaal*

Vloedverskansing van 1 en 2 meter behoort vloedwater tot en met die 1:500 jaar vloed uit ondernemings in die sentrale sakegebied van Vereniging te hou.

In Tabel 6.8 word die impak van vloedverskansing op die gemiddelde jaarlikse skade van die kommersiële sektor in Vereniging opgesom. Dit is byvoorbeeld duidelik dat vloedverskansing van 1m gemiddelde jaarlikse skade vir die winkelsentrum in Three Rivers van R46 428 verminder tot ongeveer R34 233 ('n vermindering van nagenoeg R12 000 per jaar).

Tabel 6.8 Die impak van vloedverskansing (R) as vloedskadeverminderingsmaatreël op die gemiddelde jaarlikse skade van Vereeniging se kommersiële sektor, 1993

Besighede	Gemiddelde jaarlikse skade			
	Sonder vloedverskansing	0,5m vloedverskansing	1m vloedverskansing	2m vloedverskansing
Three Rivers	46 428	41 871	34 233	20 574
Sentrale sake gebied	4 570	4 316	3 825	2 684
Peacehaven	581	557	512	378

Nog 'n maatreël wat skade kan voorkom, is die oprigting **vloedwalle** om die besigheid-sentrums. Anuflood kan egter nie die maatreël toets nie, maar as daar aanvaar word dat 'n vloedwal van 1m die eiendomme in der waarheid met een meter lig dan kan Anuflood die maatreël evalueer. 'n Opsie wat al die eiendom op 'n hoër vlak plaas kan gesimuleer word, soos wat in Tabel 6.9 en Tabel 6.10 gedoen is. Dit moet ingedagte gehou word dat die gevolg van oorstroming van hierdie walle nie in aanmerking geneem word nie.

Tabel 6.9 Die effek van vloedwalle op skade (R) aan kommersiële besigheidsentra (Three Rivers), 1993

Frekwensie in jaar	Skade sonder wal	Skade (wal van 0,5m)	Skade (wal van 1m)
1 in 200	3 065 336	0	0
1 in 500	10 615 130	7 235 848	6 032 499
1 in 1000	12 093 770	12 093 770	12 093 770

0 = Geen voordeel word uit vloedwalle behaal

Tabel 6.10 Die effek van vloedwalle op skade (R) aan kommersiële besigheidsentra (Sentrale sake gebied), 1993

Frekwensie in jaar	Skade sonder wal	Skade (wal van 0,5m)	Skade (wal van 1m)
1 in 200	0	0	0
1 in 500	711 302	0	0
1 in 1000	2 634 634	2 634 634	2 634 634

0 = Geen voordeel word uit vloedwalle behaal

In die geval by die winkelsentrum in Three Rivers het walle van 1 en 0,5m geen impak op 'n vloed met 'n frekwensie van 1:1000 nie.

Alhoewel die besigheidsentra relatief ver van die Vaalrivier geleë is, speel **vloedwaarskuwing** 'n groot rol. Veral omdat die eienaars van die besighede nie vloedondervinding het nie, is opleiding en opvoeding baie belangrik. Hierdie opleiding kan begin word deur kaarte van die vloedgevaar aan die ondernemings beskikbaar te stel. Die effek van die vermeerdering in effektiewe waarskuwingstyd van 12 uur na 20 uur word in Tabel 6.11 getoon. Tabel 6.11 is bereken deur dieselfde benadering wat in die hoofstuk gevolg is om die werklike kommersiële skade te bereken, toe te pas. Die waarskuwingstyd is net aangepas.

Tabel 6.11 Die effek van vermeerdering in waarskuwingstyd (R) van 12 uur na 20 uur op kommersiële skade in Vereeniging, 1993

Frekwensie in jaar	Potensiële skade	Werklike skade (waarskuwings-tyd van 12 uur)	Skade met waarskuwings tyd van 20 uur	Vermindering in werklike skade met 20 uur waarskuwingstyd
1 in 200	3 065 336	2 084 429	1 900 508	183 921
1 in 500	11 386 430	7 742 277	7 059 587	682 690
1 in 1000	14 728 410	10 015 319	9 131 614	883 705

6.3.4 Industriële vloedskadevoorkomingsmaatreëls (Vereeniging)

Alhoewel ontruiming normaalweg die doeltreffendste maatreël is om skade te verminder, is dit in Nyweheid 1 se geval nie so 'n goeie maatreël nie. Volgens Van Vuuren (1993) kan Nyweheid 1 drie persent van sy aanlegwaarde, toerusting, grondstowwe en klaarvervaardigde produkte in drie dae verwyder. Indien die maatskappy 'n vloedwaarskuwing kry en daar word besluit dat die klaarprodukte verwyder moet word, sal dit teen 20 ton per 45 uur

gedoen kan word. Nywerheid 1 kan 90 ton vervaardigde produkte per week lewer as dit teen 100 persent kapasiteit funksioneer. Op die oomblik (1993) produseer hulle teen 65 persent kapasiteit. Die produksie lewering is dus $0,65 \times 90 = 58,5$ ton. As daar dus 'n week se klaarprodukte in die aanleg is, sal dit in 5,5 dae verwyder kan word. Met Vereniging se waarskuwingstyd van 12 uur sal Nywerheid 1 nie veel van sy produkte kan verwyder nie.

Die feit dat die spoorlyne, waarvan Nywerheid 1 van vervoer afhanklik is, op tydskedules funksioneer, mag daar net van sekere tye van die trein as vervoermiddel gebruik gemaak word. Ten tye van 'n vloedwaarskuwing sal daar eers reëlins getref moet word oor die gebruik van die spoorlyn. Dit sal ontruiming verder vertraag. Ontruiming sal in die volgende volgorde plaasvind:

- klaarprodukte en voertuie;
- halfklaarprodukte;
- grondstowwe;
- masjinerie, en
- lotoerusting.

Daar sal nie addisionele arbeid nodig wees vir opruiming na 'n vloed nie. Deskundige arbeid sal egter nodig wees om die suurbaddens weer reg in te stel (daar moet onder andere gekyk word na die suurgehalte in die baddens). Die koste hieraan verbonde beloop R280 000 (1993) [$35\,000 \times 4 \times 2$ (4 meulens en 2 baddens)] per meule. Op die oomblik (1993) word geen voorsiening vir 'n vloed gemaak nie. Daar is wel gedurende die 1974-vloed sandsakke gepak en na die vloed is van die toerusting wat wel gelig kon word met 800 mm gelig.

Terwyl die Owerheid geen hulp gedurende 'n wolkbreuk in 1984 gegee het nie, het versekeringsmaatskappye groot uitbetalings gedoen. Verdere versekering is toegestaan onder

sekere vereistes. Van hierdie vereistes is dat die droë spruit wat deur die aanleg loop elke drie maande deur die versekeringsmaatskappy besoek word om seker te maak dat die spruit vry is van enige obstruksie. 'n Mate van suurbesodeling sal plaasvind as die aanleg oorstroom. Suur van die suurbaddens en die smeermiddels sal in die stroom beland.

As daar na bogenoemde gedeeltes gekyk word, mag strukturele vloedskadeverminderingsmaatreëls moontlik die beste aksies wees om te onderneem. Twee strukturele maatreëls wat oorweeg kan word, is vloedverskansing of die bou van vloedwalle. Met die oprigting van 1m vloedverskansing of die bou van 1m vloedwal kan die gemiddelde jaarlikse skade verminder word van R653 000 na R338 000. Dit is 'n vermindering van R315 000 per jaar. Hierdie vloedverskansing kan byvoorbeeld in die vorm van staalplate wees wat alle ingange na die geboue teen vloedwater afseël.

6.4 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is gepoog om moontlike vloedskadebeheermaatreëls uit literatuurstudie te identifiseer. Die moontlike maatreëls wissel van die oprigting van vloeddamme en vloedwalle tot die niks-doen opsie. Daar is verder aangetoon hoe Anuflood gebruik kan word om van die maatreëls te toets. Voordele, soos die vermindering in skade, is deur middel van die rekenaarprogram bepaal vir die oprigting van vloedverskansing, vloedwalle, bouregulasies, vloedwaarskuwing en vloedversekering.

HOOFSTUK 7

SAMEVATTING EN EVALUERING

7.1 SAMEVATTING VAN DIE NAVORSING

In hierdie gedeelte word 'n kort samevatting van die studie gegee. As inleiding tot die studie is die oorsaak van vloede kortliks bespreek. Uit hierdie bespreking was dit duidelik dat vloede verskeie oorsake het. Die mees algemene oorsaak vir vloede in Suid-Afrika is reënval. Dit was dus nodig om reënval as oorsaak van vloede verder te ontleed.

Die voorkoms van vloede opsigself veroorsaak nie skade nie. Ontwikkeling deur die mens moet teenwoordig wees om skade vir die mens tot gevolg te hê. Die ontwikkeling deur die mens in veral twee gebiede kan 'n invloed op vloede hê. In die eerste plek kan ontwikkeling in die opvanggebied veroorsaak dat die vloed se intensiteit vergroot word. Hierdie vergroting word weerspieël deur afvloeiwatervatting wat meer is, verhoogde vloeisnelheid en die vergroting van rivierkanale. Ontwikkeling in die vloedvlakte veroorsaak op sy beurt dat skadepotensiaal styg, diepte van vloedwater vermeerder, vloeisnelheid verhoog en rigting van die water verander word. Ontwikkeling kan verstedeliking en landbou-ontwikkeling insluit.

Verskillende vloedskadetipes is geïdentifiseer. Skade wissel van tasbare (skade waaraan 'n geldwaarde geheg kan word) na nie-tasbare skade. Tasbare skade kan in primêre en sekondêre skade opgedeel word. Voorbeelde van nie-tasbare skade is angs, ongerief en lewensverlies. Primêre skade word op sy beurt in direkte (wanneer eiendom direk met vloedwater in aanraking kom) en indirekte skade ingedeel. Indirekte skade ontstaan as gevolg van die ontwrigting wat deur vloede veroorsaak word. Sekondêre skade word deur mense buite die vloedvlakte gely.

Die identifisering van verskillende tipes skade is nie genoeg nie. Om beheer toe te pas moet

die omvang en gevolge van die vloede bekend wees. Dit is dus nodig dat vloedskade bepaal moet word. Twee benaderings vir die beraming van vloedskade, naamlik die beraming van historiese vloedskade en voorspelling van toekomstige vloedskade, bestaan. By eersgenoemde word skade van vloede wat reeds plaasgevind het bereken en in die tweede geval word skade in die afwesigheid van vloede beraam. In altwee gevalle kan van vloedskadefunksies gebruik gemaak word waar vloedskadefunksies die verwantskap tussen vloedkaraktertrekke soos diepte van oorstroming en die skade daardeur aangerig, aantoon.

Verskeie maatreëls en strategieë kan toegepas word om skade te verminder. In die navorsing is vier strategieë, naamlik beheer van vloedwater, vermindering in die vatbaarheid en potensiaal vir skade, dra van risiko en die niksdoen-opsie bespreek. Ten opsigte van elk is tussen strukturele en/of nie-strukturele vloedskadevoorkomingsmaatreëls onderskei.

Die beheer van vloedwater kan deur middel van opgaar van vloedwater, kanaalverbetering, oprig van vloedwalle en die bewaring van die opvanggebied bewerkstellig word. Vermindering van skadepotensiaal kan op sy beurt deur vloedvlakbestuur, permanente verskuiwing, vloedverskansing, opvoeding en opleiding van mense en vloedwaarskuwing verkry word. Dra van risiko word weer weerspieël in maatreëls soos vloedversekering, vloeddrampfonds en afskryf van belasting. Die niksdoen-opsie spreek vanself.

7.2 DIE EVALUERING VAN ANUFLOOD VIR DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE EN DIE BEPALING VAN VLOEDSKADEBEHEER-MAATREËLS

7.2.1 Operasionalisering van Anuflood

Soos reeds voorheen in die verslag genoem is, benodig Anuflood drie insette. Hierdie insette is grondgebruiksinligting wat die ligging en koördinate van alle grondgebruike insluit, hidrologiese inligting wat die frekwensie en vloedhoogte insluit en vloedskadefunksies vir

die verskillende grondgebruike.

Om Anuflood vir enige nuwe gebied aan te pas, moet data ingesamel word ten opsigte van die drie insette. Vir die insameling van grondgebruiksdata word die studiegebied fisies bestudeer en die inligting in tabelvorm (op "mapping" kaarte) opgestel. Die grondgebruiksdata word vanaf die sogenaamde "mapping" kaarte na 'n Dbasedatalêer oorgedra. Die datalêer se formaat stem ooreen met die voorgeskrewe Anuflood formaat en word as 'n ASCII-lêer in Anuflood gestoor. Dit is dus relatief eenvoudig om die grondgebruiksdata bruikbaar vir Anuflood te maak.

Soos in Hoofstuk 5 aangetoon, is die kwaliteit van hidrologiese inligting baie belangrik. Anuflood kan met drie tipes hidrologiese inligting werk. Eerstens kan met inligting wat deur 'n passing van hidrologiese data verkry is, gewerk word, terwyl in die laaste twee gevalle van nie-gepaste data gebruik gemaak word. In die een geval word een stel vloedlyne vir die beramings gebruik en in die ander geval word die gebied in sones opgedeel.

Daar bestaan verskeie tegnieke om vloedskadefunksies op te stel. In hierdie studie word van sekere tegnieke gebruik gemaak, terwyl ander navorsers ander tegnieke gebruik het. Dit is belangrik dat hierdie inligting so betroubaar as moontlik sal wees.

Die stoor van vloedskadefunksies en hidrologiese inligting is meer problematies as grondgebruiksdata. Die lêers is deur middel van die "PC tools-editor" vir die gebruik deur Anuflood opgestel. Probleme is ondervind om die twee lêers in Anuflood in so 'n formaat, dat dit gebruik kan word, te stoor. Die invoer- en stoorproses kan vergemaklik word deur 'n vooropgestelde lêer te skep wat aan Anuflood se vereiste formaat voldoen en dan as 'n ASCII-lêer gestoor word. So 'n program behoort 'n standaard deel van Anuflood te vorm.

Vir 'n persoon wat die eerste keer Anuflood gebruik, kan die handleiding as onvoldoende voorkom. Die handleiding moet aandagtig deurgewerk word voor Anuflood met vertroue gebruik kan word.

7.2.2 Die beraming van skade

Die verduideliking van die stappe wat gevolg moet word om die skade te beraam, word eenvoudig en maklik toepasbaar in die handleiding aangebied. Wat die gebruik vergemaklik het, was dat demonstrasiedata deel van die pakket vorm. Hierdie data is gebruik om te "oefen" voor daar met die werklike inligting gewerk is.

Die probleme met die storing van inligting is tydens die navorsing oorkom en die gebruik van Anuflood-opsies om skade te beraam is relatief eenvoudig. As die insette op die regte wyse gestoor is, kan skade sonder moeite bereken word.

Die feit dat Anuflood skade kan bereken sonder dat gepaste data gebruik word, kan as 'n voordeel gesien word omdat hoë kwaliteit hidrologiese data nie altyd beskikbaar is nie. Die nadeel is egter dat akkuraatheid ingeboet word. Die relatief groot verskil tussen die gepaste¹⁵ en nie-gepaste data se skadeberaming in Uppington kan as bewys vir hierdie stelling dien. As daar met ongepaste data gewerk word, moet besef word dat die berekeninge minder akkuraat kan wees, maar dat dit tog nog as aanduiding vir skadeberaming en die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls gebruik kan word.

Die resultate word op 'n maklike verstaanbare wyse vir die gebruiker voorgestel. Die gemiddelde jaarlikse skade en die skade per vloedhoogte word op die skerm getoon, maar die inligting kan egter ook op lêer gestoor word, wat later uitgedruk kan word.

Visuele voorstelling van resultate kan ook deur Anuflood behartig word. Die voorstelling is egter baie eenvoudig (Bylae 4) as dit vergelyk word met byvoorbeeld die visuele voorstelling van 'n Geografiese Inligting Stelsel. Die manier van voorstelling skep voorts 'n probleem met identifisering van die ligging van grondgebruike op die kaart. Dit bemoeilik interpretasie van ruimtelike data.

¹⁵ Inligting wat van die passing van hidrologiese data verkry is.

7.2.3 Evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls

Die handleiding gee voldoende riglyne vir die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls. In die evaluering van residensiële vloedskadevermindering deur Anuflood is daar vier moontlike maatreëls, naamlik vloedwalkonstruksie, vloedverskansing, die ophig van huise en verwydering van wooneenhede uit die vloedgebied. Die ophig van woonhuise as vloedskadeverminderingsmaatreël is nie in Suid-Afrika toepasbaar nie, aangesien die konstruksiemetodes en boumateriaal wat in Suid-Afrika gebruik word oorwegend so is dat ophigting nie moontlik is nie. Die ander drie maatreëls is in die studie getoets. Maatreëls soos die bou van damme, verandering in waarskuwingstyd en grondgebruiksveranderinge kan nie direk met die program (Anuflood) getoets word nie. Om hierdie maatreëls te toets moet die insetdata verander word. 'n Aanbeveling is om die maatreëls wat die program direk kan toets, uit te brei.

Die verskillende menu-opsies van die rekenaarprogram wat gebruik word om die vloedskadeverminderingsmaatreëls te toets, kan maklik gebruik word. Die resultate van die maatreëls kan ook visueel voorgestel word. Hierdie voorstelling is egter nie maklik verstaanbaar nie.

Die doel van Anuflood is om vloedskades vinnig en akkuraat te beraam. Verder kan die program aangewend word om 'n pakket van vloedskadebeheermaatreëls saam te stel. Alhoewel dit nie in hierdie studie gedoen is nie, word na moontlike maatreëls verwys. Die effektiëste maatreëls vir die residensiële sektor verskil van die van kommersiële en industriële sektore. Aangesien die waarskuwingstyd aansienlik verskil, sal die verskillende maatreëls vir Upington en Vereeniging residensiële sektore ook verskil. Die effek van vloedwaarskuwing en dus ontruiming is groter in Upington (as gevolg van die lang waarskuwingstyd) as in Vereeniging. 'n Meer effektiewe pakket in Vereeniging is om vloedwaarskuwing met vloedverskansing te koppel.

Omdat die kommersiële sektor geen vloedondervinding het nie, kan opvoeding as 'n beginpunt in Vereeniging geneem word. Verder sal die oprigting van vloedverskansing skade in 'n groot mate verminder. Vir Nywerheid 1 sal die oprigting van vloedwalle en/of vloedverskansing die beste oplossing wees omdat ontruiming so 'n lang tyd duur en nie prakties uitvoerbaar is nie.

7.3 DIE TOETS VAN HIPOTEESES

In die begin van die verslag is die hipoteses uiteengesit. Die oorhoofse hipotese is dat dit moontlik sal wees om 'n rekenaarmodel daar te stel waarmee vloedskades in die afwesigheid van vloede beraam kan word en waarmee vloedskadebeheermaatreëls ge-evalueer en vir ekonomiese uitvoerbaarheid getoets kan word. Hierdie hipotese is dan wel in die studie bereik. In Hoofstuk 5 is onderskeidelik potensiële skade in die ondersoekgebiede beraam en in Hoofstuk 6 is moontlike vloedskadebeheermaatreëls getoets.

Soos op Bladsy 17 word die hoof hipotese verder in drie spesifieke hipoteses ingedeel. Uit die studie is dat al drie hierdie spesifieke hipoteses bereik is. Anuflood, 'n buitelandse rekenaarprogram, is vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas en is gebruik om vloedskade suksesvol te beraam en om moontlike vloedskade beheermaatreëls te evalueer. Die model kan met vrug in Suid-Afrika gebruik word.

7.4 AFSLUITING

In hierdie studie is gepoog om 'n rekenaarmodel daar te stel wat gebruik kan word vir die beraming van skade en die evaluering van verskillende vloedskadeverminderingsaksies. Alhoewel dit nie die studie se doel was om vloedskadebeheermaatreëls daar te stel nie, is gepoog om 'n paar voor te stel. Verdere studies kan handel oor die samestelling van 'n optimale pakket van vloedbeheermaatreëls vir die onderskeie sektore. Die vloedskade-funksies wat in Upington en Vereeniging ontwikkel is, moet aangepas word voordat dit in

ander dele van die land gebruik kan word. As daar nasionale inligting oor die drie insette van Anuflood bestaan kan Anuflood regoor Suid-Afrika gebruik word.

In die navorsing is getoon dat 'n rekenaarprogram soos Anuflood met vertroue in Suid-Afrika gebruik kan word. Die sukses van die pakket kan vergroot word as dit deur ander persone of instansies as die navorser gebruik word. Dit is dus belangrik dat die gebruik van so pakket bemark word.

Die studie word afgesluit deur te verwys na 'n stelling van Gilbert White:

"Floods are 'an act of God', but flood losses are largely acts of men".

As die stelling as uitgangspunt gebruik word, is die beste beheermaatreëls moontlik om die handelinge van die mens en nie die van God te verander nie.

BRONNELYS

ALEXANDER, W.J.R. 1993. *Flood risk reduction measures*. Pretoria: University of Pretoria, Department of Civil Engineering.

AUSTRALIA. DEPARTMENT OF RESOURCES AND ENERGY. 1985. *Guidelines for floodplain management in Australia*. Canberra: Australian Government Publishing Service. (Water Management Series no. 6).

BAKER, V.R., KOCHER, R.C. AND PATTON, P.C. 1988. *Flood geomorphology*. New York: John Wiley & Son.

BAKER, J.R., JENNINGS, D.E., MILLER, A.C., PARSONS, J.S., RESH, V.H. AND WHITE, D.S. 1973. *A Detailed investigation of the sociological, economic, and ecological aspects of proposed reservoir sites in the Salt River Basin of Kentucky*. Lexington: University of Kentucky, Water Resources Research Institute.

BASSON, M.S. 1978. *Flood forecasting for reservoir operation by deterministic hydrological modelling*. [S.l.]: Hydrological Research Unit. (Report no.1/78).

BOTHA, S.J. 1991. *Die direkte en indirekte ekonomiese gevolge van waterbeperkings vir gebruikers van Vaalrivierwater oor die tydperk 1983 tot 1987*. M.Com.-verhandeling, Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

BURDGE, R.J. AND LUDTKE, R.L. 1970. *Factors affecting relocation in response to reservoir development*. Lexington: University of Kentucky, Water Resources Research Institute.

CHUNNETT, FOURIE EN VENNOTE. 1993. *Vloedlynberaming in die Oranjeriviervallei, 44km valleigedeelte vanaf die Manie Conradiebrug by Kanoneiland stroomop tot by die Gifkloofstudam 17km stroomop van Upington.* Pretoria: Chunnett, Fourie en Vennote.

COFFEY, W.J. 1981. *Geography: towards a general spatial systems approach.* London: Methuen.

COWLARD, K.A. 1990. *Decision-making in geography: A manual of method and practices.* London: Hodder & Stoughton.

DAVIS, D.W. 1973. *Computer models for rainfall-runoff and river hydraulic analysis.* [S.l]: U.S. Army, Corps of Engineers. The Hydrologic Engineering Center.

DAVIS, D.W. 1975. *Urban storm water runoff: "Storm".* [S.l.]: U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, (Generalized Computer Program, Computer Program 723-S8-L2520).

DEPARTEMENT VAN STREEK- EN GRONDSAKE. 1992. *Inset-Uitsettabel vir Landbou volgens Substreke.* Pretoria: Departement van Streek- en Grondsake.

DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. [S.a] *Guidelines for flood loss prevention and management in developing countries.* Pretoria: The Government Printer (Natural Resources/ Water Series no.5).

DE VILLIERS, G. du T. 1991. Problems and challenges of urban water resources development. *Water Resources Development.* 7(1): 16-20.

DE VILLIERS, G. du T. 1993. Rural rivers and the impact of rural development on rivers and water supply. *Geography Research Forum*. 13(1993): 96-108.

DE VILLIERS, G. du T. AND MAHARAJ, R. 1994. Human perceptions and responses to floods with specific reference to the 1987 Flood in the Mdloti River near Durban, South Africa. *Water SA*. 20(1): 9.

DOUGLAS, J.L. 1967. Economic analysis of alternative flood control measures. *Water Resources Research*. 3(2): 333

DU PLESSIS, D.B., BURGER, C.E., DUNSMORE, S.J. AND RANDALL, L.A. 1989. *Documentation of the February-March 1988 floods in the Orange River basin*. Pretoria: Department of Water Affairs, Directorate of Hydrology. (Technical Report no. 142).

ERICKSEN, N. 1985. *Anuflood in New Zealand, Part 1: approaches to urban flood-loss reduction in New Zealand*. Hamilton: University of Waikato, Department of Geography. (CRES Working Paper 1986/2).

ERICKSEN, N. 1986. *Creating flood disasters: New Zealand's need for a new approach to urban flood hazard*. Wellington.: [s.n.]. (Water & Soil Miscellaneous Publication No. 77).

HAAN, C.T. 1972. *Characterization of water movement into and through soils during and immediately after rainstorms*. Lexington: University of Kentucky, Water Resources Research Institute. (Research Report no. 56).

HAAN, C.T. 1975. *Rainfall-runoff relationships for drainage design on small urbanizing watersheds*. Lexington: University of Kentucky, Department of Agricultural Engineering. (Technical Series no. 7).

HANDMER, J.W. 1985. *Anuflood in New Zealand, Part 2: background to flood loss measurement*. Hamilton: University of Waikato, Department of Geography. (CRES Working Paper 1986/3).

HANDMER, J.W. AND SMITH, D.I. 1991. *The benefits of flood warnings, a progress report*. Canberra: Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

HARDER, J.A. 1974. *Multipurpose water related development in urban areas*. [S.l]: U.S. Department of Commerce.

HARTSHORNE, R. 1960. *Perspectives on the nature of geography*. London: John Murray.

HIGGINS, R.J. AND ROBINSON, D.J. 1981. *An economic comparison of different flood mitigation strategies in Australia: a case study*. Canberra: Australian Government Publishing Service. (Department of National Development and Energy, Australian Water Resources Council, Research Project No. 78/114).

HOLLIS, G.E. 1975. The effect of urbanization on floods of different recurrence interval. *Water Resources Research*. 11(3): 431- 435.

HOMAN, A.G. AND WAYBUR, B. 1960. *A study of procedure in estimating flood damage to residential, commercial and industrial properties in Canada.* Menlo Park: Stanford Research Institute. (SRI Project nos. I-2541 and I-2880).

HOYT, W.G. AND LANGBEIN, W.B. 1955. *Floods.* Princeton: Princeton University.

JOHNSTON, R.J. 1979. *Geography and geographers: Anglo-American human geography since 1945.* London: Edward Arnold.

KATES, R.W. 1965. *Industrial flood losses: damage estimation in Lehigh Valley.* Chicago: University of Chicago, Department of Geography. (Research Paper no. 98).

KATES, R.W. AND BURTON, I. (eds.) 1986a. *Geography, resources, and environment, Volume I: selected writings of Gilbert F. White.* Chicago: The University of Chicago Press.

KATES, R.W. & BURTON, I. (eds.) 1986b. *Geography, resources, and environment, Volume II: themes from the work of Gilbert F. White.* Chicago: The University of Chicago Press.

KRUTILLA, J.V. 1966. An economic approach to coping with flood damage. *Water Resources Research.* 2(2): 183-190.

LANG, S. 1978. *A first course in calculus: 4th ed.* Massachusetts: Addison-Wesley Publishing company.

LIND, R.C. 1967. Flood control alternatives and the economics of flood protection. *Water resources research.* 3(2): 345-357.

LUSTIG, T.L., SMITH D.I. AND HANDMER J.W. 1986. *Estimating actual from potential flood damages, and assessing alternative floodplain management strategies*. Hydrology and Water Resources Symposium, Griffith University, Brisbane.

MAHARAJ, R. 1991. *Flood perception and flood damage during the September 1987 flood in the Mdloti river floodplain*. M.A. (Geography)-dissertation, University of Durban-Westville, Durban.

Merkel's builders' pricing & management manual. 1992. Randburg

NEW SOUTH WALES. DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. 1989. *Annual Report 1988-89:...doing more with water*. Parramatta: Department of Water Resources.

NEW SOUTH WALES. DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. 1990. *NYNGAN April 1990 flood investigation: summary report*. Parramatta: Department of Water Resources.

NEW SOUTH WALES GOVERNMENT. 1986. *Floodplain development manual*. Parramatta: New South Wales Government, Department of Water Resources.

PARKER, D.J., GREEN, C.H. AND THOMP, P.M. 1987. *Urban flood protection benefit: a project appraisal guide*. Aldershot: Gower Technical Press.

PENNING-ROWSELL, E.C. AND CHATTERTON, J.B. 1977. *The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques*. Saxon House, Teakfield Limited.

PURSEGLOVE, J. 1990. [S.l.]: *Taming the flood: A History and natural history of rivers and wetlands*. Oxford: Oxford University Press.

SCHOEMAN, N.J. 1991. *Impak van vloede: perspektief ten opsigte van gemiddelde jaarlikse vloedskade*. Pretoria: Universiteit van Pretoria, Departement Ekonomie.

SMITH, D.I. 1985. *Anuflood in New Zealand, Part 3: anuflood development and application*. Hamilton: University of Waikato: Department of Geography. (CRES Working Paper 1986/4).

SMITH, D.I. AND GREENAWAY, M.A. 1992a. *Anuflood, A field guide*. Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

SMITH, D.I. AND GREENAWAY, M.A. 1992b. *Anuflood, programmer's guide an user's manual*. Caberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

SMITH, D.I. AND GREENAWAY, M.A. 1993. *An introduction to urban flood damage assessment*. Paper presented to the Department of Water Affairs, Johannesburg.

SMITH, D.I. AND HANDMER, J.W. eds. 1986. *Flood warning in Australia: policies, institutions and technology*. Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

SMITH, D.I. AND HANDMER, J.W. 1989. *Flood insurance and relief in Australia*. Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

SMITH, D.I., HANDMER, J.W., GREENAWAY, M.A. AND LUSTIG, T.L. 1990. *Losses and lessons from the Sydney floods of August 1986, Volume I and Volume 2*. Canberra: Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

SMITH, D.J.G. & VILJOEN, M.F. 1976. *Vloedskade en vloedbeheer in die Verenigde Koninkryk en die Verenigde State van Amerika*. Bloemfontein: Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

SMITH, D.J.G., VILJOEN, M.F. EN SPIES, P.H. 1981. *Guidelines for assessing flood damage in South Africa*. Pretoria: Water Research Commission.

SPIES, P.H., VILJOEN, M.F. AND SMITH, D.J.G. 1977. *Vloedskade in sekere riviertrajekte van die Republiek van Suid-Afrika, deel 1: 'n metodologie vir vloedskadebepaling*. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch, Buro vir Ekonomiese Onderzoek.

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). SENTRALE STATISTIEKDIENS. 1988. *Standaardnywerheidsklassifikasie van alle ekonomiese bedrywighede*. 4de uitg. Pretoria: Die Staatsdrukker.

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). SENTRALE STATISTIEKDIENS. 1992. *Bevolkingsensus 1991: duur van verblyf volgens ontwikkelingstreek, statistiese streek en distrik*. Pretoria: Die Staatsdrukker. (Verslag no. 03-01-04).

SUID-AFRIKA (REPUBLIEK). SENTRALE STATISTIEKDIENS. 1992. *Bevolkingsensus 1990: sterftes, blankes, kleurlinge en asiërs, 1990*. Pretoria: Die Staatsdrukker. (Verslag no. 03-09-01).

STANFORD RESEARCH INSTITUTE. 1960. *A study of procedure in estimating flood damage to residential, commercial, and industrial properties in California*. Berkeley: The United States Soil Conservation Service, California.

THAMPAPILLAI, D.J. AND MUSGRAVE, W.F. 1985. Flood damage mitigation: a review of structural and nonstructural measures and alternative decision frameworks. *Water Resources Research*, 21(4): 411-424.

UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. 1976a. *Guidelines for flood loss prevention and management in developing countries*. New York: United Nations. (Natural Resources/Water Series No. 5).

UNITED NATIONS. ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. 1976b. *Rational methods of flood control planning in river basin development: a report prepared under the auspices of the ECE Committee on Water Problems*. New York: United Nations.

UNWIN, T. 1992. *The place of geography*. Harlow: Longman Scientific & Technical.

VAN ZYL, J. EN GROENEWALD, J.A. 1988. Vloedskadeversekering: 'n studie op die Benede-Umfolozivlakte. *Agrekon*, 27(3): 33-43.

VILJOEN, M.F. 1979. *Die ekonomie van waterbenutting met besondere verwysing na die bepaling van vloedskade in sekere riviertrajekte van die Republiek van Suid-Afrika*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VILJOEN, M.F. EN SMITH, D.J.G. 1982. *Vloedskadebepaling en vloedskadebeheer as onderdele van die ekonomie van waterbenutting*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VILJOEN, M.F., SMITH D.J.G. EN SPIES, P.H. 1978. *Vloedskade in sekere riviervlakke van die Republiek van Suid-Afrika, deel IV: 'n evaluering van die problematiek rondom vloedskeerbepaling in die Republiek van Suid-Afrika*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VILJOEN, M.F. EN VOS, J.A. 1984. *Riglyne vir die ontwikkeling van vloedskeervoorspellingsmodelle*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VILJOEN, M.F., VOS, J.A. EN MARAIS, P.J. 1977. *Vloedskees in sekere riviervlakke van die Republiek van Suid-Afrika, deel III (volume 1 en volume 2): bevindings rakende die 1974-vloedskees vir verskillende riviervlakke van die Oranje-, Vaal-, Riet-, Seekoei- en Hartbeesrivier*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VILJOEN, M.F., VOS, J.A., SMITH, D.J.G. EN PRINSLOO, J.W. 1980. *Die 1975-vloedskees vir verskillende vlakke van die Vaalrivier, volume 1*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

VOS, J.A. 1977. *Die ontwikkeling van 'n stedelik-geografiese model vir vloedskeerbepaling na aanleiding van die 1974-oorstrooming langs die Riet- en Oranjerivier*. M.A.(Aardrykskunde)-verhandeling, Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

VOS, J.A. 1982. *Die bepaling van vloedskees binne stedelike nedersettings na aanleiding van die 1975-oorstroomings in die Vaalrivier asook riglyne vir die vermindering van vloedverliese, deel 1 en deel II*. Ph.D.-verhandeling, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

WEISS, H.W. 1976. *An integrated approach to mathematical flood plain modelling*. Johannesburg: University of the Witwatersrand, Hydrological Research Unit. (Report no. 5/76).

WHITE, G.F. ed. 1961. *Papers on flood problems*. Chicago: The University of Chicago, Department of Geography. (Research Paper No. 70).

PERSOONLIKE MEDEDELING

BURGER, J.W. 1993, 1994. Upington: Bouer.

COETZEE. 1993. Vereeniging: Bourekenaar.

CRAWFORD, B. 1993. Vereeniging Trust.

DAYSELL, G. 1993. Vereeniging Stadsraad.

DE VILLIERS, G. du T. 1993, 1994. Bloemfontein: Universiteit van die Oranje-Vrystaat.

GREENAWAY, M.A. 1993. Centre for Resource and Environmental Studies, The Australian National University, Canberra.

KRUGER, D. 1993. Vereeniging Stadsraad.

KRUGER. 1993. Allied, Vereeniging.

NEL, D. 1993, 1994. Upington Stadsraad.

SANTAM. 1993. Vereeniging.

SMITH, D.I. 1993. Centre for Resource and Environmental Studies, The Australian National University, Canberra.

VAN DEN BERG, N. 1993. Vereeniging Stadsraad.

VAN DER SPUY, D. 1993, 1994. Pretoria: Departement Waterwese en Bosbou.

VAN VUUREN, P. 1993. Vereeniging: TOSA.

VAN ZYL, J.S. 1994. Departement Ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat.

VILJOEN, M.F. 1993, 1994. Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat.

Bylae 1

Vraelyste wat in die residensiële, kommersiële en industriële opnames gebruik is

DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

VLOEDSKADENA VORSING

Hierdie opname word gedoen in samewerking met die Stadsraad van Vereeniging. Die doel met die opname is om inligting in te samel vir die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel waarmee vloedskades beraam en vloedbeheer beplanning gedoen kan word/This survey is undertaken in conjunction with the Town Council of Vereeniging. The objective is to collect information for the development of a computer model whereby flood damage can be estimated and flood control planning can be introduced.

Die inligting word as streng **VERTROULIK** hanteer/The information will be handled as **STRICTLY CONFIDENTIAL**.

Opnemernommer

Erfnommer

1. Die adres van die bewoner/Address of occupier

.....
.....

2. Wat is die beroep van die broodwinners/What are the occupation of the breadwinners?

.....

3. Hoeveel mense woon in die huis/How many people live in the house?

Volwassennes/ Adults		Kinders/ Children	
-------------------------	--	----------------------	--

4. Tipe bewoner/Tipe of occupier

Huurder/Tenant	1
Eienaar/Owner	2

5. Erfoppervlakte/Area of plotm2

6. Die oppervlakte van die woonhuis/Area of housem2

7. Die oppervlakte van die buitegeboue/Area of outbuildingsm²
8. Die markwaarde van die eiendom/Market value of the property R.....
9. Munisipale waardasie van die eiendom/Municipal valuation of the property R.....
10. Wat is die ouderdom van die huis/How old is the house?j
11. Hoe lank woon u al in die huis/For how long have you been living in the housej

Die volgende vrae handel oor die 1975 vloed/The following questions are about the 1975 flood.

12. Tot watter diepte was die woonhuis oorstroom/To what depth was the house flooded?m
13. Die totale waarde van die skade in 1975/The total amount of the damage in 1975 R.....
14. Hoe is hierdie skade opgedeel? (die persentasie wat elke komponent bygedra het, kan ook aangetoon word)/How was the damage distributed? (the percentage contributed by each component can also be shown)

Woonhuis/House	R	%
Buitegeboue/ Outbuildings	R	%
Erf en tuin/Plot and garden	R	%
Huisinhoud/Contents of the house	R	%
Ander/other	R	%

15. Was die eiendomme verseker teen vloedskade/Where the properties insured against flood damage?

JA/YES	1	NEE/NO	2
--------	---	--------	---

16. Wat het die versekering uitbetaal/What amount was paid out by the insurance? R.....

17. Watter voorsorg het u getref tydens die 1975 vloed bv. ontruiming of die pak van sandsakke ens./What precautions did you take during the 1975 floods for example, evacuation or sandbagging, etc.?

.....

.....

18. Wat was die invloed of gevolg van hierdie maatreëls/What were the effects or results of these measures?

.....

.....

20. Hoe lank het dit geneem om te ontruim/How long did the evacuation take?

21. Van watter hulpmiddels het u gebruik gemaak om te ontruim/What sources of assistance did you have to evacuate?

Voertuie	
Vriende/Friends	
Familie/Family	
Burgerlike Beskerming/ Civil Protection	

Die volgende vrae handel oor toekomstige vloede/ The next questions are about future floods.

22. Watter vloedvoorsorg het u al en sal u in die toekoms tref, bv. items op kaste pak, sandsakke pak, deure toemessel, ontruim, verseker, ens/What precautions did you take and will you take in the future, for example, stacking items on top of cupboards, sandbagging, blocking up doors, evacuation, insurance etc.?

.....

.....

.....

.....

.....

23. Ingeval van ontruiming, wat sal u ontruim namate die tyd beskikbaar vir ontruiming varieer/In the case of evacuation, what would you evacuate if the time for evacuation varies as given below?

Slegs ½ uur/Only ½ hour	Slegs 2 ure/Only 2 hours	Slegs 4 ure/Only 4 hours

Die volgende vrae handel oor die moontlike skade aan die huisinhoud/The following questions are about the possible damage to contents of the house.

24. In watter jaar is die item aangekoop? Wat skat u die huidige waarde van die item (R)? Binne watter hoogte interval is die item (m)/In what year was the item purchased? What do you estimate the present value of the item to be (R)? At what height interval is the item (m)?

ITEMS	JAAR/ YEAR	WAARDE/ VALUE	INTERVAL	OPMERKINGS/ REMARKS
SITKAMER/LOUNGE				
VLOERBEDDEKING/ FLOOR COVERING				
SITKAMERSTEL/ LOUNGE SUITE				
KABINET/CABINET				
MUUREENHEID/ WALL UNIT				
TELEVISIE				
TV TROLLIE				
DRAAGBARE RADIO/KASSET/ PORTABLE RADIO/CASSETTE				
HI FI				
VIDEOMASJEN				
M-NET DEKODEERDER				
BOEKE/BOOKS				
ORNAMENTE				
MUURBEHANGSELS/ WALLHANGINGS				
GORDYNE/CURTAINS				

ITEMS	JAAR/ YEAR	WAARDE/ VALUE	INTERVAL	OPMERKINGS/ REMARKS
LUGVERSORGERS/ AIR COND.				
EETKAMER/ DINING-ROOM				
VLOERBEDEKKING/ FLOOR COVERING				
EETKAMERSTEL/ DINING-ROOM SUITE				
KABINET/CABINET				
MUURPANEEL/ WALL UNIT				
KOMBUIS/KITCHEN				
VLOERBEDEKKING/ FLOOR COVERING				
KOMBUISSTEL/ KITCHEN CHAIRS/ TABLE				
YSKAS/ REFRIGERATOR				
VRIESKAS/ FREEZER				
VRIES/YSKAS				
STOOF/STOVE				
MIKROGOLFOOND				
ELEKTRIESE KETEL				
BROODROOSTER/ TOASTER				
BRAAIPAN/ELECTRIC FRYING-PAN				
TV BRAAIER/ TV BARBECUE				
SKOTTELGOEDWAS./ DISHWASHER				
VOEDSELVERWERKER FOOD PROCESSER				
EETGERY/CUTLERY				
BREEKWARE/ CROCKERY				
POTTE EN PANNE/ POTS AND PANS				
KOS/FOOD				

ITEMS	JAAR/ YEAR	WAARDE/ VALUE	INTERVAL	OPMERKINGS/ REMARK
SLAAPKAMERS/ BEDROOMS				
VLOERBEDEKKING/ FLOOR COVERING				
KLEREKAS/WARDROBE				
DRIEKWARTBED/ THREE QUATER BED				
DUBBELBED/ DOUBLE BED				
ENKELBED/ SINGLE BED				
BOEKRAK/BOOK SHELF				
SPIEGELKAS/ DRESSING TABLE				
KIS/CHESS				
MUURENHEDEN/ WALL-UNIT				
STOELE/CHAIRS				
TAFELS/TABLES				
ANDER ELEKTRISCH/ OTHER ELECTRICAL				
NAAIMASJIN/ SEWING MACHINE				
STOFSUIER/VACUUM CLEANER				
WASMASJIN/ WASHING-MACHINE				
TUIMELDROGER/ TUMBLER DRYER				
PERSOONLIK/ PERSONAL				
BEDDEGOED/BEDDING				
BOEKE/BOOKS				
KLERE/CLOTHING				
STOKPERDJIE/HOBBY				

Die volgende vrae handel oor die items in die buitegeboue/The following questions are about items in the outbuildings.

25. In watter jaar is die item aangekoop? Wat skat u die waarde van die item? Binne watter hoogte interval-lê die item/In what year was the item purchased? What do you estimate the value of the item to be? Within what interval is the item?

ITEMS	JAAR/ YEAR	WAARDE/ VALUE	INTERVAL	OPMERKING/REMARK

26. Watter items buite die huis sal beskadig word? Wat is die items se ouderdom, waarde en in watter hoogte-interval lê die items? (Omhuining ingesluit)/What items outside the house will be damaged? How old is each item, what is its value and at what height interval is it situated?

ITEMS	JAAR/ YEAR	WAARDE/ VALUE	INTERVAL	OPMERKING/REMARK
SWEMBAD/ SWIMMINGPOOL				
HEINING/FENCING				
VOERTUIG/VEHICLE				
PAADJIES & GEPLAVEIDE AREAS/ PATHS & PAVED AREAS				

27. Wat sal dit u kos om die tuin na 'n vloed weer tot die huidige toestand te herstel/What would it cost to restore the garden to its present condition after a flood?
R.....

Ander/Other

28. Is u tans verseker teen vloedskade/Are you currently insured against flood damage?

JA/YES	1	NEE/NO	2
--------	---	--------	---

29. Sal u elders op Vereeniging wil woon a.g.v. die vloedgevaar/Would you prefer to live elsewhere in Vereeniging because of the danger of floods?

JA/YES	1	NEE/NO	2
--------	---	--------	---

30. Watter tipe vloedwaarskuwingsmeganisme gebruik Vereeniging/What type of floodwarning system is being used by Vereeniging?

.....

31. Op watter manier so u gewaarsku wou word indien 'n vloed kom/How would you like to be warned if a flood is coming?

.....

Vir die opnemer

32. Watter tipe residensiële eenheid is dit?

33. Hoeveel verdiepings het die huis?

34. Wat is die hoogte tussen die grondvlak en die grondvloer?m

35. Die uitleg van die huis

Sitkamers	
Slaapkamers	
Eetkamers	
Kombuise	
Woonkamers	
Badkamers	
Waenhuis	
Ander	

36. Watter boumateriaal is oorwegend in die konstruksie van die huis gebruik?

Asbes	1
Hout	2
Baksteen	3
Sement steen	4
Klip	5
Yster	6
Ander	7

37. Wat is die toestand van die huis?

Goed/Medium	1
Swak	2

38. Wat is die toestand van die huisinhoud

Goed/Medium	1
Swak	2

DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

THE UNIVERSITY OF THE ORANGE-FREESTATE

Die inligting word benodig vir navorsing van potensiële vloedskade.

Die inligting word as streng **VERTROULIK** hanteer.

The information is needed for the research of potential flood damages.

The information will be treated strictly **CONFIDENTIAL**.

1. Erfnommer/Plotnumber
2. Die naam van die onderneming/Name of enterprise
.....
3. Die adres van die onderneming/Address of enterprise
.....
.....
4. Beskrywing van die onderneming/Description of enterprise
.....
5. Wat is die geboue en die erf oppervlakte/What are the area of the buildings and the plot.
.....m² (g/b)m² (e/p)
6. Die hoogte van die gebouvloer bo grondvlak/The height of the building floor above
ground levelm
7. Wat is die totale waarde van die voorraad op die perseel/What is the total value of stock on
the premises?

R
8. Gee 'n beskrywing van die voorraad/Give a description of the stock?
.....
.....
9. Watter van die toerusting op die perseel is op die perseel/Which equipment are on the
premis?
10. Wat is die omset per maand/What is the turnover per month?

R Dag R
11. Hoeveel mense werk op die perseel/How many people work on the premises?

DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT THE UNIVERSITY OF THE ORANGE-FREESTATE

Vraelys vir die nywerheidsektor/Questionnaire for the industrial sector

Hierdie opname word gedoen in samewerking met die Stadsraad van Vereeniging. Die doel met die opname is om inligting in te samel vir die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel waarmee vloedskades beraam en vloedbeheerbeplanning gedoen kan word.

Die inligting word as streng **VERTROULIK** hanteer.

This survey is being done with the co-operation of the City Council of Vereeniging. The goal with the survey is to get information for the development of a computermodel for the estimation of flood damage and flood management planning.

The information will be treated strictly **CONFIDENTIAL**.

Opnemernommer/Number of surveyor

1. Naam van maatskappy/Name of company

.....
.....
.....

2. Tipe besigheid/Tipe of business

.....
.....
.....

3. Wat is die totale oppervlakte van die perseel/What is the total area of the premises?

.....m²

4. Wat is die grondvloeroppervlakte van die geboue/What is the ground floor area of the buildings?

.....m²

5. Wat is die hoogte van die grondvloer van die geboue/What is the height of floor level of buildings?

.....m²

6. Het u enige ondervinding van vloede/Have you any flood experience?

Datum/Date

Hoogte bo vloer/Height over floor

Opmerking/Remark:

.....
.....

7. Wat se ontwrigting sal deur 'n vloed van 0,20m en 1m veroorsaak word aan die onderneming bv. die tyd van ontwrigting/What disruption will a flood of 0,20m and 1m cause to the business for example the loss of bussines time?							
0,20m			1m				
8.a Wat is die totale huidige waarde van die aanleg en die toerusting (geboue uitgesluit)/What is the total present value of this plant an equipment (buildings excluded)?			R.....				
8.b Watter persentasie van die aanleg en toerusting (gebou uitgesluit) word by die volgende hoogtes aangetref/What percentage of plant and equipment (buildings excluded) is kept at the following heihts?			0m- 0,5m	0,5m - 1m	1m - 2m	2m - 3m	+3m
			%	%	%	%	%
8.c Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan deur vloed-skade/What percentage of this value would be lost through flood damage?							
			%	%	%	%	%
9.a Wat is die huidige waarde van die grondstowwe en onvoltooide goedere/ What is the present value of the raw materials and unfinished goods?			R	R	R	R	R
9.b Watter persentasie van grondstowwe en onvoltooide goedere word op die volgende hoogtes gestoor/What percentage of Raw Materials and Unfinished goods are stored at the following heights?			0m - 0,5	0,5m - 1m	1m - 2m	2m - 3m	+3m
			%	%	%	%	%
9.c Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan deur vloed-skade?/What percentage of this value would be lost through flood damage?			%	%	%	%	%

10.a	Wat is die waarde van die voltooide goedere op die terrein op 'n gegewe tyd/What is the value of the finished goods on the site at any given time?		R.....				
10.b	Watter persentasie van voltooide goedere word op die volgende hoogtes gestoor?/What percentage of finished goods are stored at the following heights?		0m - 0,5m	0,5m - 1m	1m - 2m	2m - 3m	+3m
			%	%	%	%	%
10.c	Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan a.g.v. vloedskade?/What percentage of this value would be lost through flood damage?		%	%	%	%	%
11.	As die perseel tot die volgende hoogtes oorstroom word kan u die totale fisiese skade beraam? Dit sluit bv. pleisterwerk en elektriese werke in./If you were flooded to the following depths through out the premises, could you estimate the cost of total physical damage? It includes for example the plastering and electrical works.		tot 0,5m		R.....		
tot 1m			R.....				
tot 2m			R.....				
tot 3m			R.....				
bo 3m			R.....				
12.	Hoe lank sal dit neem om die voorraad, grondstowwe en toerusting te ontruim/How long will it take to evacuate the stock, raw material and equipment?						
13.	Wat sal die ontruimingskoste wees What will it cost to evacuate?		Vervoer/Transport				
Mannekrag/Manpower							
Stoorkoste/Storing cost							
Ander/Other							
14.	Watter persentasie van die grondstowwe, produkte en lotoerusting sal ontruim word met die volgende waarskuwingstyd/What percentage of the raw material, goods and loose equipment will be evacuated with the following warning time?						
	2 ure/ 2 hours	4 ure/ 4 hours	½ dag/ ½ day	1 dag/ 1 day	2 dae/ 2 days		

15. Wat sal die opruimingskoste wees What will it cost to clean up the premises?		
16. Wat is die gemiddelde omset per week van hierdie onderneming? What is the average turnover per week of this plant?	R.....	
17. Wat is die onderneming se bedryfskoste per week/What is the operating cost per week?	R.....	
18. Kan hierdie firma produksie verskyf as dit oorstrom word en verliese wat mag voorkom opmaak/Could this firm defer production if flooded and subsequently make up any production losses that would occur?	Ja Yes	Nee No
19. Is daar enige ander takke van die firma waarna produksie verskyf kan word om so verliese te voorkom/Are there any other branches of this company to wich you could transfer production thereby offsetting any losses?	Ja Yes	Nee No
20. Watter persentasie van die totale maatskappy produksie word by hierdie aanleg vervaardig/What percentage of total company production does this site normale account for?	%	

Bylae 2

2.1 Die vatbaarheid-indeks wat in die ontwikkeling van residensiële-vloedskadefunksies gebruik is.

2.1.1 Upington

2.1.2 Vereeniging

2.2 Residensiële vloedskadefunksies vir Upington en Vereeniging

2.2.1 Upington

2.2.2 Vereeniging

2.3 Kommersiële vloedskadefunksies vir Vereeniging

2.1.1 Vatbaarheid-indeks vir huishoudelike items vir Uprisington residensiële sektor

ITEM	NO.	PRYS	LEEF	PERSENTASIE SKADE VAN GEMIDDELDE OORBLYWENDE WAARDE											
				DIEPTE VAN OORSTROMING (m)											
				0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
SITKAMER															
GROOT MATTE	2	367.05	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM MATTE	3	45.14	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN MATTE	4	20.08	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SITKAMERSTEL	5	3041.83	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
LOS BANKE	6	511.97	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
LOS STOELE	7	1178.36	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TAFELS GROOT	8	630.84	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	9	850.33	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	10	2786.27	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUUREENHEID	11	2539.14	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TV KLEUR GROOT	12	2543.11	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	13	1127.57	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	14	1024.97	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
TV S + W GROOT	15	2299.00	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	16	1039.00	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	17	228.11	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
TV TROLLIE	18	519.00	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KLAVIER	19			0	0	0	33	33	100	100	100	100	100	100	100
DRAAGBARE RADIO	20	375.17	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
MUSIEKSENTRUM	21		10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
GROOT	22	2411.78	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	23	1771.95	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
KLEIN	24		10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
VIDEOMASJIN	25	2058.93	10	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
M-NET DEKODEERDER	26	784.00	10	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
EETKAMER	27														
EETKAMERSTEL	28	3904.94	10	0	15	15	15	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	29	1699.06	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUURPANEEL	30	2539.14	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KOMBUIS	31														
KOMBUISSTEL	32	1299.99	10	0	10	15	20	75	75	75	100	100	100	100	100
EKSTRA STOELE	33	189.00	10	0	15	15	15	33	100	100	100	100	100	100	100
YSKAS GROOT	34	3119.81	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
MEDIUM	35	2407.33	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
KLEIN	36	717.17	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
FRIESKAS GROOT	37	1738.08	20	0	0	0	25	70	70	80	100	100	100	100	100
MEDIUM	38	1738.08	20	0	0	0	25	70	70	80	100	100	100	100	100
KLEIN	39		20	0	0	0	25	70	70	80	100	100	100	100	100
FRIES/YSKAS	40	2448.31	20	0	0	0	15	60	60	80	100	100	100	100	100
STOOF GROOT	41	2514.14	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
MEDIUM	42	702.33	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
KLEIN	43	702.33	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
MIKROGOLFOOND	44	1927.33	20	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
ELEKTRIESE KETEL	45	88.58	15	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80
BROODROOSTER	46	86.18	15	0	0	0	0	0	0	75	75	75	75	75	75
BRAAI PAN	47	163.99	15	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
SKOTTELGOEDWASSER	48	3138.40	15	0	0	0	25	60	60	60	80	100	100	100	100
KOSVERSAPPER	49	405.66	15	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	50

ITEM	NO.	PRYS	LEEF	PERSENTASIE SKADE VAN GEMIDDELDE OORBLYWENDE WAARDE											
				DIEPTE VAN OORSTROMING (m)											
				0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
MESSESTEL	50														
BORDESTEL	51														
POTTE EN PANNE	52														
SLAAPKAMERS	53														
KLEREKAS LOS	54	1650.83	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
DRIEKWARTBED	55	1896.43	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
DUBBELBED	56	967.26	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
ENKELBED	57	725.27	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
BOEKRAK	58	563.27	15	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100	100	100
SPIEGELKAS	59	1841.20	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KIS	61														
STOELE	62	1299.90	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TAFEL GROOT	63		10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	64		10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
ANDER ELEKTRIES.	65														
NAAIMASJEN	66														
ELEKTRIES	67	1161.95	10	0	40	40	60	100	100	100	100	100	100	100	100
HAND	68														
STOFSUIER	69	594.67	15	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
WASMASJEN	70	1707.09	10	0	0	0	20	50	80	80	100	100	100	100	100
TUIMELDROER	71	1059.20	10	0	0	0	25	75	75	100	100	100	100	100	100
KOMBERSE	72	80.03													
LAKENS	73	85.50													
DOWY'S DUBBEL	74	158.82													
ENKEL	75	65.66													
ELEKTRIESE WEKKERS	76	286.25	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
OMKAPMASJEN	77	1537.97	10	0	40	40	60	100	100	100	100	100	100	100	100
LAMPE	78	253.08	15	0	0										
LOS KASTE	80	636.63	15	0	0										
WAAIER	81	717.17	10	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
DRUK KOKER	82	193.91	15	0	0										
BRAAIKAN	83	163.13	15	0	0										
STRYKYSTYER	84	86.95	15	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
TV BRAAIER	85	152.90	15	0	0		100	100	100	100	100	100	100	100	100
ALGEMEEN	86														
LUGVERKOELER	87			0	0	0	0	40	60	80	100	100	100	100	100
GEWERE	88			0	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
JEWELLE	89			0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
KAMERA	90														
GRASSNYER	91		10	0	0	0	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TUINMEUBELS	92			0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
TUIN	93			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
EETGERY	94														
MUURBEHANGSELS	95														

2.1.2 Vatbaarheid-indeks vir huishoudelike items vir Vereeniging residensiële sektor

ITEM	NO.	PRYS	LEEF	PERSENTASIE SKADE VAN GEMIDDELDE OORBLYWENDE WAARDE											
				DIEPTE VAN OORSTROMING (m)											
				0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
SITKAMER															
GROOT MATTE	1	367.05	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SITKAMERSTEL	2	3551.59	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	3	2786.27	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUUREENHEID	4	2056.72	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TELEVISIE	5	1525.63	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
TV TROLLIE	6	519.00	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
DRAAGBARE RADIO/KASSET	7	477.71	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
MUSIEKSENTRUM	8	2698.60	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
VIDEOMASJIN	9	1809.67	10	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
M-NET DEKODEERDER	10	784.00	10	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
BOEKE	11														
ORNAMENTE	12														
EETKAMER	14														
VLOER	15														
EETKAMERSTEL	16	3894.41	10	0	15	15	15	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	17	1699.06	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUURPANEEL	18	2539.14	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KOMBUIS	19		10												
VLOER	20		10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KOMBUISSTEL	21	874.35	10	0	10	15	20	75	75	75	100	100	100	100	100
YSKAS GROOT	22	2996.48	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
FRIESKAS GROOT	23	1858.60	20	0	0	0	25	70	70	80	100	100	100	100	100
FRIES/YSKAS	24	1648.65	20	0	0	0	15	60	60	80	100	100	100	100	100
STOOF GROOT	25	2468.49	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
MIKROGOLFOOND	26	899.95	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
ELEKTRIESE KETEL	27	88.58	15	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
BROODROOSTER	28	86.18	15	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
BRAAIPAN	29	163.99	15	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80
TV BRAAIER	30	152.90	15	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80
SKOTTELGOEDWASSER	31	3138.40	15	0	0	0	0	0	0	75	75	75	75	75	75
KOSVERSAPPER	32	405.66	15	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
MESSESTEL	33														
BORDESTEL	34														
POTTE EN PANNE	35														
SLAAPKAMERS	37														
KLEREKAS LOS	38	817.34	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
DRIEKWARTBED	39	1960.83	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
DUBBELBED	40	1960.83	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
ENKELBED	41	911.98	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
BOEKRAK	42	563.27	15	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
SPIE&LKAS	43	563.27	10	0	0	0	33	50	100	100	100	100	100	100	100
KIS	44	1424.50	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUUREENHEID	45	2056.72	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
STOELE	46	1178.36	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TAFEL GROOT	47	850.33	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
ANDER ELEKTRIES.	48														
NAAMASJIN	49	1249.48	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
STOFSUIER	50	605.55	15	0	40	40	60	100	100	100	100	100	100	100	100
WASMASJIN	51	1528.34	10	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TUIMELDRO&R	52	1059.20	10	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

[illegible]

2.2.1 Upington Residensiële Vloedskadefunksies (1993, R)

	Diepte van oorstroming (m)											
Enkelverdieping	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
Klas 1	0	6	151	424	513	989	1 039	1 049	1 059	1 059	1 059	1 059
Klas 2	0	8 432	9 535	11 649	13 641	25 026	29 170	32 435	34 379	35 224	34 970	54 467
Klas 3	0	18 068	19 164	21 268	23 252	34 628	38 785	42 086	44 089	45 014	64 485	64 485
Klas 4	0	14 315	15 372	17 400	19 312	30 498	34 503	37 689	39 616	40 503	60 011	60 011
Klas 5	0	19 788	21 287	24 176	26 917	49 029	55 044	60 143	63 509	65 550	66 265	66 498
Klas 6	0	39 216	41 878	46 999	51 851	86 851	97 358	106 107	111 757	114 979	115 771	129 276

	Diepte van oorstroming (m)														
Dubbel-verdieping	0	0.3	0.6	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	3.9	4.2	4.8	5.1	5.4
Klas 1	0	33 542	64 512	74 742	76 198	77 074	77 749	78 863	78 863	101 360	102 171	103 308	104 521	104 927	105 930
Klas 2	0	32 122	60 961	75 329	78 569	80 497	81 840	97 152	97 153	129 789	130 419	132 919	137 779	139 999	159 940

2.2.2 Vereniging Residensiële Vloedskadefunksie (1993, R)

	Diepte van oorstroming (m)											
Enkelverdieping	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
Klas 1	0	14 709	16 185	18 505	22 510	36 594	39 925	51 892	53 377	53 651	53 847	74 738
Klas 2	4 500	10 536	12 488	16 231	19 757	43 805	51 130	56 913	60 336	61 807	61 327	59 738
Klas 3	6 598	13 579	16 451	21 955	27 142	55 563	66 347	74 656	79 731	81 920	81 245	78 547
Klas 4	0	16 794	20 212	24 622	31 794	67 893	74 663	87 525	100 080	102 360	112 587	128 268

	Diepte van oorstroming (m)														
Dubbel-verdieping	0	0.3	0.6	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	3.9	4.2	4.8	5.1	5.4
Klas 1	0	27 667	53 503	56 075	57 706	57 770	57 813	72 954	72 954	110 343	111 257	112 568	112 688	112 708	127 849
Klas 2	0	25 934	56 934	71 458	74 093	75 377	76 268	91 512	91 512	134 285	136 180	138 282	140 117	140 508	155 823
Klas 3	0	21 038	47 756	59 094	65 160	65 865	72 504	73 854	89 401	140 963	145 368	149 363	150 564	151 072	152 423
Klas 4	0	25 767	59 777	71 375	77 442	78 146	84 785	100 435	115 981	179 563	183 968	188 224	189 425	189 933	205 583
Klas 5	0	57 393	105 149	121 831	134 267	135 102	146 763	162 142	162 442	249 506	255 517	263 663	270 837	274 286	292 606
Klas 6	0	33 851	83 595	94 778	123 711	124 199	159 480	174 766	174 766	228 238	230 987	233 836	235 183	235 450	250 652

2.3 Kommersiële vloedskadefunksies vir Vereniging in die verskillende waarde en grootte klasse

WAARDE KLAS	GROOTTE *	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7
1	1	14308,9	30824,4	31350	52263,6	53797,7	53797,7	53797,7	74648	74648,7
3	1	11236,5	24875,0	30668,1	42965,1	49819,2	54099	56298,0	78436	78639,6
4	1	17536,1	38065,0	48788,1	72849,6	85535,8	93248,9	97324,9	120558	120935
5	1	46893,1	103882	135158	213434	246539	269036	280924	308726	309823
1	2	11016,8	20213,4	20213,3	32006,1	37630,0	37630,0	37630,0	58481	58481,0
2	2	22084,6	38461,9	42551,7	74407,5	95858,9	98800,7	100355	122115	122258
3	2	20431,4	46064,6	61882,1	90346,2	108185	119562	125575	149941	150496
4	2	33723,4	74632,8	101283	152046	178375	197544	207675	234448	235383
5	2	136215	301348	477307	679894	849009	975576	1042462	1102415	1108589
2	3	18,6	42,8	53,4	82,3982	93,2	101,0	105,0	125,5	125,8
3	3	49,1204	110,8	151	239,404	277,5	306,9	322,2	334,7	336,1

* grootte klas van 1 se oppervlakte is minder as 186m²

grootte klas van 2 se oppervlakte is tussen 186 en 650m²

grootte klas van 3 se oppervlakte is groter as 650m²

Bylae 3

Voorbeelde van huise in die verskillende woonhuiskategorieë in die studiegebiede

1. Uppington
2. Vereeniging

Bylae 4

- 4.1 Die lyste waarop die gronggebruiksdata aangebring is
- 4.2 Voorbeelde van visuele voorstelling van Anuflood (Upington)
 - 4.2.1 Diepte van water oor grond vir 'n vloed van 1:20 vloed
 - 4.2.2 Diepte van water oor grond vir 'n vloed van 1:50 vloed
 - 4.2.3 Hoeveelheid eiendomme per 100 by 100m oppervlakte

Residential Coding Form

[illegible]

Commercial Coding Form

[illegible]

4.2 Voorbeelde van visuele voorstelling van Anuflood (Upington)

4.2.1 Diepte van water oor grond vir 'n vloed van 1:20 vloed

0 4444.....111122222222.....555544444444
 0 4444.....111122222222.....555544444444
 *.....55555.....11114444.....4444.....

33334444555566667777888899990000111122223333444455556666777788889999

RANGE OF DAMAGE	SYMBOL	FREQUENCY
BELOW 1.00	[...]	23
1.00 1.26	[111]	2
1.27 1.54	[222]	2
1.55 2.09	[333]	0
2.10 3.19	[444]	5
3.20 11.99	[555]	2
12.00 AND ABOVE	[***]	0

MINIMUM VALUE IS 0.01 MAXIMUM VALUE IS 10.71

CO-ORDINATES OF THE CORNERS IN TERMS OF GRID SQUARES
 LOWER-LEFT 273.0,-471.0 UPPER-RIGHT 289.0,-470.0

4.2.2 Diepte van water oor grond vir 'n vloed van 1:50 vloed

*
 *
 0 5555.....333333334444.....3333555555555555
 *33335555.....33335555.....11111111.....5555.....
 *33335555.....33335555.....11111111.....5555.....

33334444555566667777888899990000111122223333444455556666777788889999

RANGE OF DAMAGE	SYMBOL	FREQUENCY
BELOW 1.00	[...]	36
1.00 1.29	[111]	2
1.30 1.59	[222]	0
1.60 2.19	[333]	5
2.20 3.39	[444]	1
3.40 12.99	[555]	7
13.00 AND ABOVE	[***]	0

MINIMUM VALUE IS 0.69 MAXIMUM VALUE IS 11.59

CO-ORDINATES OF THE CORNERS IN TERMS OF GRID SQUARES
 LOWER-LEFT 273.0,-471.0 UPPER-RIGHT 289.0,-469.0

4.2.3 Hoeveelheid eiendomme per 100 by 100m oppervlakte

```

* .....*(Stroomop)..1.
* .....
* .....
* .....4.....41.....
0 .....5.14.....511115441.....
* .....44..44.155.14..1.....
* .....14.....
* .....44.....
* .....4541.....
* .....1451.....
* .....4.....
* .....544.5.....
* .....51.....
* .....1.....1.55.....
0 .....1.....4541.....
* .....4.....51..44.1.....
* .....1..4155154544.....
* .....455.145.....
* .....1.....
* .....41.....
* .....54.....
* .....154.....
* .....11.....
* .....51.....
0 .....
* .....
* .....* —— (Motorbrug).....
* .....
* .....4..414.....
* .....41.....
* .....1.....
* .....11.....
* .....1.....
* .....41.....
0 .....54.....
* .....55.....
* .....14.....
* .....
* .....11.....
* .....1.44.....
* .....54.....*(Stroomaf).....

```

012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789001234567890123456789

* Per hand ingevoeg

RANGE OF DAMAGE			SYMBOL	FREQUENCY
BELOW	1.00		[...]	7154
	1.00	1.22	[111]	86
	1.23	1.45	[222]	0
	1.46	1.90	[333]	0
	1.91	2.81	[444]	86
	2.82	10.09	[555]	54
	10.10	AND ABOVE	[***]	0

MINIMUM VALUE IS 1.00 MAXIMUM VALUE IS 9.00

CO-ORDINATES OF THE CORNERS IN TERMS OF GRID SQUARES
 LOWER-LEFT 210.0,-506.0 UPPER-RIGHT 299.0,-466.0

Bylae 5

- 5.1 Die omskakeling van Australiese waardes na Suid-Afrikaanse waardes
- 5.2 Jaarlikse verhouding van die Upington bevolking wat nie in die tydperk sedert die vorige vloed (1988) gesterf het nie
- 5.3 Jaarlikse verhouding van die Vereeniging bevolking wat nie in die tydperk sedert die vorige vloed (1975) gesterf het nie
- 5.4 Paraatheid koers vir Upington vir 'n tydperk van 20 jaar
- 5.5 Paraatheid koers vir Vereeniging vir 'n tydperk van 20 jaar

5.1 Die omskakeling van Australiese waardes na Suid-Afrikaanse waardes

Om Australiese dollar om te skakel na Suid Afrikaanse Rand was dit nodig om die wisselkoers tussen Suid-Afrika en Australië uit te vind. Die gemiddelde wisselkoers vir Junie 1993 tussen Suid-Afrika en Australië was R2,19 vir 1 Australiese dollar (Suid Afrikaanse Reserwebank). Smith is genader oor die inflasiekoers van Australië vanaf 1986 tot 1993. Volgens hom is die Australiese lewenskoste-indeks¹ die aanbevole manier om inflasie te meet. Die waardes word in Tabel 5.1.1 gegee.

Die waarde-vermeerdering is:

$$\begin{aligned} W &= \text{waarde van 1986} \times 108,4/73,5 \\ &= \text{waarde van 1986} \times 1,47 \end{aligned}$$

$$T = W \times W_k$$

T = Totale waarde in Rand vir 1993

W = Waardevermeerdering van die Australiese dollar

W_k = Wisselkoers van Suid-Afrika teenoor Australië

Tabel 5.1.1 Australiese lewenskoste-indeks van 1986 tot 1993

Jaar	Indeks
1984/5	67,8
85/86	73,5
86/87	80,3
87/88	86,3
88/89	92,6
89/90	100,0
90/91	105,3
91/92	107,3
92/93	108,4

¹ Australiese Ekonomiese Indikators, Maart 1994

5.2 Jaarlikse verhouding van die Uppington bevolking wat nie in die tydperk sedert die vorige vloed (1988) gesterf het nie

Jaartal	Totale hoeveelheid mense	Aantal sterftes per 1000	Totale jaarlikse sterftes	Lewende koers
1988	113 712	6,56	746	0,993
1989	116 167	6,41	745	0,987
1990	118 623	6,27	743	0,981
1991	121 078	6,12	741	0,975
1992	123 534	5,97	738	0,970
1993	125 988	5,83	734	0,965

5.3 Jaarlikse verhouding van die Vereeniging bevolking wat nie in die tydperk sedert die vorige vloed (1975) gesterf het nie

Jaartal	Totale hoeveelheid mense	Aantal sterftes per 1000	Totale jaarlikse sterftes	Lewende koers
1975	159 170	7,7	1 231	0,99
1976	162 524	7,7	1 257	0,98
1977	165 878	7,7	1 283	0,98
1978	169 232	7,7	1 309	0,97
1979	172 586	7,7	1 335	0,96
1980	175 940	7,7	1 361	0,95
1981	174 288	7,6	1 322	0,94
1982	172 637	7,4	1 322	0,93
1983	170 985	7,3	1 284	0,92
1984	169 334	7,1	1 247	0,92
1985	167 682	7	1 210	0,92
1986	184 248	6,9	1 173	0,92
1987	200 814	6,7	1 263	0,92
1988	217 379	6,6	1 347	0,92
1989	233 945	6,4	1 426	0,91
1990	250 511	6,3	1 500	0,91
1991	267 077	6,1	1 570	0,91
1992	283 643	6	1 635	0,91
1993	300 208	5,8	1 694	0,91

5.4 Paraatheidkoers vir Upington vir 'n tydperk van 20 jaar

Jaartal	Jare	Nie getrek	Lewende koers	Paraatheid Koers
1970	1	0,992	0,981	0,973
1971	2	0,985	0,902	0,888
1972	3	0,977	0,823	0,804
1973	4	0,970	0,748	0,725
1974	5	0,963	0,673	0,648
1975	6	0,955	0,598	0,571
1976	7	0,948	0,534	0,507
1977	8	0,942	0,471	0,444
1978	9	0,935	0,408	0,381
1979	10	0,928	0,286	0,265
1980	11	0,922	0,286	0,263
1981	12	0,915	0,286	0,262
1982	13	0,908	0,286	0,260
1983	14	0,902	0,286	0,258
1984	15	0,897	0,286	0,256
1985	16	0,891	0,286	0,255
1986	17	0,887	0,286	0,254
1987	18	0,883	0,286	0,252
1988	19	0,879	0,286	0,251
1989	20	0,871	0,286	0,250

5.5 Paraatheid koers vir Vereeniging vir 'n tydperk van 20 jaar

Jaartal	Jare	Nie getrek	Lewende koers	Paraatheid Koers
1970	1	0,992	0,982	0,974
1971	2	0,985	0,883	0,869
1972	3	0,977	0,783	0,765
1973	4	0,970	0,703	0,682
1974	5	0,963	0,624	0,601
1975	6	0,956	0,544	0,520
1976	7	0,949	0,565	0,470
1977	8	0,943	0,447	0,421
1978	9	0,936	0,398	0,372
1979	10	0,929	0,324	0,301
1980	11	0,923	0,324	0,299
1981	12	0,915	0,324	0,296
1982	13	0,907	0,324	0,294
1983	14	0,898	0,324	0,291
1984	15	0,890	0,324	0,288
1985	16	0,882	0,324	0,286
1986	17	0,886	0,324	0,287
1987	18	0,889	0,324	0,288
1988	19	0,890	0,324	0,289
1989	20	0,892	0,324	0,289