

-5 139 718 9x

U.V.S. BIBLIOTEK

91

26 T

University Free State



34300000734586

Universiteit Vrystaat

**ONTWIKKELING VAN HULPMIDDELS VIR DIE BESTUUR  
EN BEPLANNING VAN 'N STEDELIKE VLOEDVLAKTE:  
'N GIS TOEPASSING**

deur

**HERMAN JACOBUS BOOYSEN**

Voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die graad  
PHILOSOPHIAE DOCTOR

in die

DEPARTEMENT GEOGRAFIE  
FAKULTEIT NATUUR- EN LANDBOUWETENSKAPPE

aan die

UNIVERSITEIT VAN DIE VRYSTAAT

Promotor: Professor G du T de Villiers  
Mede-Promotor: Professor M.F. Viljoen

BLOEMFONTEIN  
Mei 2001

NIE AAN ONS, HERE NIE AAN ONS NIE, MAAR AAN U NAAM KOM DIE EER  
TOE, WANT DIT IS U WAT LIEFDE EN TROU BEWYS. PSALM 115:1

HY HET DAARNA GESTREWE OM HOM RAAK UIT TE DRUK EN DIE WAARHEID  
GETROU OP TE TEKEN. PREDIKER 12:10

AS JY TOT SOVÊR GEVORDER HET, VERTROU IN JOU DENKE. (H.J. BOOYSEN)

universiteit van die  
Oranie-Vrystaat  
BLOEMFONTEIN

28 JAN 2002

UOVS SASOL BIBLIOTEK



## **BEDANKINGS**

---

1. GOD DRIE ENIG WAT MY DIE VERSTAND, WYSHEID EN DIE KRAG GEGEE HET OM TOT HIER TE VORDER.
2. MY MA VIR HAAR LIEFDE, VERTROUE, AANMOEDIGING EN DIE LEWE OM TOT HIER TE VORDER.
3. FAMILIE EN VRIENDE WAT IN MY GLO EN MY TOT HIER GEBRING HET.
4. DIE DRIE PROFESSORS WAT MET HULLE GEDULD, LEIDING, WYSHEID MY DIE RIGTING GEWYS HET
  - a. Professor De Villiers, nou weet ek wat 'n fries is.
  - b. Professor Viljoen, al die wysheid op die pad het bly vasteek.
  - c. Professor Senekal wat alles aan die gang gesit het.
5. ANTON DU PLESSIS (NOU DOKTOR ANTON) SE VRIENDSKAP, AANMOEDIGING, BEMOEDIGING EN ONDERSTEUNING.
6. MUNISIPALITEITE VAN UITENHAGE EN DESPATCH VIR HULLE BYDRAE TYDENS DIE OPNAMES.
7. JEAN VIVIERS EN NATASCHA BADENHORST VIR HULLE HULP MET DIE OPSTEL VAN DIE DOKUMENT.

## OPSOMMING

---

Die voorkoms van vloede vroeg in 2000 toon dat vloedskadenavorsing nooit as ontydig en onnodig geag moet word nie. Vloede is en bly 'n probleem in Suid-Afrika. Na beraming het vloedwater in die begin van 1996 gedurende een dag skade van R150 miljoen in Ladysmith aangerig (Beeld, 28/02/1996). Dit was nie net finansiële skade nie, maar ook sosiale skade. "The death toll from days of driving rain and resulting floods soared above 50 yesterday and left thousands of people homeless ..." (Business Day, 16/02/1996).

Om die impak van toekomstige vloede ten opsigte van finansiële skade en lewensverlies tot die minimum te beperk, is beplanning en bestuur van vloedvlaktes uiters belangrik. Verder het die afgelope paar jaar 'n verandering in die benadering tot rampbestuur in die wêreld en ook in Suid-Afrika plaasgevind. Die algemene siening is dat in rampbestuur die klem moet verskuif van reaksie tot pro-aksie. Die probleem is egter dat die nodige kommunikasiestelsels en institusionele raamwerke nie bestaan om aan hierdie opdragte uitvoering te gee nie. Verder beskik owerheidsinstellings nie altyd oor die nodige kennis en hulpmiddels om rampbestuur effektief toe te pas nie.

Die doel van hierdie studie (soos genoem in Hoofstuk 1) was om hulpmiddels te ontwikkel wat bogenoemde probleme kon aanspreek en om die voorgestelde hulpmiddels in 'n ondersoekgebied te toets.

Hoofstuk 2 word gewy aan die beskrywing van die ondersoekgebied. Die ondersoekgebied langs die Swartkops- en Chattyrivier was uiters geskik vir studie omdat die diversiteit van grondgebruike van so 'n aard was dat 'n volledige opname onderneem kon word. In die geval van die Swartkopsrivier het die grondgebruike tussen industrieel, kommersieel sowel as residensieel gewissel. In die geval van die Chattyrivier was dit hoofsaaklik residensieel.

In Hoofstuk 3 is 'n stelsel vir die bestuur van Suid-Afrikaanse vloedvlaktes voorgestel. Eerstens is die vloedbeleide van verskillende lande, naamlik Suid-Afrika, Australië, Engeland en Wallis bespreek. Uit hierdie bespreking en gesprekke met kundiges is 'n stelsel vir Suid-Afrika ontwikkel. Elemente van die vloedvlaktebestuurstelsel is 'n vloedvlaktebestuurskomitee, vloedstudies, vloedvlaktebestuurstudies en vloedvlaktebestuursplanne.

In Hoofstuk 4 is die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel waarmee die potensiaal vir vloedskade beraam kan word, bespreek. 'n Verdere aanwending van die model is die

evaluering van moontlike vloedskade-vermindingsmaatreëls vir effektiwiteit en die finansiële haalbaarheid daarvan.

Vir die ontwikkeling van die model was dit nodig om ander rekenaarmodelle wat internasionaal gebruik word, te ondersoek. Die drie modelle van twee instansies wat ondersoek is, is dié wat deur die US Army Corps of Engineers en die Australiese Nasionale Universiteit te Canberra ontwikkel is. Die insette van TEWA (a computer model for the calculation of Tangible Economic flood Water damages Assessment) wat uit hierdie modelle ontwikkel is, kan saamgevat word as bestaande uit vloedskadefunksies, grondgebruiksdata, hidrologiese data en geografiese data.

Die model is in Hoofstuk 5 getoets deur die aksies van die vloedvlakbestuurstelsels uit te voer en die model te gebruik vir die berekening van vloedskade en evaluering van vloedskade-verminderingopsies. Maatreëls wat in dié hoofstuk voorgestel is, is in gesprekke met rolspelers van die gebied uitgeklaar.

Vir die berekening van totale vloedskade vir die gebied is skade per grondgebruik bereken. Skade aan die residensiële sektor in Uitenhage, Despatch en Soweto-on-Sea is eerstens bereken waarna kommersiële skade vir Uitenhage en Despatch en industriële skade vir Uitenhage bereken is.

Twee opsies, naamlik die bou van 'n noodwal en vloedverskansing, is vir Uitenhage en Despatch getoets. Die resultate van die oefening dui daarop dat vloedverskansing die beste opsie vir die nywerhede in Uitenhage is en 'n vloedwal die mees voordeligste vir Despatch. Dit moet beklemtoon word dat daar aannames gemaak moes word, wat die gebruik van die resultate beperk. Die studie het in sy doel geslaag om 'n vloedvlakbestuurstelsel te ontwikkel wat in Suid-Afrika gebruik kan word om die impak van vloede te verminder.



## ABSTRACT

---

The occurrence of floods early in 2000 shows that flood damage research for better assessment and mitigation measures of the impact of floods is always necessary. Floods were always and will always be a problem in South Africa. Floods caused damages of R150 million in one day at Ladysmith (Beeld, 28/02/1996). Losses were not only financial, but social losses were experienced as well. "The death toll from days of driving rain and resulting floods soared above 50 yesterday and left thousands of people homeless..." (Business Day, 16/02/1996).

To limit the impact of future floods, the planning and management of flood plains is very important. Recently, the approach of disaster management has changed from reactive to proactive. The problem in South Africa is that the necessary communication systems and institutional framework does not exist. Furthermore, government institutions do not have the necessary knowledge and tools to execute disaster management effectively.

The aim of this study (Chapter 1), was to develop systems and tools that can address the above-mentioned problems and to test the developed tools in a study area.

As discussed in Chapter 2, the study area along the Swartkops and Chatty Rivers in the Eastern Cape was a suitable area because of the diversity of land uses. A complete survey was done. In the case of the Swartkops River the land uses include industrial, commercial and residential. Along the Chatty River the land uses are mainly residential.

In Chapter 3 a system for the management of South African flood plains was developed. To do this, flood policies of other countries were studied. Elements of the flood plain management system are:

- a flood plain management committee
- flood studies
- flood plain management studies, and
- flood plain management plans

In Chapter 4 the development of a computer model for the calculation of potential flood damage was discussed. Another application of the model is the evaluation of possible flood damage mitigation options for financial effectivity thereof. To develop this model it

was necessary to study models that were developed internationally. The three models of two international institutions that were studied were developed by the US Army Corps of Engineers and the Australian National University. The inputs of TEWA (a computer model for the calculation of Tangible Economic flood Water damages Assessment) that were developed from these models, include flood damage functions, land use data, hydrological and geographic data.

The model was tested in Chapter 5, by executing the activities of the flood plain management system and using the model to calculate the potential flood damage and evaluating the mitigation options. Options that were evaluated were derived from discussions with role-players in Uitenhage and Despatch.

Flood damage was calculated for the different land uses and combined to get the total flood damage. Damage to the residential sector of Uitenhage, Despatch and Soweto-on-Sea were calculated first. Afterward, damage to the commercial sector of Uitenhage and Despatch and industrial damage to Uitenhage was calculated.

Two options, namely the building of a flood levee and flood proofing were evaluated in Uitenhage and Despatch. The results indicated that flood proofing was the best option for industries in Uitenhage and a levee will have the most benefits for Despatch. It must be remembered that some assumptions have been made and that can limit the use of the results.

The study has achieved its goal to develop a flood plain management system that can be used in South Africa to mitigate the impact of floods.



## KEY WORDS

---

Flood damage estimation

Flood damage estimation computer model

Flood damage functions

Flood mitigation options

Flood plain management system

Floods

Geographic Information System

Multi criteria decision analyzes

Uitenhage, Despatch and Soweto-on-Sea



## LYS VAN AFKORTINGS

---

GJS	Gemiddelde Jaarlikse Skade
TEWA	a computer model for Tangible Economic flood Water damage Assessment
DTM	Digitale terreinmodel
VSA	Verenigde State van Amerika
JOM	Jaarlikse Ooskrydingsmoontlikheid
SMV	Streekmaksimumvloed
SBA	Spesiale beleidarea
ICID	International Commission on Irrigation and Drainage
VK-analise	Voordeel-koste-analise
MKB-analise	Multikriteriabetesluitnemingsanalise
BBS	Lichfield-beplanningsbalansstaat
DBM	Hill se doelwitbereikingsmatriks
KWM	Kontingent waarderingsmetode
FDA	Flood Damage Analysis
HEC	Hydrologic Engineering Center
CRES	Centre for Resource and Environmental Studies
GIS	Geografiese Inligtingstelsel
Damcal	Damage Reach Stage-damage Calculations
EAD	Expected Annual Flood Damage Computation
SRK	Steffen, Robertson en Kirsten
WNNR	Wetenskaplike Nywerheidsnavorsingsraad
GJN	Gemiddelde jaarlikse neerslag
GD	Grondontwikkelingsdoelwitte
R <sup>2</sup>	Korrelasiekoëffisiënt

# INHOUDSOPGAWE

---

OPSOMMING  
ABSTRACT  
KEY WORDS  
LYS VAN AFKORTINGS  
INHOUDSOPGAWE  
LYS VAN FIGURE  
LYS VAN TABELLE

## HOOFSTUK 1

1.1	NAVORSINGSPROBLEEM .....	2
1.2	VOORAFGAANDE NAVORSING .....	3
1.3	'N NUWE RAAMWERK IN VLOEDSKADE NAVORSING .....	5
1.4	DOEL VAN NAVORSING .....	6
1.5	RAAMWERK WAARVOLGENS NAVORSING PLAASVIND .....	7
1.5.1	HULPMIDDELS WAT TYDENS VLOEDSKADENAVORSING GEBRUIK WORD	8
1.5.1.1	Inligting as 'n hulpmiddel vir vloedskadenavorsing	9
1.5.1.2	Ontwikkeling van 'n rekenaarmodel	10
1.5.2	DIE ONTWIKKELING VAN 'N VLOEDVLAKTE VLOEDVLAKTEBESTUURSTELES	10
1.6	NAVORSINGSONTWERP .....	11
1.6.1	ONDERSOEKGEBIED	11
1.6.2	METODOLOGIE	16
1.7	TEORETIESE AGTERGROND VIR DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE.....	18
1.7.1	FAKTORE WAT VLOEDSKADE BEÏNVLOED	20
1.7.2	DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE	21
1.7.2.1	Benadering vir historiese vloedskadeberaming	21
1.7.2.2	Voorspelling van toekomstige vloedskade (situasie-simulasie)	22
1.7.2.3	Die gebruik van vloedskadefunksies in die beraming van vloedskade	23
1.8	SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG.....	24

## HOOFSTUK 2

2.1	INLEIDING .....	27
2.2	VLOEDE .....	27
2.2.1	VLOEDE VEROORSAAK DEUR REËNVAL	28
2.2.2	DIE BYDRAE VAN DIE OPVANGGEBIED TOT VLOEDVORMING	28
2.2.3	VERSTEDELIKING EN VLOEDE	29
2.3	EIENSKAPPE VAN DIE OOS-KAAP .....	31



2.3.1	KLIMAAT	31
2.3.2	PLANTEGROEI	33
2.3.3	GEOLOGIE	36
2.4	EIENSKAPPE VAN DIE SWARTKOPSRIVIEROPVANGGEBIED .....	38
2.4.1	KLIMAAT VAN DIE SWARTKOPSRIVIEROPVANGGEBIED	40
2.4.2	RELIËF	40
2.4.3	DAMME	40
2.5	EIENSKAPPE VAN DIE SPESIFIEKE ONDERSOEKGEBIEDE .....	41
2.5.1	UITENHAGE EN DESPATCH	41
2.5.2	SOWETO-ON-SEA	45
2.6	SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING .....	46

### HOOFSTUK 3

3.1	INLEIDING .....	48
3.2	VLOEDBELEID .....	49
3.2.1	SUID-AFRIKA	49
3.2.1.1	Nasionale Waterwet	49
3.2.1.2	Witskrif op Rampbestuur	51
3.2.2	AUSTRALIË	53
3.2.3	ENGELAND EN WALLIS	54
3.3	VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSEL .....	55
3.3.1	VLOEDVLAKTEBESTUURSKOMITEE	56
3.3.2	VLOEDSTUDIES	57
3.3.2.1	Vloedlyne	57
3.3.2.2	Vloedvlakte-inventaris	58
3.3.2.3	Vloedvlaktesonering	58
3.3.2.4	Skadeberaming	67
3.3.3	VLOEDVLAKTEBESTUURSTUDIES	67
3.3.3.1	Nie-strukturele benadering tot vloedvlaktebestuur .	70
3.3.3.1.1	Beplanningsmaatreëls	71
3.3.3.1.2	Reaksiemaatreëls	75
3.3.3.2	Strukturele benadering tot vloedvlaktebestuur	76
3.3.4	VLOEDVLAKTEBESTUURSPLANNE	78
3.3.4.1	Die besluitnemingsproses	79
3.3.4.2	Die besluitnemingsdoelwitte in vloedvlaktebestuur	80
3.3.4.3	Die evaluering van alternatiewe maatreëls om aan voorafopgestelde doelwitte te voldoen	81

3.3.4.3.1	Basiese tegnieke van voordeel-koste-analise	82
3.3.4.3.2	Multikriteriabeluutnemingsanalise	91
3.3.4.4	Metode vir die opstel van 'n optimale vloedskadeverminderingsspakket: Vertakking-en-grenslinemetode	95
<b>3.4</b>	<b>SAMEVATTING</b> .....	<b>98</b>
<b>3.5</b>	<b>AANBEVELINGS</b> .....	<b>102</b>

## HOOFSTUK 4

<b>4.1</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>105</b>
<b>4.2</b>	<b>DIE VLOEDSKADE-ANALISEPAKKET [FLOOD DAMAGE ANALYSIS (FDA) PACKAGE]</b> .....	<b>106</b>
<b>4.2.1</b>	<b>DAMCAL (DAMAGE REACH STAGE-DAMAGE CALCULATIONS)</b>	<b>106</b>
4.2.1.1	Oorsig	106
4.2.1.2	Prosedure van berekeninge	107
<b>4.2.2</b>	<b>EAD (EXPECTED ANNUAL FLOOD DAMAGE COMPUTATION)</b>	<b>108</b>
4.2.2.1	Grondbeginsels van die program	108
<b>4.3</b>	<b>DIE AANPASSING VAN ANUFLOOD VIR SUID-AFRIKAANSE TOESTANDE</b> .....	<b>109</b>
<b>4.3.1</b>	<b>VOORBEREIDING VAN DIE INSETDATA</b>	<b>111</b>
<b>4.3.2</b>	<b>TOEPASSING VAN DIE PROGRAM</b>	<b>114</b>
<b>4.4</b>	<b>TEWA</b> .....	<b>115</b>
<b>4.4.1</b>	<b>FUNDAMENTELE GRONDBEGINSELS VAN TEWA</b>	<b>115</b>
<b>4.4.2</b>	<b>DIE ONTWIKKELING VAN TEWA</b>	<b>117</b>
<b>4.4.3</b>	<b>INSETTE WAT DEUR TEWA BENODIG WORD</b>	<b>119</b>
4.4.3.1	Hidrologiese data	120
4.4.3.2	Perseeldata	120
4.4.3.3	Vloedskadefunksies	121
4.4.3.3.1	Prosedure vir die ontwikkeling van vloedskade funksies (algemeen)	122
4.4.3.4	Geografiese data	128
<b>4.4.4</b>	<b>PROSEDURE VIR DIE BEREKENING VAN VLOEDSKADE</b>	<b>128</b>
<b>4.5</b>	<b>SAMEVATTING</b> .....	<b>130</b>

## HOOFSTUK 5

<b>5.1</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>133</b>
<b>5.2</b>	<b>'N VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSE VIR DESPATCH EN UITENHAGE</b> .....	<b>133</b>
<b>5.2.1</b>	<b>VLOEDVLAKTEKOMITEE</b>	<b>133</b>
<b>5.2.2</b>	<b>VLOEDSTUDIES</b>	<b>134</b>

5.2.2.1	Vloedlyne	134
5.2.2.2	Berekening van diepte van oorstroming	141
<b>5.2.3</b>	<b>VLOEDVLAKTE-INVENTARIS</b>	<b>145</b>
5.2.3.1	Eienskapsdata vir die studie	145
5.2.3.2	Inligting ingesamel	150
<b>5.2.4</b>	<b>VLOEDVLAKTESONERING</b>	<b>150</b>
<b>5.2.5</b>	<b>BERAMING VAN VLOEDSKADE</b>	<b>153</b>
5.2.5.1	Residensiële sektor	153
5.2.5.2	Kommersiële sektor	158
5.2.5.3	Industriële gebied	159
5.2.5.4	Totale skade vir die hele ondersoekgebied	161
5.2.5.4.1	Die berekening van gemiddelde jaarlikse skade	162
<b>5.2.6</b>	<b>DIE UITVOERING VAN 'N VLOEDVLAKTEBESTUURSTUDIE</b>	<b>167</b>
5.2.6.1	Identifisering van moontlike scenario's vir die vermindering van vloedskade	167
5.2.6.2	Die evaluering van verskillende scenario's	170
<b>5.2.7</b>	<b>DIE OPSTEL VAN VLOEDVLAKTEBESTUURSPLANNE</b>	<b>175</b>
<b>5.2.8</b>	<b>DIE SAMEVATTING, EVALUERING EN AANBEVELINGS .....</b>	<b>177</b>

## HOOFSTUK 6

6.1	INLEIDING .....	181
6.2	SINTESE VAN DIE NAVORSING .....	182
6.3	DIE BELANGRIKHEID VAN DIE STUDIE.....	183
6.4	BEREIKING VAN DIE DOELSTELLINGS .....	184
6.5	GEVOLGTREKKING.....	186
6.6	AANBEVELINGS.....	187

<b>BRONNELYS.....</b>	<b>189</b>
-----------------------	------------

### BYLAE 1

#### DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR VERSKILLENDE GRONDGEBRUIKE

### BYLAE 2

#### TABEL A: DIE LEEFTYD EN VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE VAN ITEMS WAT IN EN OM WOONEENHEDE VOORKOM

#### TABEL B: DIE VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE VAN VOORRAAD IN KLEINHANDELWINKELS

### BYLAE 3

#### VRAELYSTE VIR DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES

**BYLAE 4**

**GRAFIESE VOORSTELLING VAN DIE VERSKILLENDE RESIDENSIËLE EIENDOMME  
GEKOPPEL AAN VLOEDSKADEFUNKSIES**

## LYS VAN FIGURE

---

Figuur 1.1	Die ligging van die ondersoekgebied in Nasionale konteks	12
Figuur 1.2	Die ligging van die ondersoekgebied ten opsigte van Port Elizabeth	14
Figuur 1.3	Skematiese voorstelling van vloedskade tipes	20
Figuur 1.4	Grafiese voorstelle van die hulpmiddels wat nodig is vir die opstel van 'n vloedvlaktebestuursplan	25
Figuur 2.1	Gemiddelde maandelikse reënval as persentasie van jaarlikse gemiddelde reënval van sekere plekke in die Oos-Kaap	32
Figuur 2.2	Die hoof plantegroei-streke van die gebied	35
Figuur 2.3	Die geologie van die ondersoekgebied	37
Figuur 2.4	Die opvanggebied van die Swartkopsrivier	39
Figuur 2.5	Grondgebruik in die opvanggebied van die Swartkopsrivier	42
Figuur 2.6	'n Skuinslugfoto van Soweto-on-Sea (1994)	45
Figuur 3.1	Die rampbestuurskontinuum soos deur die Witskrif op Rampbestuur vir Suid-Afrika voorgestel word	52
Figuur 3.2	'n Vloedvlaktebestuurstelsel soos ontwikkel in Nieu-Suid-Wallis, Australië	56
Figuur 3.3	Snelheid-en diepte-ewantskappe teenoor vloedgevaar	62
Figuur 3.4	Risikokategorieë vir vloedvlaktes	63
Figuur 3.5	Eensone- en tweesone-konsepte soos in Kanada gebruik word	65
Figuur 3.6	Die nege stappe van 'n veeldoelige vloedbestuursprojek	81
Figuur 3.7	'n Praktiese toepassing van die waarde-boom-benadering vir kommersiële bosbou in die Macleardistrik in die noordelike deel van die Oos-Kaap	95
Figuur 3.8	Die vertakking-en-grenslinemetode vir die opstel van 'n optimale vloedskadeverminderingspakket	97
Figuur 3.9	Kombinering van impakanalise, voordeel-koste-analise en multikriteriabeluistneming in besluitneming	100
Figuur 3.10	Voorgestelde vloedvlaktebestuurstelsel vir Suid-Afrika	102
Figuur 4.1	Die samevoeging van vloedskadefunksies per vloedvlaktesones	107
Figuur 4.2	'n Diagrammatiese voorstelling van die insette en uitsette van ANUFLOOD	111
Figuur 4.3	Diagrammatiese voorstelling van die eienskappe van DAMCAL, EAD en ANUFLOOD wat gebruik is in die ontwikkeling van TEWA	117
Figuur 4.4	'n Vloeddiagram van die prosedures van TEWA	118
Figuur 4.5	'n Visuele voorstelling van die prosesse in TEWA	119
Figuur 4.6	Diagrammatiese voorstelling van 'n vloedskadefunksie	122
Figuur 4.7	Inligting benodig vir die beraming van potensiële industriële skade	126

Figuur 4. 8	Die berekening van vloedskade deur TEWA	129
Figuur 5.1	Die ondersoekgebied met dwarsnitte in die Swartkopsrivier	135
Figuur 5.2	Skuinsfoto van Soweto-on-Sea met verskeie dwarsnitte aangedui	139
Figuur 5.3	Skuinslugfoto van Soweto-on-Sea met 'n voorstelling van die 1:50 jaar- vloedlyn	140
Figuur 5.4	Soweto-on-Sea langs die Chattyrivier opgedeel in sones vir die berekening van vloedskade	144
Figuur 5.5	Despatch residensiële klassifikasie vir die beraming van vloedskade	147
Figuur 5.6	Uitenhage klassifikasie vir die beraming van vloedskade	148
Figuur 5.7	Die ligging van nywerhede in die Uitenhagevloedvlakte	149
Figuur 5.8	Voorstelling van die sones wat vir die berekening van vloedskade in Uitenhage gebruik is	151
Figuur 5.9	Voorstelling van die sones wat vir die berekening van vloedskade in Despatch gebruik is	152
Figuur 5.10	Deel van Soweto-on-Sea langs die Chattyrivier met twee klassifikasies van huise	156
Figuur 5.11	Berekening van die gemiddelde jaarlikse skade ( <i>Smith &amp; Greenaway, 1993</i> )	162
Figuur 5.12	Erwe wat oorstrom indien 'n streeksmaksimumvloed voorkom	165
Figuur 5.13	Die identifisering van nywerhede wat sal oorstrom indien 'n 1:100 jaarvloedlyn voorkom	166
Figuur 5.14	Ligging van die vloedwal wat vir Despatch voorgestel word	174
Figuur 5.15	Moontlike vloedskadeverminderingsplan vir Uitenhage en Despatch	176

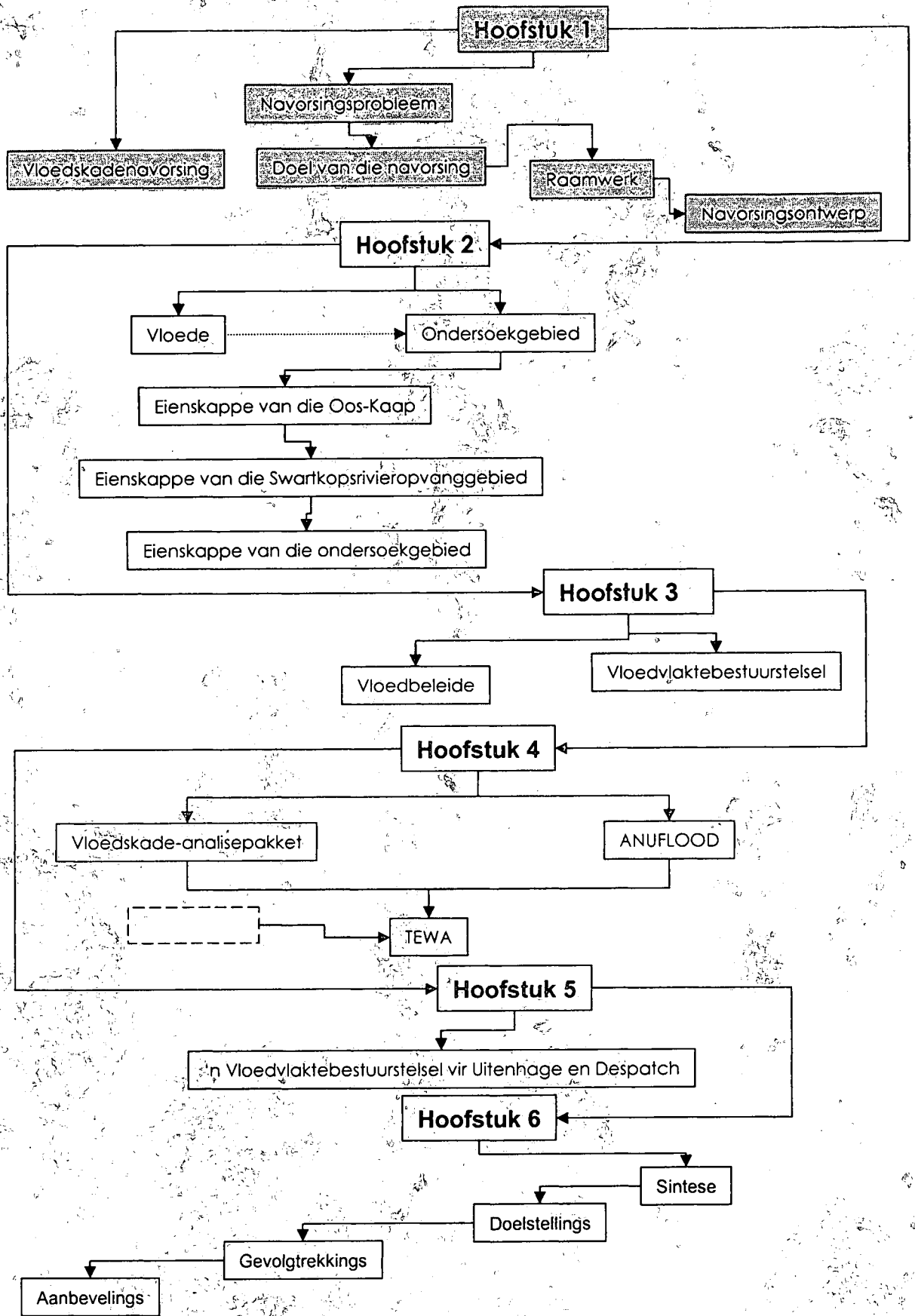
## LYS VAN TABELLE

---

TABEL 2.1	BESKRYWING VAN DIE PLANTEGROEI WAT IN DIE OOS-KAAP AANGETREF WORD	34
TABEL 2.2	VERNAAMSTE VLOEDE IN DIE SWARTKOPSRIVIER	44
TABEL 3.1	VOORBEELDE VAN STRUKTURELE EN NIE-STRUKTURELE MAATREËLS VIR DIE VERMINDERING VAN VLOEDSKADE	69
TABEL 3.2	IDENTIFISERING VAN SLEUTELVOORDELE EN -KOSTE IN DIE EVALUERING VAN VLOEDVERSAGTING- EN GRONDDREINERINGSPROJEKTE	84
TABEL 3.3	DIE GEBRUIK VAN WAARSKYNNLIKHEDE EN VERWAGTE UITKOMSTE OM PROJEKTE TE EVALLUEER	89
TABEL 3.4	VOORBEELD VIR DIE TOEPASSING VAN MULTIKRITERIABESLUITNEMINGS ANALISE	100
TABEL 4.1	UITEENSETTING VAN DIE VELDE WAT IN DIE GRONDGEBRUIKSDATA VIR DIE GEBRUIK DEUR ANUFLOOD VOORKOM	114
TABEL 4.2	ANUFLOOD SE VEERTIEN TOEPASSINGS	115
TABEL 4.3	'N VOORBEELD VAN HIDROLOGIESE DATA BENODIG DEUR TEWA (WATERHOOGTE IN METER)	120
TABEL 5.1	VLOEDWAARSKYNNLIKHEID TEENOR VLOEI IN KUBIEKE METER PER SEKONDE VIR DIE DESPATCH- EN UITENHAGEGEBIED VOLGENS VERSKILLENDE MODELLE	136
TABEL 5.2	HIDROLOGIESE INLIGTING VIR DIE ONDERSOEKGEBIED (UITENHAGE EN DESPATCH): VLOEDVLAKKE TEENOR VLOEDVOORKOMSTE (FIGUUR 5.1)	137
TABEL 5.3	EIENSKAPPE VAN DIE CHATTYRIVIEROPVANGEBIED (FIGUUR 5.2)	138
TABEL 5.4	BERAAMDE ELEVASIE (METER BO SEESPIEËL) VIR VERSKILLENDE WAARSKYNNLIKHEDE VAN VLOEDE VIR DIE CHATTYRIVIER	141
TABEL 5.5	POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR UITENHAGE RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999	154
TABEL 5.6	POTENSIËLE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR DIE DESPATCH RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999	154
TABEL 5.7	POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND BEREKEN VIR SOWETO-ON-SEA RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999	157
TABEL 5.8	POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND BEREKEN VIR DESPATCH KOMMERSIËLE SEKTOR, 1999	158
TABEL 5.9	POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR UITENHAGE KOMMERSIËLE SEKTOR, 1999	159

TABEL 5.10	POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE BEREKEN VIR UITENHAGE INDUSTRIËLE SEKTOR (1999)	160
TABEL 5.11	POTENSIËLE VLOEDSKADE IN MILJOEN RAND VIR DESPATCH, 1999	161
TABEL 5.12	POTENSIËLE VLOEDSKADE IN MILJOEN RAND VIR UITENHAGE, 1999	161
TABEL 5.13	GEMIDDELDE JAARLIKSE POTENSIËLE VLOEDSKADE VIR DIE ONDERSOEK- GEBIED	163
TABEL 5.14	UITEENSETTING VAN MOONTLIKE VLOEDSKADEVERMINDERINGS- MAATREËLS VIR UITENHAGE EN DESPATCH	169
TABEL 5.15	RESIDUELE VLOEDSKADE EN VOORDEEL WAT DEUR 0,5 METER VLOEDVERSKANSING VIR GEBIED 1 VERKRY WORD (1999)	172





# HOOFSTUK 1

---

## TEORETIESE EN METODOLOGIESE RAAMWERK

### 1.1 NAVORSINGSPROBLEEM

*Kinders verdrink in nuwe vloede; 310 gesinne gered* (Rapport, 1996)

*SANW verlig nood na vloede in Mosambiek. Oeste in ramp verwoes; kos raak op*  
(Beeld, 1999)

*Oorvol damme bedreig KZN. Meer as 700 gesinne haweloos* (Volksblad, 1999)

*Lyke van vloedslagoffers in massagruffe begrawe. Desperate poging om*  
*uitbreek van siektes te voorkom* (Volksblad, 2000)

Bostaande koerantopskrifte toon dat vloedskadenavorsing nooit as ontydig en onnodig geag moet word nie. Vloede is en bly 'n probleem in Suid-Afrika. Na beraming het vloedwater in die begin van 1996 gedurende een dag skade van R150 miljoen in Ladysmith aangerig (Beeld, 1996). Dit is nie net finansiële skade nie, maar ook sosiale skade. "The death toll from days of driving rain and resulting floods soared above 50 yesterday and left thousands of people homeless ..."  
(Business Day, 1996).

Om die impak van toekomstige vloede ten opsigte van finansiële skade en lewensverlies tot die minimum te beperk, is beplanning en bestuur van vloedvlaktes uiters belangrik. Basies kan die beplanning en bestuur van 'n vloedvlakte in twee dele verdeel word. Eerstens, vind bestuur volgens bestaande ontwikkeling plaas en tweedens, word bestuur en beplanning op nuwe ontwikkelings toegepas. Beide het egter te make met die potensiaal vir vloedskade en - meer spesifiek - die vermindering of minimalisering van die potensiaal vir vloedskade. Hierdie vermindering/minimalisering kan deur verskillende maatreëls bereik word, wat in twee hoofafdelings, naamlik struktureel en nie-struktureel, ingedeel kan word.

## 1.2 VOORAFGAANDE NAVORSING

Die navorser het in 1994 'n studie onderneem om 'n rekenaarmodel daar te stel waarmee vloedskade voorspel kan word en waarmee moontlike vloedskadeverminderingsmaatreëls getoets kan word (Booyesen, 1994). Vir hierdie doel is ANUFLOOD, 'n Australiese rekenaarprogram, aangeskaf en vir Suid-Afrikaanse doeleindes aangepas. As inleiding tot die magister verhandeling is oorsake van vloede en die impak van verstedeliking op vloede bespreek. Na hierdie inleiding is die teorie van skadeberaming hanteer. Twee benaderings vir die beraming van vloedskade bestaan, naamlik die beraming van historiese vloedskade en die voorspelling van toekomstige vloedskade (Green, Parker, Thompson & Penning-Rowell, 1983). In die Verhandeling is die laasgenoemde benadering gevolg.

In die Verhandeling is bevind dat verskeie maatreëls en strategieë toegepas kan word om skade te verminder. Vier strategieë, naamlik die beheer van vloedwater, die vermindering in die vatbaarheid en potensiaal vir skade, die dra van risiko, en die niksdoen-opsie is bespreek.

Vir die gebruik van ANUFLOOD vir die beraming van skade en die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls is die ontwikkeling van drie insette nodig, naamlik hidrologiese inligting, grondgebruiksdata, en vloedskadefunksies. Die ontwikkeling van vloedskadefunksies was 'n belangrike deel van die Verhandeling en insette van verskeie bronne en kundiges is vir dié doel ingewin. Artikels voortspruitend uit hierdie navorsing is gepubliseer (Booyesen, Viljoen en De Villiers 1996a en b, Booyesen, Viljoen en De Villiers 1999) en referate is in dié verband aangebied, waarvan een tydens 'n internasionale kongres te Lost City in Suid-Afrika gelewer is (From Flood to Drought, IAHR Southern African Division Bi-ennial Congress, 1996). Die metodes wat in die ontwikkeling van vloedskadefunksies gebruik is, is met Smith (Persoonlike kommunikasie, 1995, 1999) uitgeklaar.

Vir die beraming van potensiële skade is twee tipes skade bereken. In die eerste geval is totale skade per vloedlyn en in die tweede geval die gemiddelde jaarlikse skade bereken. By Upington was die gemiddelde jaarlikse skade (GJS) vir die residensiële sektor R641 000 (1993) en in Vereeniging was dit R124 000 (1993). Die

kommersiële GJS in Vereeniging, soos bereken met behulp van ANUFLOOD, was R52 000 (1993).

Vyf vloedskadeverminderingsmaatreëls, naamlik vloedverskansing, vloedwalle,loedvlaktebestuur, vloedversekering, asook vloedwaarskuwing is in die ondersoekgebiede geëvalueer. Slegs die voordele is beraam en die koste verbonde aan die implementering van die maatreëls is nie in ag geneem nie. Die effek van oprigting van 0,5 m, 1 m en 2 m hoë vloedverskansings is deur middel van tabelle uitgewys. Daar is bevind dat 'n vloedwal wat 'n vloed met 'n frekwensie van 1:20 jaar in Upington uithou, die gemiddelde skade met R452 000 (1993) per jaar verminder. Deur in Vereeniging 'n vloedwal te bou wat 'n vloed van 1:200 jaar kan uithou, kan die gemiddelde jaarlikse skade met 62 persent verminder. Deur die gemiddelde jaarlikse vloedskade wat deur middel van ANUFLOOD vir Upington en Vereeniging beraam is, as raamwerk te neem, is moontlike vloedversekeringspremies bepaal. Die invloed van vloedwaarskuwings op vermindering van skade kon die beste by Upington aangetoon word. Dit is omdat Upington so 'n lang waarskuwingstyd het, en alle moontlike vloedskadeverminderingsaksies uitgevoer kan word. Die effek van verandering in waarskuwingstyd kon weer in Vereeniging (as gevolg van die kort waarskuwingstyd) beter waargeneem word, wat dan ook in hierdie studie uitgewys is.

Drie vloedskadeverminderingsmaatreëls, naamlik vloedverskansing, vloedwalle en vloedwaarskuwing is vir die kommersiële sektor in Vereeniging ondersoek. In die studie is vloedverskansing vir twee gebiede wat onderhewig is aan vloede, naamlik die Pick 'n Pay-sentrum en die sentrale sakegebied, gesimuleer. Met die simulاسie van die effek van vloedwalle is bevind dat 'n vloedwal van 1 m voldoende is om vloede met 'n frekwensie van 1:1 000 jaar uit die kommersiële areas uit te hou. Sou die waarskuwingstyd van 12 na 20 uur verleng word, word 'n voordeel van R680 000 (1993) vir 'n vloed met 1:200 jaar frekwensie behaal. Alhoewel net een groot industriële aanleg in Vereeniging onderhewig aan vloede is, is die skadepotensiaal van 'n baie groot omvang. Baie aandag behoort dus aan die nywerheidsaanleg se vloedskadeverminderingsaksies gegee te word. Met die ondersoek is bevind

dat ontruiming as 'n vloedskadevermindingsmaatreël nie moontlik sal wees nie. Verskeie probleme is geïdentifiseer wat ontruiming kan vertraag. Vloedverskansing het 'n baie groter impak op skadevermindering. Daar is ook bevind dat jaarlikse gemiddelde skade gehalveer kan word met die oprigting van 'n 1 m hoë vloedverskansing.

### **1.3 'N NUWE RAAMWERK IN VLOEDSKADENAVORSING**

Na die afhandeling van bogenoemde studie is verskeie instansies besoek en gesprekke gevoer met kundige persone in die veld van rampbestuur, beplanning en staatkundige ontwikkeling. Tydens die lewering van verskeie referate en die praktiese toepassing van die metodes wat gedurende vorige studies ontwikkel is, is tot die besef gekom dat vloedskadenavorsing verder ontwikkel moet word en in 'n ander konteks moet plaasvind.

In die Magisterverhandeling is die klem geplaas op die berekening van vloedskade en die evaluering van eendimensionele vloedskadevoorkomingsmaatreëls. Belangrike gebreke in hierdie konsep of metode is geopenbaar toe die konsepte vir rampbestuur toegepas moes word, en die tersaaklikheid van uitbreiding van die metodes geïdentifiseer is. Hierdie uitbreiding behels die inagneming van die fases van rampbestuur wat van toepassing is op vloede. Gedurende hierdie tyd het die Groenskrif en later die Witskrif op Rampbestuur die lig gesien en sekere beleidsverskuiwing in die toekomstige wetgewing het ook daartoe gelei dat oor metodes herbesin moes word.

Gesprekke met internasionale kundiges soos Westgate (1999) het 'n verdere klemverskuiwing veroorsaak. In die vorige paragraaf is klem gelê op rampbestuur, maar hierdie konsep is weer verder uitgebrei sodat rampbestuur deel van ontwikkeling moet wees. Dit is ook in lyn met nuwe wette en beleide in Suid-Afrika waar ontwikkeling hoë prioriteit geniet. Wat verder tot hierdie idee bydra, is nuwe nasionale doelwitte wat daargestel is vir die verhoging in sosiale welvaart. Hierdie beginsels word vervat in konsepte soos volhoubare ontwikkeling, gelykheid en groei. Vir die inagneming van hierdie beginsels is die

metodes wat in die genoemde Magisterverhandeling ontwikkel is, ontoereikend en sal aangepas en uitgebrei moet word. Soos later in die hoofstuk aangedui gaan word, is die hoofdoel van die proefskrif, die ontwikkeling van nuwe metodes en die uitbreiding van bestaande metodes om die behoeftes wat ontstaan het, aan te spreek. Die aksies gaan konsentreer op die ontwikkeling van stelsels en metodes vir die evaluering van projekte of, in die geval van vloedskade, die maatreëls wat geïmplementeer kan word vir die vermindering in vloedskades.

#### **1.4 DOEL VAN DIE NAVORSING**

In die volgende gedeelte word die doel van die navorsing bespreek. Eerstens word die oorhoofse doel aangedui waarna hierdie oorhoofse doel in drie doelstellings ingedeel word.

##### **□ Oorhoofse doel**

Die ontwikkeling van stelsels, metodes en hulpmiddels wat tydens stedelike vloedvlakbestuur en -beplanning gebruik kan word om vloedskade en lewensverlies tot die minimum te beperk, met inagneming van nasionale sosiale welvaartdoelwitte.

##### **• Doelstelling 1**

Om verskillende vloedvlakbeplannings- en -bestuursmeganismes te ondersoek en daardeur 'n vloedvlakbestuurstelsel vir Suid-Afrika voor te stel.

##### **• Doelstelling 2**

Die ontwikkeling van hulpmiddels wat vir die uitvoering van Doelstelling 1 gebruik kan word. So 'n hulpmiddel sluit 'n rekenaarmodel in wat gebruik kan word om potensiële vloedskade te beraam en om vloedskadeverminderingsopties te evalueer.

##### **• Doelstelling 3**

Die toepassing van die vloedvlakbestuurstelsel in die ondersoekgebied.

- Subdoelstelling 3.1: Die beraming van vloedskade vir die ondersoekgebied.
- Subdoelstelling 3.2: Die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls vir die ondersoekgebied.
- Subdoelstelling 3.3: Die opstel van 'n vloedvlaktebestuursplan vir die ondersoekgebied waarvolgens die ondersoekgebied beplan en bestuur kan word.

## 1.5 RAAMWERK WAARVOLGENS NAVORSING PLAASVIND

Die doelstellings van die navorsing is van die belangrikste aanwysers van die raamwerk waarbinne die navorsing plaasvind, met ander woorde dit dui aan wat word ondersoek en wat word uitgelaat. So byvoorbeeld sal 'n *ex post*-benadering buite die raamwerk val omdat in die doelstellings bepaal word dat pro-aktief opgetree moet word met die ontwikkeling van stelsels vir die bestuur van vloedvlaktes.

'n Verdere beginsel wat in die navorsing as begrensing dien, is óf die vloedskade wat bereken word, skade aan die individuele persoon, kommersiële aktiwiteit of nywerheid is.

Verder vind die beraming van skade en die evaluering van vloedskadeverminderingsopties binne die stelsel plaas wat ontwikkel word om vloedvlaktes te bestuur.

Gedurende vorige navorsing deur die navorser is 'n begin gemaak met die *ex ante*-benadering in vloedskadenavorsing in Suid-Afrika. Gedurende hierdie navorsing is vloedskadefunksies vir sekere gebiede in Suid-Afrika ontwikkel. Evaluering van moontlike vloedskadeverminderingsopties wat in die ondersoekgebiede toegepas kan word, is ondersoek. Om die verskillende opties met mekaar te vergelyk, is ANUFLOOD gebruik om die ekonomiese voordeel te bereken.

Die teoretiese raamwerk waarbinne hierdie navorsing uitgevoer is, word uitgebrei vir die doktorsale proefskrif. Aspekte wat gedurende bogenoemde navorsing gedek is en wat in hierdie navorsing weer kortliks aangeraak word, sluit in:

- Tipes skade wat bereken word.
- Die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir formele residensiële, kommersiële en industriële grondgebruike.
- Beraming van vloedskade.
- Vloedskadeverminderingsaksies.

Die volgende aspekte word bykomend ondersoek:

- Ontwikkeling van **TEWA** ('n rekenaarmodel vir *Tangible Economic Flood Water Damage Assessment*).
- Ontwikkeling van standaardvloedskadefunksies.
- Beraming van skade aan informele nedersettings.
- Bestuur en beplanning vanloedvlaktes.

Dit is belangrik om daarop te let dat die teorie onderliggend aan die bogenoemde konsepte in afsonderlike hoofstukke hanteer gaan word en nie in een teoretiese hoofstuk nie.

Omloedvlaktebeplanning en -bestuur moontlik te maak, is twee sake teoreties belangrik, naamlik hulpmiddels wat teenwoordig moet wees en planne en/of strategieë wat in beplanning en bestuur vanloedvlaktes gebruik kan word. In die volgende afdeling word die term "hulpmiddels" bespreek.

### **1.5.1 Hulpmiddels wat tydens vloedskadenavorsing gebruik word**

Vir die suksesvolle uitvoering van vloedskadenavorsing is sekere hulpmiddels nodig. In die volgende afdeling word van hierdie hulpmiddels aangespreek.



### 1.5.1.1 Inligting as 'n hulpmiddel vir vloedskadenavorsing

Seker een van die belangrikste hulpmiddels vir vloedvlaktebestuur is **inligting**. Die tipe inligting wat benodig word vir vloedvlaktebestuur sluit vloedskadefunksies, grondgebruiksdata, hidrologiese en geografiese data in.

#### □ **Ontwikkeling van standaard vloedskadefunksies**

Vloedskadefunksies word gebruik om vloedskade te beraam. Gedurende die tagtigerjare het verskeie artikels in verband met vloedskadefunksies verskyn (MacBean, Gorrie, Fortin, Ding & Moulton, 1988a; MacBean, Gorrie, Fortin, Ding & Moulton, 1988b). Uit hierdie artikels is dit duidelik dat verskeie metodes gebruik word om vloedskadefunksies op te stel. Die belangrikste gevolgtrekking wat die skrywers maak, is dat diepte van oorstroming die belangrikste bepalende faktor in die opstel van vloedskadefunksies. In die negentigerjare word hierdie idee voortgesit deur onder andere Smith (1994), Smith (1996b) en Tang, Vangvisessomjai & Sahasakmontri (1992). Na al dié bronne geraadpleeg is, kan tot die slotsom gekom word dat vloedskadefunksies die verwantskap is tussen vloedeienskappe (meer spesifiek diepte van oorstroming) en skade.

#### □ **Ontwikkeling en gebruik van grondgebruiksdata**

Grondgebruiksdata bepaal watter vloedskadefunksies gebruik word. Residensiële inligting is 'n voorbeeld van grondgebruiksdata. Dit is egter nie net residensiële data wat deel uitmaak van hierdie tipe data nie, maar ook kommersiële sowel as industriële gebruike ressorteer onder grondgebruiksdata. Hoofsaaklik twee metodes kan vir die insameling van grondgebruiksdata gebruik word. Die eerste metode kan as 'n transitoprosedure beskryf word. Met hierdie metode word die ondersoekgebied deurkruis en die nodige data word genoteer. Afstandwaarneming word met die tweede metode gebruik om data in te samel. Lugfoto's kan gebruik word om data van die ondersoekgebied te verkry.

## □ Hidrologiese data

Hidrologiese data word in verskillende vorme deur hidroloë verskaf sodat dit in die navorsing gebruik kan word. Vir die gebruik in die modelle kan óf 'n Digitale terreinmodel (DTM) geskep word, óf die ondersoekgebied kan in sones verdeel word. Die sones word aan spesifieke dwarsnitte verbind waarvan hidrologiese data vir die sone afgelei word. Hidrologiese data word gebruik om hoofsaaklik die vloedvlakte af te baken en diepte van oorstroming te bereken.

### 1.5.1.2 Ontwikkeling van 'n rekenaarmodel

Die inligting uit Afdeling 1.3.1.1 verkry, kan in prosedures saamgevat word waarmee potensiële vloedskade bereken kan word. Hierdie prosedures kan verder in 'n rekenaarmodel beslag vind wat die berekeninge vinniger uitvoer. Die versamelnaam vir die prosedures en rekenaarmodel word deur die woord TEWA, waarna reeds verwys is, saamgevat.

Metodes wat gebruik is om data (grondgebruiksdata, hidrologiese data en vloedskadefunksies) vir die ANUFLOOD-rekenaarmodel in te samel (Booyesen, 1994), word ook in hierdie navorsing gebruik. Data word vir TEWA in dBase-lêers gestoor, waar dit vir ANUFLOOD in ASCII-formaat gestoor is. Dit maak die opstel en opdatering van 'n databasis makliker.

### 1.5.2 Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

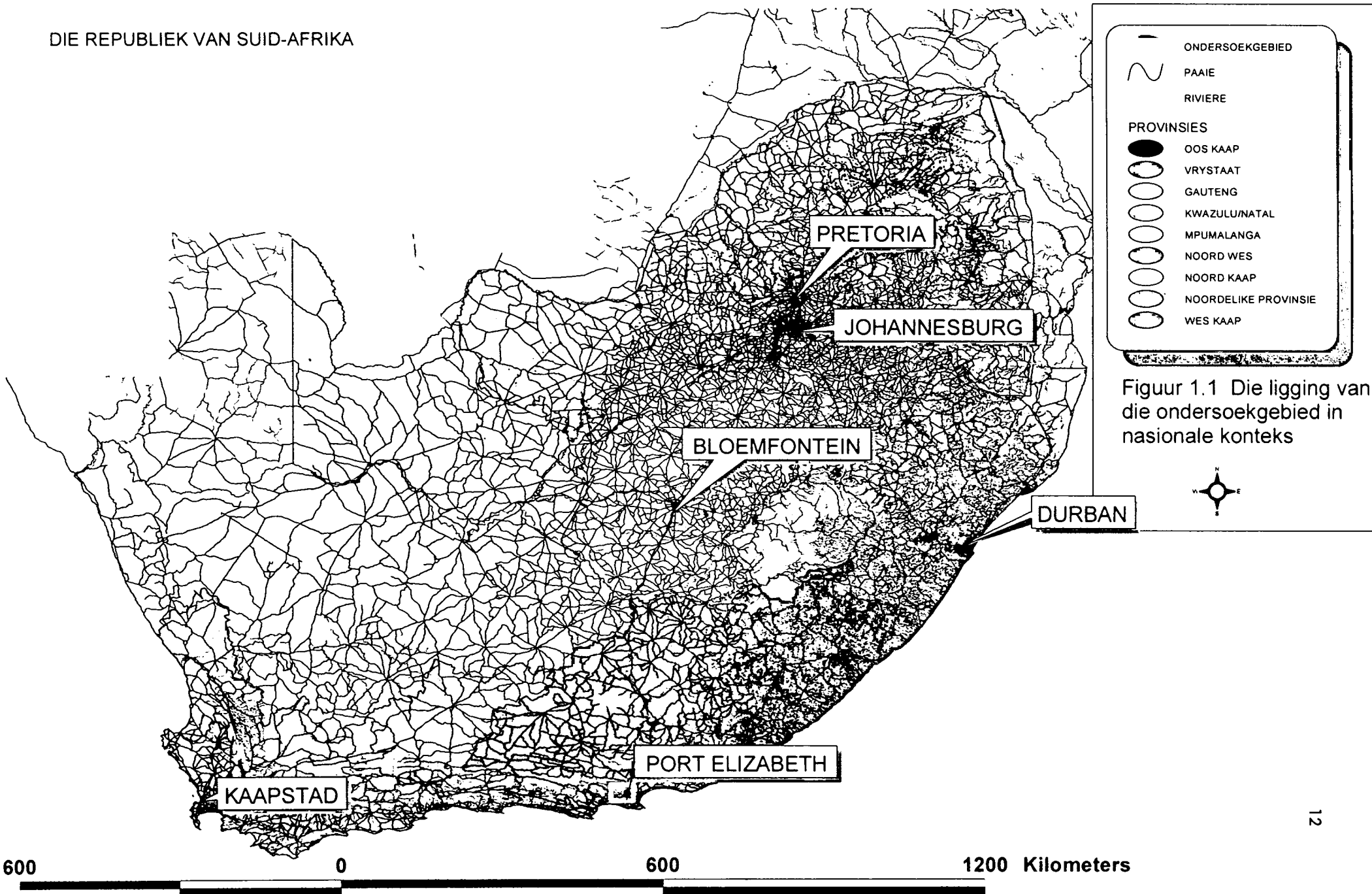
Volgens Smith (Persoonlike Kommunikasie, 1995) bestaan daar 'n wye reeks van maatreëls wat gebruik kan word vir die vermindering van stedelike vloedskade. Die bekende indeling van maatreëls is óf struktureel óf nie-struktureel. Strukturele maatreëls sluit die oprigting van damme en vloedwalle in, terwyl nie-strukturele maatreëls sonering en versekering insluit. Die International Commission on Irrigation and Drainage (1999) identifiseer nie-strukturele maatreëls as die aktiwiteite wat beplan word om gevolge van vloede te verklein sonder om strukture te bou wat die vloei van die rivier kan verander. Handmer & Smith (1991) wys op die effek van vloedwaarskuwing wat as 'n nie-strukturele maatreël toegepas word.

'n Nuwe benadering wat al 'n geruime tyd gepropageer word, is die wegbeweeg van net strukturele maatreëls tot 'n kombinasie tussen struktureel en nie-struktureel. Vloedvlaktebestuur word ook uitgebrei tot holistiese opvanggebiedbestuur. Vir die suksesvolle toepassing van die maatreëls is dit nodig dat die maatreëls in 'n stelsel of raamwerk van aktiwiteite saamgevat word.

## **1.6 NAVORSINGSONTWERP**

### **1.6.1 Onderzoekgebied**

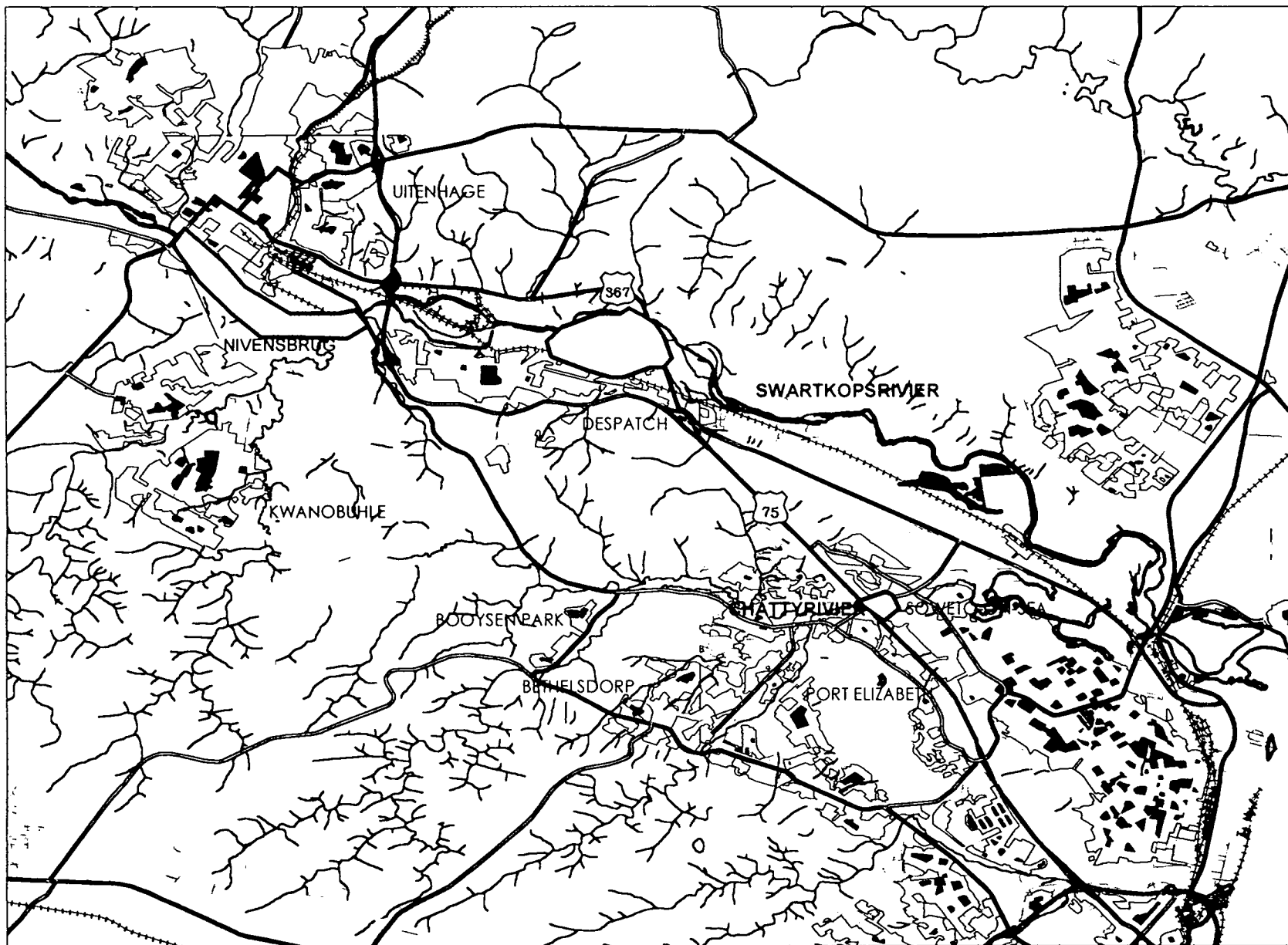
Die Uitenhage en Despatch stedelike gebiede naby Port Elizabeth is as ondersoekgebied gekies. Saam met hierdie area word 'n informele nedersetting langs die Chattyrivier (Soweto-on-Sea) ondersoek. Figuur 1.1 toon die ligging van die ondersoekgebied in die nasionale konteks.



Figuur 1.1 Die ligging van die ondersoekgebied in nasionale konteks

Die rede vir die keuse van dié spesifieke ondersoekgebied is omdat al die grondgebruike wat ondersoek word, in hierdie ondersoekgebied voorkom, naamlik industriële, kommersiële, sowel as residensiële grondgebruike en onderhewig was aan oorstromings. Die informele nedersetting van Soweto-on-Sea bied ook 'n geleentheid om informele grondgebruike te ondersoek. Bykomend tot hierdie redes was belangrike oorwegings die beskikbaarheid van hidrologiese data, samewerking van plaaslike owerhede en vloedinligting wat reeds bestaan.

In Figuur 1.2 word aangedui dat een ondersoekgebied vanaf Nivansbrug by Uitenhage tot die Uitenhagepad (367) oos van Despatch strek. Soweto-on-Sea word langs die R75 aangetoon. In Uitenhage is dit oorwegend residensieel en industrieel. Die bekende Volkswagen- en Good Year-aanlegte val onder meer in hierdie gebied. In Despatch is dit weer oorwegend residensieel en kommersieel.



## LEGENDE

- |         |                 |
|---------|-----------------|
| 022 220 | Onderzoekgebied |
| —       | Sekondêre Paaie |
| —       | Hoof Paaie      |
| —       | Ander Paaie     |
| —       | Nasionale Paaie |
| —       | Spoorlyne       |
| —       | Riviere         |
| —       | Stede en Dorpe  |

Figuur 1.2 Die ligging van die onder-  
soekgebied ten opsigte van  
Port Elizabeth

Projeksie: Transverse Mercator  
Sferoïde: WGS 84  
Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos



8 0 8 16 Kilometers

Die studie-area (Despatch en Uitenhage) se wateropvanggebied strek vanaf Despatch in die ooste vir 60 km in 'n noordwestelike rigting. Dit word begrens deur die Groot Winterhoekberge in die noorde en die Elandsberge in die suide. Die totale oppervlakte van die opvanggebied beslaan 1 120 km<sup>2</sup>.

Die ligging van die **Chattyrivier** ten opsigte van Port Elizabeth word ook in Figuur 1.2 aangetoon. Volgens Mackay, Van Eeden, Van Der Merwe, Hops, McCarthy & Banzana (1994a) het daar in 1994 ongeveer 80 000 mense in ongeveer 15 000 plakkershutte langs die Chattyrivier in Soweto-on-Sea gewoon. Minimale dienste was teen daardie tyd teenwoordig, paaië is nie onderhou nie en net 200 waterkrane het die hele gemeenskap bedien.

Omdat Soweto-on-Sea onbeheers ontwikkel het, is 3 000 hutte onder die 1:50 jaarvloedlyn van die Chattyrivier gebou (Mackay *et al.*, 1994a). Dit het tot gevolg dat 16 000 mense onder dié lyn bly. Die opvanggebied van die Chattyrivier is relatief klein en dit is 'n nie-standhoudende rivier. Die Chattyrivier vloei byvoorbeeld teen gemiddeld 0,05 m<sup>3</sup>/s. Die soutinhoud van die rivier wissel van 10 tot 14 dele per duisend. Faecal-bakterieë en mineraalbesoedeling veroorsaak dat die kwaliteit van die water baie swak is. Volgens Mackay *et al.* (1994b) het die Departement van Landbou in 1994 'n opname van die tipes grond in die vloedvlakte van die Chattyrivier onderneem. Alhoewel dit volledig in hulle verslag hanteer word, word van die hoofpunte kortliks aangestip:

- Die ondergrond bevat 'n groot hoeveelheid klei, wat die dreineringsbemoëlik.
- Die watertafel is baie naby die grondoppervlak.
- Die bogrond is sanderig en erosie deur wind kan hoog wees.
- In baie areas is die bogrond deur konstruksie en/of die storting van konstruksiemateriaal versteur.

Al hierdie faktore dra daartoe by dat die potensiaal vir oorstroming hoog is. Twee tipes vloede kan hier plaasvind, waarvan een die plaatoorstroming is wat as

gevolg van stormwater kan plaasvind. Die ander is stroomoorstroming van die Chattyrivier.

### 1.6.2 Metodologie

Die metodologie word aan die hand van die gestelde doelstellings bespreek. Daar word onder meer aangetoon watter data nodig is en hoe dit ingesamel word. Vir die bereiking van Doelstelling 1 word deur middel van 'n literatuurstudie inligting oor vloedvlakteplanne en -bestuur ingesamel. Hierdie proses het alreeds begin tydens vorige navorsing wat oor die aanpassing van 'n rekenaarmodel vir die beraming van vloedskade gehandel het (Booyesen, 1994).

Doelstelling 2 word bereik deur insette vir 'n rekenaarmodel daar te stel en data vir die gebruik in vloedskade beraming te skep of in te samel. Die vier hoofinsette tot die rekenaarmodel sluit vloedskadefunksies, grondgebruiks-, hidrologiese en geografiese data in. Geografiese data dui die fisiese ligging aan en die ander drie tipes beskryf hierdie geografiese data en word gebruik in die berekening van vloedskade.

Vloedskadefunksies word opgestel deur die volgende stappe uit te voer:

- Geboue in die vloedvlakte word geklassifiseer.
- Inligting oor die inhoud van geboue word ingesamel in (dit kan residensiële sowel as kommersiële aktiwiteite wees).
- 'n Vloedskadefunksie word vir 'n individuele huis of winkel waarby 'n vraelys ingevul is, opgestel.
- Hierdie inligting word in verskillende klasse gegroepeer.
- 'n Algemene vloedskadefunksie word met regressie-analises vir die groep geskep.

Die struktuurskadefunksie word deur middel van kundiges opgestel en by die inhoudskadefunksie getel om 'n totale vloedskadefunksie per grondgebruikskategorie te ontwikkel.



Primêre data vir die opstel van vloedskadefunksies word van vraelysopnames in die ondersoekgebied verkry. Hierdie data word verder verwerk deur sekondêre data wat deur navorsing in Australië en Engeland ontwikkel is, te gebruik. Data soos die verspreiding van voorraad in 'n winkel en die vatbaarheid vir skade van huishoudelike items word uit hierdie data opgestel.

Soos reeds genoem, sal eienskappe van grondgebruike op twee maniere ingesamel word. Die transitometode sal die basis uitmaak en die data van lugfoto's sal as alternatiewe metode getoets word. Tydens die transitometode word met 'n motor deur die gebied gery en eienskappe van grondgebruike aangeteken.

Verder moet die metodes soos die identifisering van risikogebiede wat tydens Doelstelling 1 ontwikkel is, nou in 'n GIS-model ingebou word. Vir die ontwikkeling van die model moet ander inligting ook ingesamel word. Hierdie inligting kan hoofsaaklik in twee kategorieë ingedeel word. Ruimtelike/geografiese data, wat hoofsaaklik uit kaarte van die gebied verkry word, en data oor eienskappe van die gebied word gekombineer waarmee die model opgestel kan word en die tersaaklike evalueringswerk gedoen kan word.

#### □ Ruimtelike data

Kaarte van die ondersoekgebied is op twee wyses bekom. Eerstens is 'n kaart van Uitenhage in digitale vorm by die stadsraad van Uitenhage (ingenieursdepartement) verkry. Hierdie kaart is omgeskakel in 'n formaat wat die GIS-pakket, wat beskikbaar is, kan hanteer. Analoogkaart (papierkaart) is by die stadsraad van Despatch verkry en plaaslik versyfer en op rekenaar geberg. Kaarte van Soweto-on-Sea is van die stadsraad van Port Elizabeth verkry en versyfer.

#### □ Eienskapsdata

Hierdie data is verkry deur middel van 'n terplaatsse opname waartydens inligting oor kenmerke van grondgebruike ingesamel is. Inligting soos die tipes van grondgebruike - waaronder residensiële, kommersiële en industriële gebruike - is ingesamel. Kategorieë waarin die verskillende grondgebruike verdeel kan word,

asook adresse en inligting oor huise is verder gedurende die opname genoteer. Ander inligting, soos hoogte bo seespieël, is van sekondêre data (ortofoto's) verkry.

Doelstelling 3 wat handel oor die toepassing van die vloedvlaktebestuurstelsel in die ondersoekgebied behels die toets van meganismes (doelstelling 1) en hulpmiddels (doelstelling 2) deur dit in 'n ondersoekgebied toe te pas. Nadat die GIS-model ontwikkel is, sal verskillende vloedvlaktebestuursopsies deur middel van dié model geëvalueer word. Scenario's sal opgestel word en deur die model getoets word.

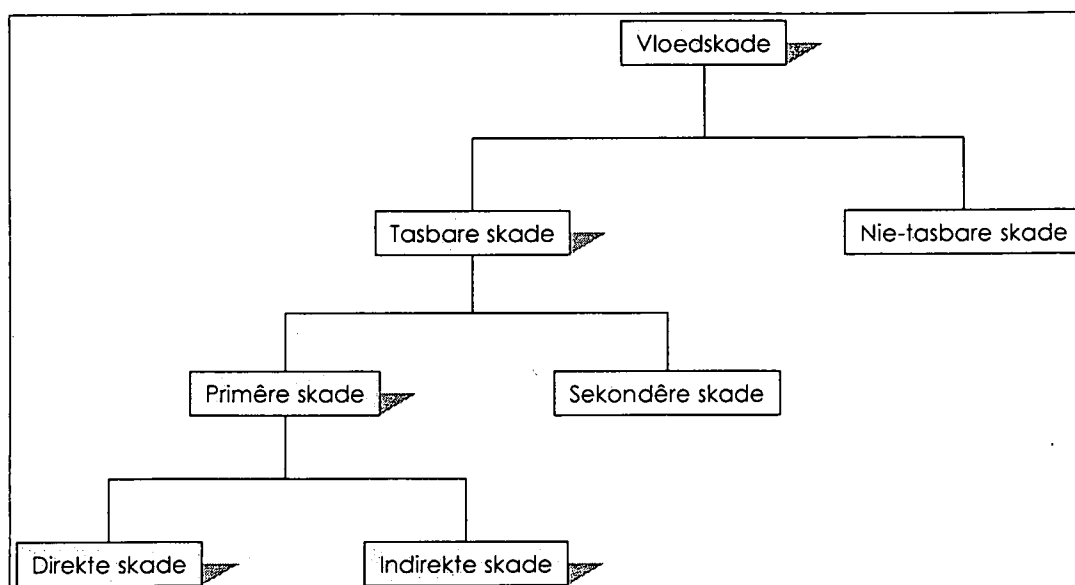
## 1.7 TEORETIESE AGTERGROND VIR DIE BERAMING VAN VLOEDSKADE

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 ontwinging 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 handelwinst.

Wanneer mense buite die vloedvlakte skade lei, word dit deur Vos (1977) as sekondêre skade beskou. Penning-Rowell 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 1.3 word 'n skematiese voorstelling van die verskillende tipes skade wat in bogenoemde literatuurstudie geïdentifiseer is, gegee.



**Figuur 1.3** Skematiese voorstelling van vloedska­de tipes

### 1.7.1 Faktore wat vloedska­de beïnvloed

Volgens Parker et al. (1987) en Penning-Row­sell 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, vloeisnelheid, 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.

## **1.7.2 Die beraming van 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).

### **1.7.2.1 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 gelyk 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).

### **1.7.2.2 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 oorstrom, duurtte oorstrom 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).

### **1.7.2.3 Die gebruik van vloedskadefunksies 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 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 duurte van oorstroming bereken word. Die tweede benadering is om skadefunksies uit inligting van werklike vloedskade te ontwikkel.

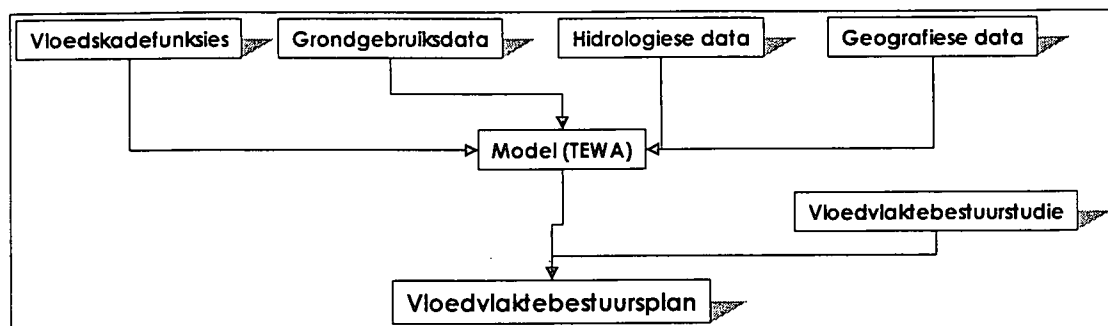
Gestandaardiseerde skadefunksies is die eerste keer gebruik by die toepassing van die Nasionale Vloed versekeringswet van 1968 deur die Federale Versekering Agentskap in die Verenigde State van Amerika. Verder het Penning-Rowell en Chatterton (1977) 'n "Manual of assessment techniques" ontwikkel wat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

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).

## **1.8 SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG**

In Figuur 1.4 word die verband tussen insette vir die bestuur van 'n vloedvlakte saamgevat. Die vier hoofinligtingsbronne vir die model is vloedskadefunksies, grondgebruiks-, hidrologiese- en geografiese data wat in TEWA saamgevoeg word. 'n Studie oor moontlike vloedskadeverminderingsmaatreëls word gedoen en 'n optimale plan word ontwikkel om dié maatreëls met die model te evalueer.





**Figuur 1.4 Grafiese voorstelling van die hulpmiddels wat nodig is vir die opstel van 'n vloedvlaktebestuursplan**

Vir die studie om die doelstellings te bereik en Figuur 1.3 se inhoud te vervat, word die proefskrif soos volg ingedeel:

Hoofstuk 1

Teoretiese en metodologiese raamwerk

Hoofstuk 2

Beskrywing van die ondersoekgebied

Hoofstuk 3

Die ontwikkeling van stelsels en metodes vir die beplanning en bestuur van vloedvlaktes

Hoofstuk 4

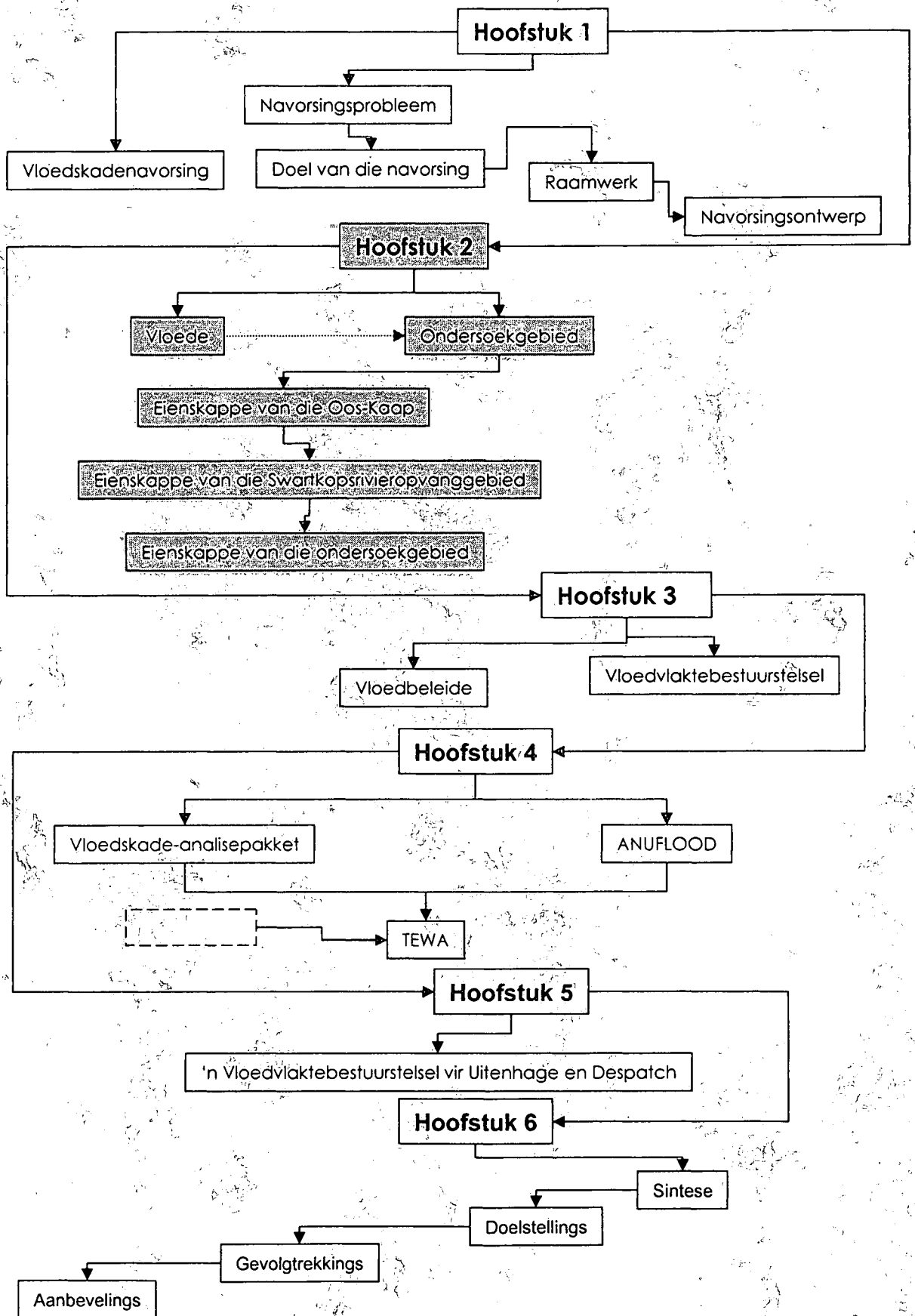
Die ontwikkeling van instrumente wat as hulpmiddels gebruik kan word in die beplanning en bestuur van vloedvlaktes

Hoofstuk 5

Die toepassing van die vloedvlaktebestuurstelsel in die ondersoekgebied

Hoofstuk 6

Samevatting, gevolgtrekkings en aanbevelings



## **HOOFSTUK 2**

---

### **BESKRYWING VAN DIE ONDERSOEKGEBIED**

#### **2.1 INLEIDING**

Die Oos-Kaap met sy golwende landskap en hoë bevolking word gereeld deur swaar reënval en vloede geteister (Lubke, Gess & Brutonn, 1988). Die eerste gedokumenteerde vloed was in 1880 (Van Bladeren, 1999). Twee areas langs die Swartkopsrivier en een langs die Chattyrivier is vir dié doel van hierdie studie as ondersoekgebied gekies.

In hierdie word die leser aan die ondersoekgebied bekendgestel. Alhoewel na van die eienskappe van die hele gebied gekyk word, word meer klem gelê op plaaslike eienskappe van die Swartkops- en Chattyriviere en veral dié wat van toepassing is op vloede. Die hoofstuk word begin deur agtergrond oor vloede soos die oorsake te verskaf. Van die aspekte wat in hierdie bespreking aangeraak word, word toegepas op die ondersoek gebied. Eerstens word eienskappe van die Oos-Kaap bespreek wat gevolg word met 'n meer detail bespreking van die ondersoek gebied.

#### **2.2 VLOEDE**

Volgens Higgins en Robinson (1981) kom 'n vloed voor wanneer water oor grond, wat nie gewoonlik oorstrom nie, vloei. Rostvedt (1968) definieer 'n vloed as enige hoë stroomvloei wat natuurlike en mensgemaakte oewers oorstrom (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.

### **2.2.1 VLOEDE VEROORSAAK DEUR REËNVAL**

Die reënvaleienskappe wat die omvang en frekwensie van vloede bepaal, is hoeveelheid, verspreiding, intensiteit, duurre 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 km<sup>2</sup> strek en oor groot dele van Suid-Afrika beweeg. Volgens Taljaard (1985), soos aangehaal deur Alexander (1993), word die meeste gedokumenteerde 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).

### **2.2.2 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 oppervlakafloop 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 afvloeï vertrap word en insyfering toeneem, maar as daar geen plantbedekking is nie, kan afvloeï vermeerder.

### 2.2.3 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 effek<sup>1</sup>. 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

---

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

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 stroomvloei 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<sup>-1</sup>, terwyl dit twee keer soveel stroomaf is, om en by 6 ms<sup>-1</sup>, met 'n helling van 1:80. Newkirk (2000) bevestig verder dat verstedeliking gebiede se natuurlike sisteme se kapasiteit om stormwater te hanteer verminder. Gewoonlik is dit ook nie die nuwe ontwikkeling wat die probleme ervaar nie, maar die effek word stroomaf gevoel.

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 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 vloei rigting 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.

## 2.3 EIENSKAPPE VAN DIE OOS-KAAP

Eienskappe van die Oos-Kaap wat betrekking op vloede kan hê, soos die klimaat wat reënval insluit, plantegroei wat in invloed op infiltrasie kan hê en geologie, word vervolgens bespreek.

### 2.3.1 KLIMAAT

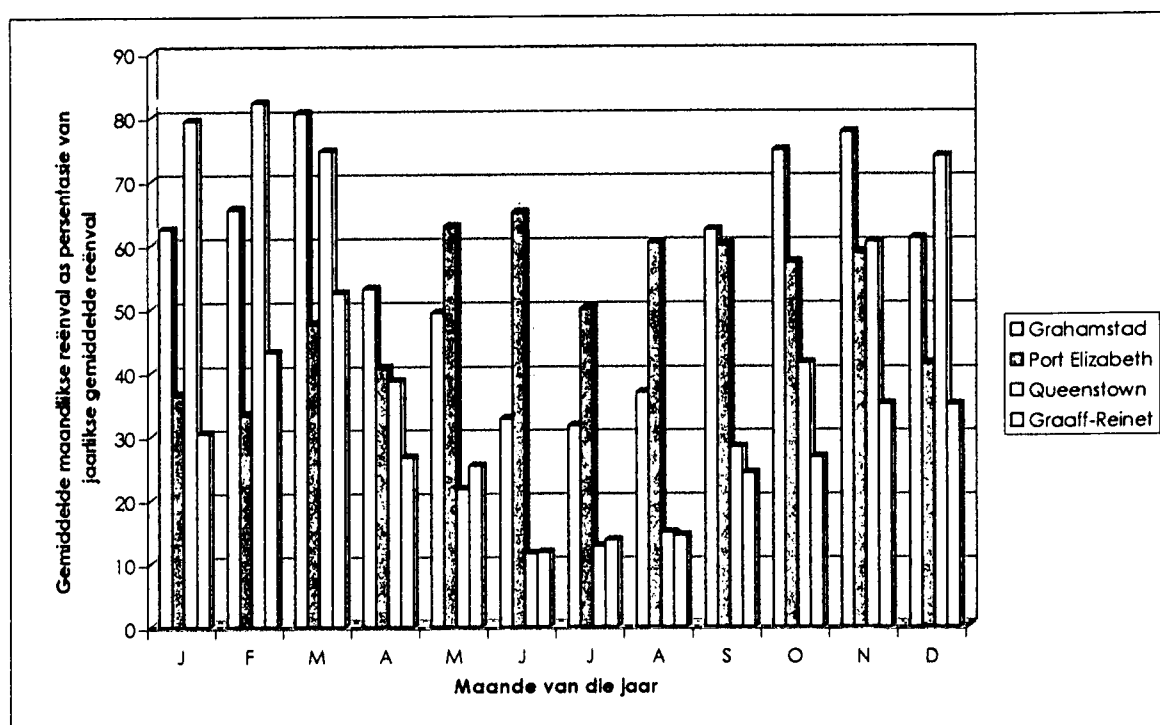
Die klimaat van enige plek op aarde word hoofsaaklik bepaal deur:

- die breedtegraad (sonbestraling);
- die ligging ten opsigte van land en see;
- die hoogte bo seevlak.

Ander sekondêre faktore sluit die algemene sirkulasie van die atmosfeer en sy versteurings, seestrome, die algemene aard van die aardoppervlakte, plantbedekking en die oriëntering ten opsigte van rante en berge in.

Die Oos-Kaap is wel bekend vir weer wat onvoorspelbaar en baie veranderlik is (Lubke *et al.*, 1988). Indien die klimaat van die streek volgens die Köppensistiem geklassifiseer word, kan dit veral langs die kus as subtropies beskou word met daaglikse temperature wat tussen 10 en 22 °C wissel. Cradock het van die laagste temperature in die winter, terwyl Graaff-Reinet en Cradock van die hoogste temperature in die somer het. Die temperatuur word as matig in die somer sowel as in die winter beskou, met wind wat die hitte en humiditeit in die somer verminder. Humiditeit het wel 'n invloed op die voorkoms van reënval wat 'n direkte invloed op die voorkoms van vloede het.

Ten opsigte van reënval is die Oos-Kaap 'n oorgangsgebied, met Port Elizabeth wat aan die oostekant van die winterreënvalgebied van die Wes-Kaap lê. Behalwe vir Port Elizabeth is Junie en Julie die droogste maande in die gebied. Port Elizabeth het gemiddeld 101 reëndae per jaar, terwyl Graaff-Reinet, wat in die binneland lê, gemiddeld 55 reëndae het. Die suidoostelike winde wat hoofsaaklik in die lente en herfs waai, bring lente- en herfsreën wat vloede kan veroorsaak (Lubke *et al.*, 1988).



**Figuur 2.1** Gemiddelde maandelikse reënval as persentasie van jaarlikse gemiddelde reënval van sekere plekke in die Oos-Kaap

**Bron:** Lubke *et al.*, (1988)

Figuur 2.1 toon die gemiddelde maandelikse reënval as persentasie aan van die jaarlikse gemiddelde reënval van vier van die stede en dorpe wat in die streek voorkom. Volgens hierdie gegewens kan die Oos-Kaap se reënval patroon as winter- sowel as somerreënval bestempel word.



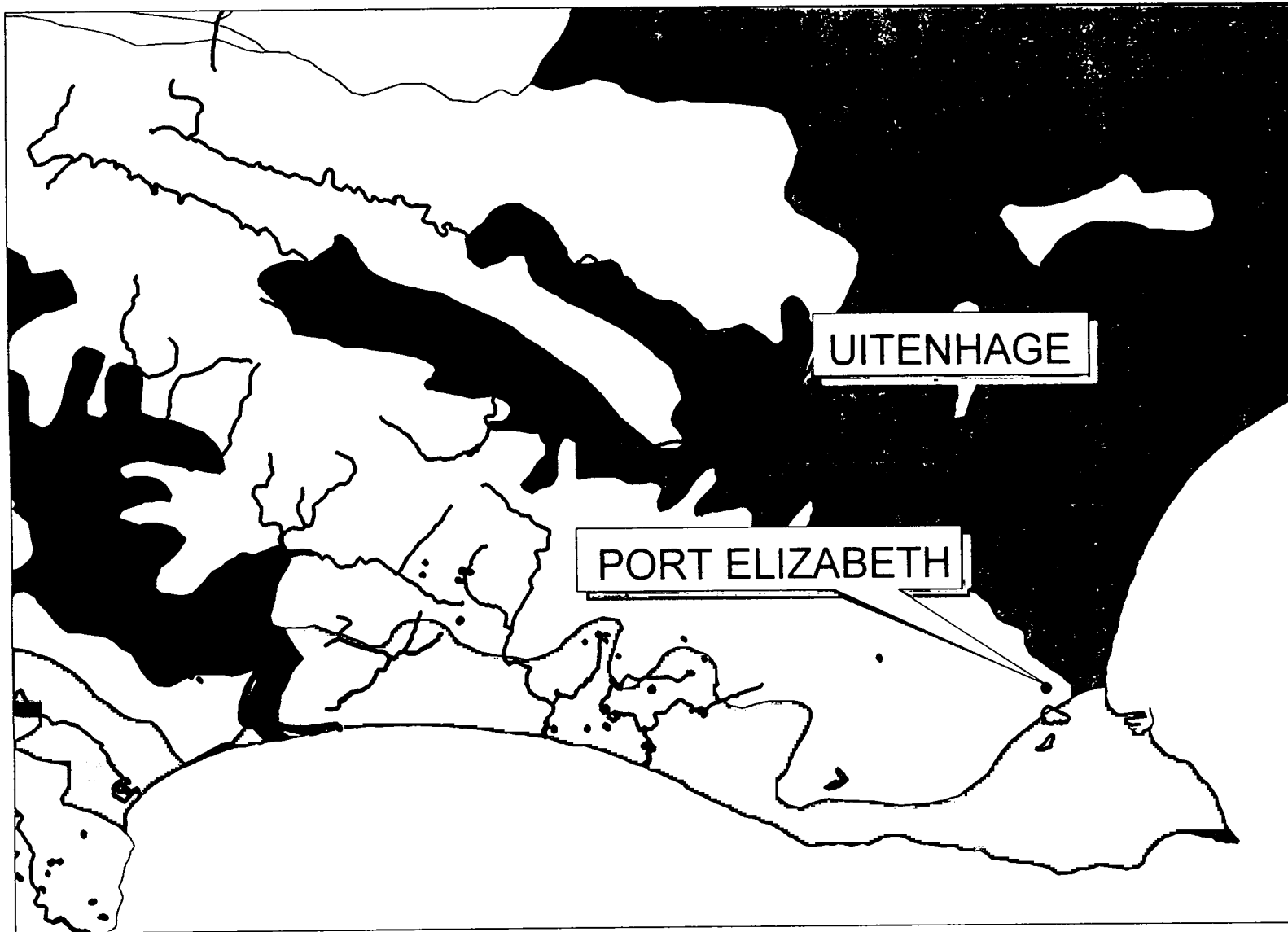
Verder word die Oos-Kaap as een van die winderigste dele van die RSA beskou. Die wind is hoofsaaklik weste- of suidwestelike winde in die winter en oostelike winde in die somer (Lubke *et al.*, 1988).

### **2.3.2 PLANTEGROEI**

Ongeveer alle plantegroeitipes wat in Suid-Afrika voorkom (behalwe woestynggebiede), kan ook in die Oos-Kaap gevind word (Lubke *et al.* 1988). Dit word in Tabel 2.1 opgesom.

**TABEL 2.1 BESKRYWING VAN DIE PLANTEGROEI WAT IN DIE OOS-KAAP AANGETREF WORD**

Tipe plantegroei	Beskrywing
Littorale strandplantegroei	Pionierspesies koloniseer sandduine wat die sand stabiliseer. Hierdie pionierplantegroei word mettertyd deur ander spesies vervang.
Kaapse fynbos	<p>Duinfynbos kom op duine langs die kus voor.</p> <p>Bergfynbos is algemeen in die binneland waar die landskap hoër is.</p> <p>Grasfynbos kom in die binneland voor.</p>
Kaapse oorgangstruikplantegroei	Suidkus-renosterveld kom voor in die Humansdorp distrik. Renosterbos is dominant.
Karoo of semiwoestyn	Droë Karoo-plantegroei strek van die noordweste in die droë riviervalleie tot binne die Oos-Kaapstreek. Dit bestaan uit vetplante, grasse en klein bossies.
Subtropiese sukkulente bosveld	<p>Duinbos wat langs die kus voorkom, bestaan hoofsaaklik uit soutweerstandagtige struikgewasse met 'n paar bome.</p> <p>Kuswoude kom meestal in die westelike dele van die gebied voor.</p> <p>Valleibosveld kom in die binnelandse valleie voor.</p>
Savanne	Savanne van kort Acacia Karoo struik wat die grasveld binnedring, kom langs die kus tot amper by Port Elizabeth voor.
Grasveld	Die grasveld is óf suurveld, óf soetveld óf gemengde grasvelde. Suurgrasveld kom in die hoëliggende dele voor of langs die kus waar die reënval hoër is. Soetgrasveld kom in die somer- of laer reënvalgebiede voor.
Afromontaan woude	Woude kom in gebiede met hoë reënval voor. Kuswoude kom by Alexandrië voor en die Montaanwoude word in die binneland aangetref.



LEGENDE

 RIVIERE

● STEDE EN DORPE

PLANTEGROEI

 ALEXANDRIA WOOD

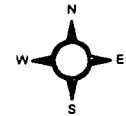
 VALS MACCHIA

 NOORSVELD

 SPEKBOOMVELD

 VALLEI BOSVELD

Figuur 2.2 Die hoof plantegroeistreke van die gebied



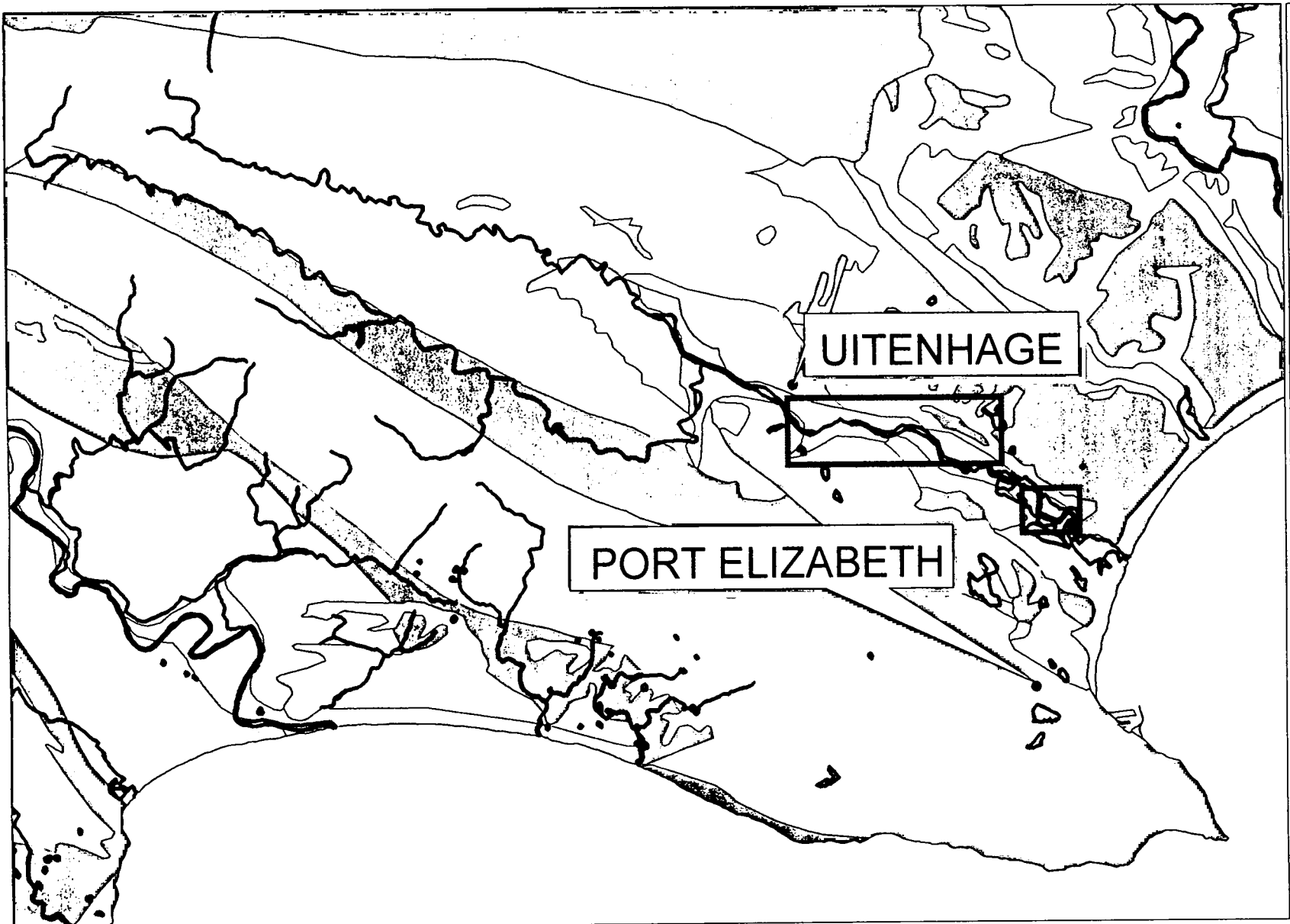
10 0 10 20 Kilometers

Figuur 2.2 is 'n ruimtelike voorstelling van die plantegroei rondom die ondersoekgebied en dit toon dat die ondersoekgebied binne valleibosveld val. Ander plantegroeitipes sluit grasveld, doringveld en vetplante in.

### 2.3.3 GEOLOGIE

Die geologie van die Oos-Kaapse kusgebied is kompleks. Die gladde kuslyn is die resultaat van verskuiwings wat plaasgevind het (Lubke *et al.*, 1988). Wes van die Groot Visrivier is die onderliggende rots geplooi om 'n subparallele band te vorm wat noordwes tot suidwes strek.

Sanderige leem en klei kom langs die kus hoofsaaklik noord en noordoos van Port Elizabeth voor. Dorpe in die gebied sluit Uitenhage, Addo, Kirkwood en Alexandria in en word omsluit deur berge wat bestaan uit Tafelbergsandsteen.



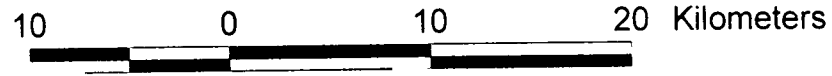
**LEGENDE**

- ONDERSOEKGEBIED
- RIVIERE
- STEDE EN DORPE

**GEOLOGIE**

- ARENIET
- BASALT
- KONGLOMERATE
- DOLERIET
- KALKSTEEN
- MODDERSTEEN
- SAND
- LEIKLIP
- SILKREET
- TILLIET

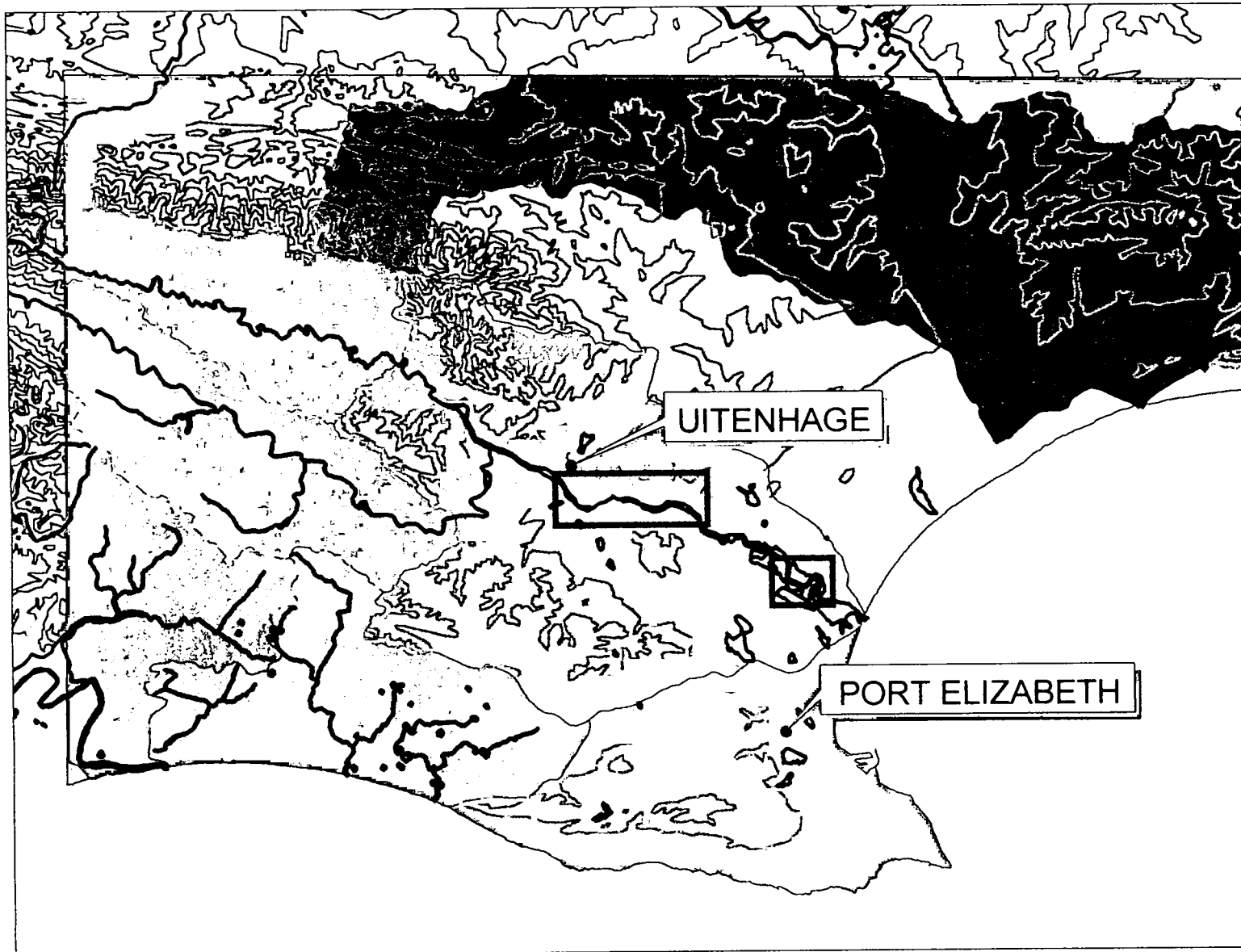
Figuur 2.3 Die geologie van die gebied













Volgens Figuur 2.3 bestaan die geologie van die ondersoekgebied oorwegend uit moddersteen. Nader aan die riviere is die geologie meer sanderig van aard.

## **2.4 EIENSKAPPE VAN DIE SWARTKOPSRIVIEROPVANGEBIED**

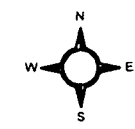
Figuur 2.4 is 'n kaart van die Swartkopsrivieropvanggebied. In die kaart word die hoofbergreekse in die streek, riviere en stedelike gebiede aangedui.



LEGENDE

-  ONDERSOEKGEBIED
-  Riviere
- OPVANGGEBIED
-  BAKENS
-  BOESMANS
-  COEGA
-  ELANDS
-  GAMTOOS
-  KABELJOUS
-  KARIEGA
-  KROM
-  KWAZUNGU
-  SONDAGS
-  SWARTKOPS
-  VAN STADENS

Figuur 2.4 Die opvanggebied van die Swartkopsrivier



Die Swartkopsrivieropvanggebied beslaan 1 360 km<sup>2</sup> en dreineer in die Algoabaai net noord van Port Elizabeth (Mackay *et al.*, 1994). Die Swartkopsrivier ontspring in die Groot Winterhoekberge, met die Elandsrivier en Chattyrivier as die hooftakriviere. Die totale lengte van alle riviere in die betrokke opvanggebied is 155 km.

#### **2.4.1 KLIMAAT VAN DIE SWARTKOPSRIVIEROPVANGGEBIED**

Temperature wissel van 15 tot 26 °C in die somer en tuseen 7 en 19 °C in die winter. Alhoewel dit dwarsdeur die jaar reën, vind die meeste neerslag in die lente en herfs plaas. Die jaarlikse gemiddelde reënval wissel van 1 000 mm in die berge tot 500 mm in die droër noordoostelike gedeeltes. Vir die opvanggebied as geheel is die jaarlikse gemiddelde reënval 636 mm [(Reddering & Esterhuysen (1991) soos aangehaal deur Mackay *et al.*, 1994a)].

#### **2.4.2 RELIËF**

Twee bergreekse kom in die gebied rondom die ondersoekgebied voor (Figuur 2.4): naamlik die Groot Winterhoekberge in die noorde en die Elandsberge in die weste. Indien die helling vanaf die omringende berge se hoogtepunte na Despatch en Uitenhage bereken word, is die gemiddelde helling 2,6 % vir Despatch en 2,8 % vir Uitenhage.

Die helling van die Swartkopsrivier gemeet, van waar dit ontspring tot waar dit in die see invloei, is 1,4 persent. Die gemiddelde helling in die vallei rondom die Swartkopsrivier in die gebied noord van die Swartkopsrivier tot by die kruin van die Groot Winterberge is 9 persent. Vanaf die Elandsberge in die suide is die helling laer naamlik gemiddeld 2,1 persent.

#### **2.4.3 DAMME**

Daar is drie damme in die opvanggebied. Die Groendaldam is die grootste met 'n kapasiteit van  $12 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Die Sand- en die Bulkdam is in die Elandsrivier. Al



drie damme is hoog op in die opvangsgebied en volgens Reddering en Esterhuysen (1981) soos aangehaal deur Mackay *et al.* (1994a) het dit nie 'n groot effek op die riviervloei in die laer dele van die opvanggebied nie.

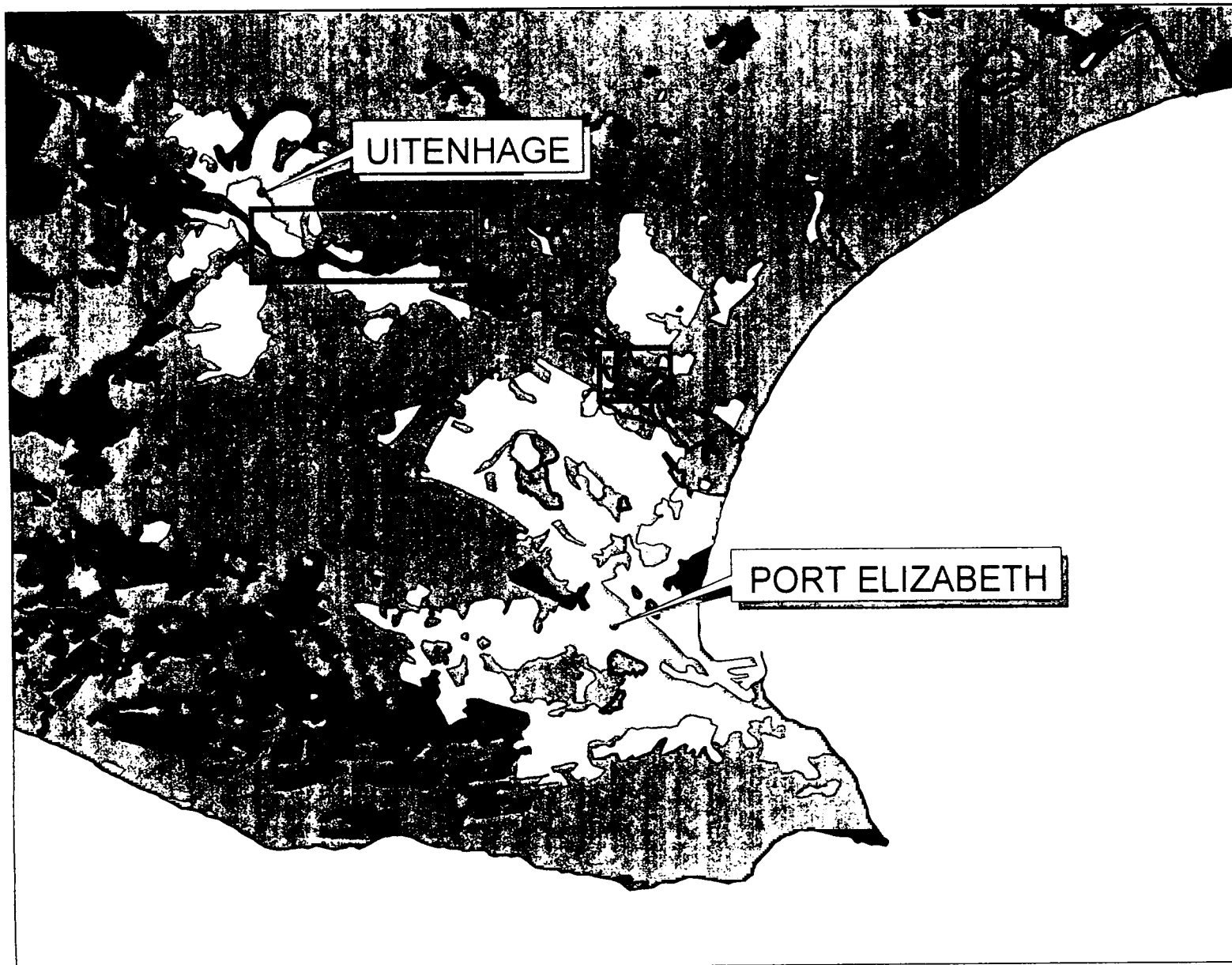
## **2.5 EIENSKAPPE VAN DIE SPESIFIEKE ONDERSOEKGEBIEDE**

Eienskappe wat meer betrekking op die ondersoekgebied self het, word in die volgende afdeling bespreek.

### **2.5.1 UITENHAGE EN DESPATCH**

Die twee dorpe sluit residensiële, kommersiële en industriële gebiede in. In Uitenhage is dit oorwegend residensieel en industrieel. Die bekende Volkswagen- en Good Year-aanlegte val onder meer in hierdie gebied. In Despatch is dit weer oorwegend residensieel en kommersieel van aard.

Figuur 2.5 toon die grondgebruike langs die Swartkopsrivier. Dit wissel van kommersiële landbou tot residensieel. Bewaringsgebiede stroomop van die ondersoekgebied is ook duidelik waarneembaar.



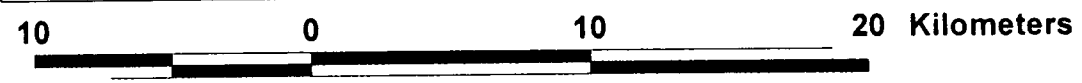
UITENHAGE

PORT ELIZABETH

LEGENDE

-  ONDERSOEKGEBIED
-  RIVIERE
-  STEDE EN DORPE
- GRONDGEBRUIKE
-  KOMMERSIEEL/LANDBOU
-  KOMMERSIEEL/INDUSTRIEEL
-  BEWARING
-  BOSBOU
-  MYNBOU
-  RESIDENSIEEL
-  BESTAANSBOERDERY
-  VAKANT/ONGESPESIFISEERD

Figuur 2.5. Grondgebruik in die opvanggebied van die Swartkoprivier



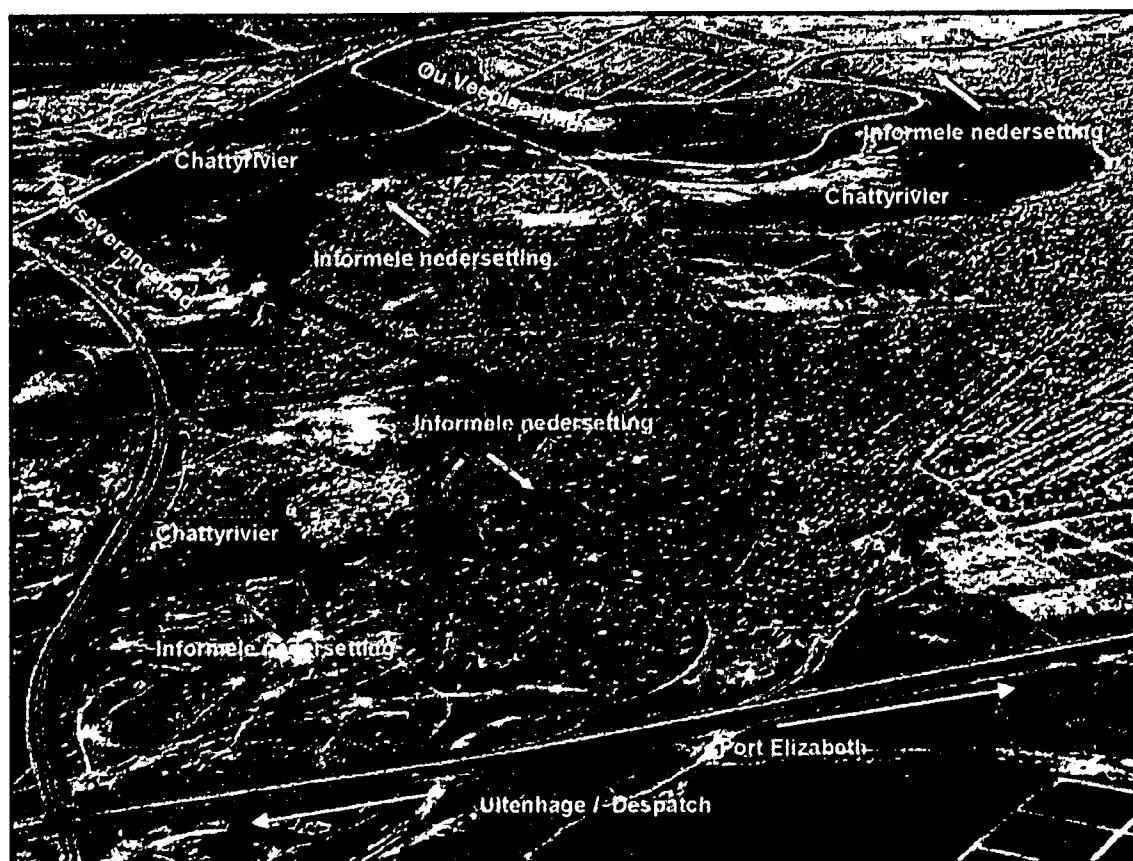
Die aangetekende vloedgeskiedenis van die Swartkopsrivier strek sover terug as 1888. Die rekords toon dat daar met gereelde tussenposes vloede in die gebied voorgekom het. Een van die ergste vloede was in 1932. Ander groot vloede het gedurende 1971 en 1988 plaasgevind. In Tabel 2.2 word enkele nuuswaardige besonderhede van die vloede vermeld.

TABEL 2.2 VERNAAMSTE VLOEDE IN DIE SWARTKOPSRIVIER

Jaar	Beskrywing
1888	Malende vloedwater vanaf Cuylerstraat (Uitenhage) tot by die destydse wolwasserye.
1893	Kantore te Bagshaw Giboud was 1,5 m onder water.
1912	Paasnaweek. Een huis verspoel, twee huise by Cuyler Manor (Uitenhage) was afgesny, wolwassery weggevee deur vloedwater, Despatch onder water, Swartkopsrivier vloei $\pm$ 600 m breed by Nivensdrif.
1917	Junie. Vloedwater sleur hutte en diere mee.
1922	Besonderhede nie beskikbaar nie.
1931	Oktober. Ou verkeersroete na Port Elizabeth afgesny.
1932	Januarie. Vloedskade en ontwinging is groot in Gamtoos. Alle driewwe wat Uitenhage met ander areas verbind, was onder water. Spoorlyne was onbegaanbaar.
1934	Julie. Nivensdrif en De Mistbrug onder water.
1951	Januarie. Vloedwater isoleer Uitenhage van naburige plase en stede.
1968	September. Uitenhage was afgesny van die buitewêreld.
1971	Augustus. Spoorwegbrug by Despatch is beskadig, Volkswagenfabriek onder water. Swartkopsrivier bereik sy hoogste vlak in 18 jaar.
1978	Brandweer moet water pomp uit Bosalfabriek (Uitenhage).
1981	Maart. Een fabriek word deur vloedwater binnegedring.
1983	"Flash flood". Elandsrivier en Swartkopsrivier kom gelyktydig af.
1988	Die treinbrug op die trajek tussen Uitenhage en Clenconner spoel weg.
1996	Meer as 20 plase in die Uitenhage-omgewing is afgesny nadat die watervlak van die Kruisrivier gestyg het.

## 2.5.2 SOWETO-ON-SEA

Die Chattyrivier ontspring in die Green Bush area van Port Elizabeth. Stedelike nedersettings in die opvanggebied is Booyenpark, Bethelsdorp, Kleinskool, KwaDwesi, KwaMagxaki, Zwide en Soweto-on-Sea. Die ligging van Soweto-on-Sea ten opsigte van Uitenhage en Despatch word in Figure 1.2 en 2.6 aangedui. Volgens Mackay *et al.* (1994b) het daar in 1994 plus-minus 80 000 mense in ongeveer 15 000 plakkershutte in Soweto-on-Sea gewoon. Minimale dienste was teen daardie tyd teenwoordig: paaie is nie onderhou nie, net 200 krane het die hele gemeenskap bedien, rioolverwydering het bestaan uit weeklikse verwydering van emmers en geen vullisverwydering is gedoen nie. Figuur 2.6 toon die informele nedersettings wat langs die Chattyrivier gevestig is.



Figuur 2.6 'n Skuinslugfoto van Soweto-on-Sea (1994)

Die opvanggebied van die Chattyrivier is relatief klein en as gevolg hiervan is die Chattyrivier 'n nie-standhoudende rivier met 'n gemiddelde stroomsnelheid van 0,05 m<sup>3</sup>/s by die Redhousepad. Die soutinhoud van die rivier wissel van 10 tot 14 dele per duisend. Faecal-bakterieë en mineraalbesoedeling veroorsaak dat die kwaliteit van die water baie swak is.

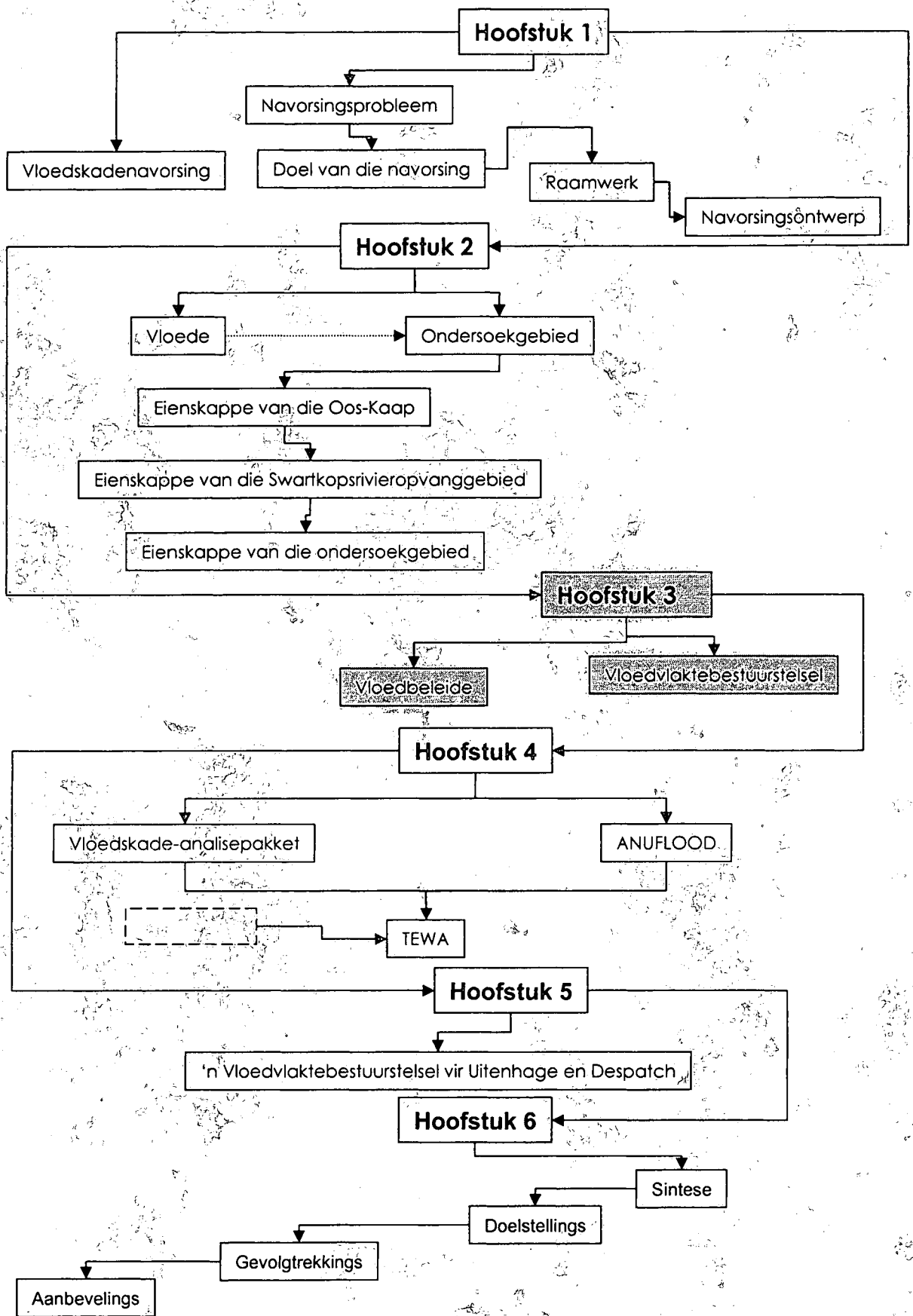
#### □ Grondgebruike

Die huidige grondgebruikspatroon is oorwegend residensieel, maar ander grondgebruike wat voorkom, sluit skole en rekreasiefasiliteite in.

## 2.6 SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING

Die ondersoekgebied langs die Swartkops- en Chattyriviere is uiters geskik vir vloedskadenavorsing. Diversiteit van die grondgebruike is van so 'n aard dat 'n volledige opname, wat die hele spektrum van grondgebruike dek, onderneem kon word. In die geval van die Swartkopsrivier wissel die grondgebruike van industriële, kommersiële sowel as residensiële grondgebruike. In die geval van die Chattyrivier is dit hoofsaaklik residensieel.

In hierdie hoofstuk is die klimaat van die Oos-Kaap kortliks bespreek, waarna meer klem op die ondersoekgebied gelê is. Net so is geologie en plantegroei bespreek. Die gebied word gereeld deur vloede geteister.



## HOOFSTUK 3

---

### DIE ONTWIKKELING VAN 'N VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSEL

#### 3.1 INLEIDING

Die onoordeelkundige gebruik van vloedvlaktes is gewoonlik die oorsaak van skade wat deur vloede veroorsaak word. Dit word al hoe duideliker dat sorgvuldige grondgebruiksbeplanning saam met ingenieurspraktyke soos strukturele en hidrologiese maatreëls gebruik kan word om vloedskade te voorkom (Miller, Whitlock & Hughes, 1996). Vloedvlaktebestuur wat in groot dele van die Verenigde State van Amerika (VSA) aanvaar en toegepas word, kan beskryf word as 'n besluitnemingsproses wat ten doel het om vloedvlaktes optimaal te benut (Milliman, 1984). Die regte benutting van vloedvlaktes sluit enige aktiwiteit of 'n groep aktiwiteite in wat volhoubare sosiale en ekonomiese voordeel vir die samelewing inhou. Dit is egter belangrik dat hierdie benutting die vloedgevaar in ag neem.

Volgens die vloedvlakte-ontwikkelingshandleiding wat in 1986 deur die regering van Nieu-Suid-Wallis in Australië uitgebring is, word al 'n geruime tyd aanvaar dat, behalwe vir die bou van strukture om bestaande ontwikkeling te beskerm, vloedskade ook beperk kan word deur te verseker dat nuwe ontwikkelings die moontlikheid van oorstroming in ag neem. Dit impliseer dat 'n geïntegreerde benadering tot die beplanning en bestuur van vloedvlaktes nodig is. Hierdie benadering moet die hele omvang van vloede met ander relevante beplanningsmaatreëls soos sonering, grondgebruikspraktyke en omgewingsbeplanning in ag neem. Dingman en Platt het al in 1977 gesê dat vloedvlakteregulering 'n rasonale manier is om groei in vloedskade te beperk, maar dat die implementering daarvan baie stadig geskied. Smith en Handmer (1984) noem dat daar in Australië 'n groot klemverskuiwing in waterhulpbronbestuur, wat vloedbeleid insluit, was. Die klem val egter veel meer op bestuur as op konstruksie. Volgens die verslag oor vloedvlaktebestuur in



Australië (Floodplain Management in Australia, 2000) behels vloedvlaktebestuur die bestuur van mense, grondgebruik en die omgewing in areas wat onderhewig is aan vloede en ander beperkings.

In hierdie hoofstuk gaan daar in die algemeen gekyk word na vloedvlaktebestuur, maar ook meer spesifiek na die nuwe neigings van nie-strukturele vloedskadebeheermaatreëls. Voor die twee onderwerpe bespreek word, gaan vloedbeleide van verskillende lande waarbinne vloedvlaktebestuur moet geskied, kortliks aangerak word. Eerstens word die twee belangrikste wetgewings wat met vloede in Suid-Afrika in verband staan, bespreek en daarna word beleidsrigtings in Australië, Engeland en Wallis kortliks opgesom.

## **3.2 VLOEDBELEID**

Vloedbeleide in Suid-Afrika, Australië, Engeland en Wallis word ondersoek om sodoende beter begrip van vloedbestuur te kry.

### **3.2.1 SUID-AFRIKA**

In Suid-Afrika is daar twee wette wat spesifiek oor vloede handel. Een is die Waterwet en die ander is die Wet op Rampbestuur.

#### **3.2.1.1 Nasionale Waterwet**

Die Waterwet van 1956 beskryf die trek van sekere lyne op sekere planne en die goedkeuring wat die minister moet gee vir die daarstel of die uitbreiding van sekere areas. Verder het die betrokke gedeelte van die wet uit twee afdelings bestaan, waar die eerste gedeelte daaroor gehandel het dat geen dorp uitgebrei mag word nie indien die volgende nie geld nie: Vir elke bekende waterweg met 'n opvanggebied groter as een vierkante kilometer moet 'n lyn aangebring word wat die 1:20 jaar-vloedlyn aantoon. Enige laagliggende grond sonder oppervlakedreinerings waar water van 'n area meer as 5 km<sup>2</sup> natuurlik opgevang word, word lyne aangebring wat die maksimum vlak van die 1:50 jaar-vloedlyn aantoon. Die minister kon verder ontwikkeling stop indien, volgens die minister, die gebied moontlik kan oorstrom.

---

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

In 1998 is die nuwe Waterwet aanvaar. Volgens Deel 3 van die wet moet sekere inligting wat met vloede, droogtes en potensiële risiko in verband staan aan die publiek bekend gemaak word. Die wet bestaan ook uit twee gedeeltes. Vloedlyne moet eerstens op planne vir dorpsstigting aangetoon word. Vloedlyne op die planne moet die 1:100 jaar vloed aandui. Dit word gebruik om te verseker dat geen persone in dorpe vestig tensy dit aanvaarbaar vir die plaaslike owerhede is nie. Tweedens word waterbestuurinstellings verplig om teen eie koste inligting tot hul beskikking aan die publiek beskikbaar te stel. Van die inligting wat bekend gemaak moet word, sluit in 'n vloed wat voorgekom het of kan voorkom; 'n droogte wat voorgekom het of kan voorkom; 'n waterwerk wat kan swig of geswig het indien die swigting lewe of eiendom in gevaar stel; enige risiko wat deur 'n dam veroorsaak word; vlakke wat waarskynlik deur vloedwater van tyd tot tyd bereik kan word; enige risiko wat die kwaliteit van water vir lewe, gesondheid en eiendom inhou; en enige saak wat met water of waterhulpbronne verbind is en waarvan die publiek moet weet.

In die Waterwet van 1956 was afdeling 169A se doel tweeledig van aard. Eerstens word die relevante owerhede bedag gemaak op skade wat deur vloede aangerig kan word en tweedens bemaagtig dit die minister om ontwikkeling in areas wat hy/sy mag spesifiseer, te beheer (Alexander, 1993).

Die ooglopende verskil tussen die twee wette is dat die vloedfrekwensie van die standaardvloedlyn van die 1:20- en 1:50 jaar-vloedlyn tot 1:100 jaar-vloedlyn verhoog is. Onderskeid word ook nie in die 1998-wet (soos in die 1956-wet) ten opsigte van die oppervlakte van die opvanggebied gemaak nie, wat kan aandui dat inligting rakende vloedlyne op alle planne waar 'n rivier of rivierstroom ter sprake is, aangebring moet word.

Die grootste verskil is dat in die Waterwet van 1956 die minister die mag gegee het om ontwikkeling in die vloedvlakte te beheer, maar in die 1998-wet is hy nie daardie mag gegee nie. Afdeling 145(1) van die nuwe Waterwet handel oor proaktiewe aktiwiteite (bekendstelling van inligting) wat verpligtend is. Dit het

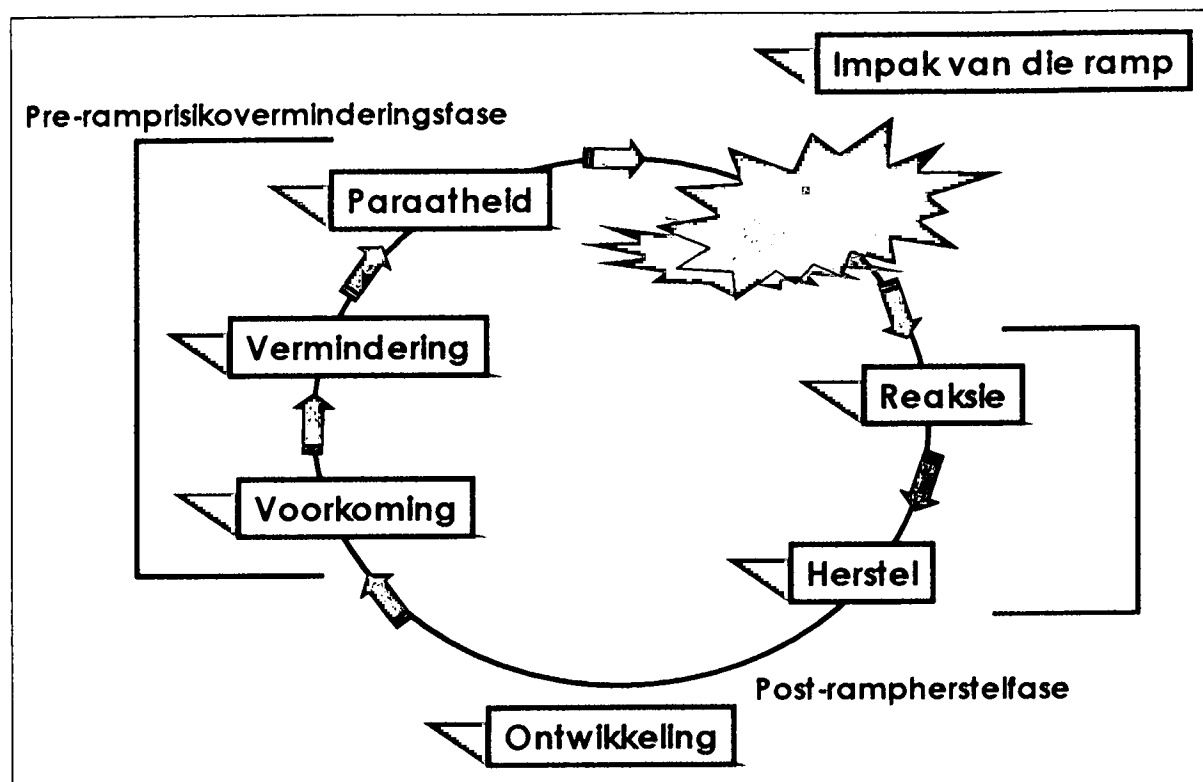
uiteraard implikasies vir plaaslike owerhede, wat insluit die opstel en ontwikkeling van vloedlyne en vloedgebeurlikheidsplanne vir hul gebied.

### 3.2.1.2 Witskrif op Rampbestuur

Alhoewel pogings aangewend is (Department of Water Affairs, 1993 en 1994, Roth en Van Veelen, 1994, Shaw en Basson, s.a.) om die vloedbestuursbeleid van 1956 te hersien en aan te pas, is die groenskrif en later die Witskrif op rampbestuur die jongste pogings om vloedbestuur in Suid-Afrika aan te spreek.

Rampe word in die algemeen bestuur op die basis van wette wat ingryping in diskrete gebeurtenisse soos vloede, droogte en vure magtig, veral wanneer die situasie die potensiaal het om die kapasiteit van die gemeenskap, streek, provinsie en land te oorweldig. Daar is 'n groeiende aanvaarding in Suid-Afrika dat 'n omvattende benadering tot rampbestuur nodig is, wat alle aspekte van die rampbestuurskontinuum, naamlik voorkoming, vermindering, paraatheid, reaksie en herstel in ag neem (Republic of South Africa, 1998), soos uitgebeeld in Figuur 3.1.

**HOVS. BIBLIOTEK**



**Figuur 3.1 Die rampbestuurskontinuum soos deur die Witskrif op Rampbestuur vir Suid-Afrika voorgestel word**

Die belangrikste aspekte van die Witskrif wat vir hierdie navorsing belangrik is, sluit die rampbestuurskontinuum en rampbestuursbeplanning in. Figuur 3.1 wys dat die rampbestuurskontinuum, soos dit deur die Witskrif op Rampbestuur voorgestel word, uit twee fases bestaan, naamlik die post-rampherstelfase en die pre-rampverminderingfase. Die post-rampherstelfase bestaan uit reaksie en herstel, terwyl die pre-rampverminderingfase uit voorkoming, vermindering en paraatheid bestaan.

Die reaksiefase behels alle aksies wat deur geaffekteerde gemeenskappe, die regering en ander rolspelers geneem word. Die herstelfase se fokus is op die instaatstelling van die gemeenskap om met hul normale lewe voort te gaan.

Voorkoming sluit maatreëls in wat ten doel het om die moontlikheid vir die voorkoms van rampe te verminder en/of hul gevolge te voorkom. Vermindering behels aksies wat lewens red, ekonomiese ontwrigting verminder, vatbaarheid vir

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

rampe verminder, die kapasiteit verhoog om rampe te weerstaan en om die moontlikheid vir burgerlike konflik te verminder. Paraatheid bestaan uit aktiwiteite wat ontwerp is om die negatiewe impakte van rampe deur die relevante reaksie en effektiewe verminderingstrategieë te minimaliseer. Dié aktiwiteite sluit beplanning, inligtingsisteme, hulpbronnontwikkeling, waarskuwingstelsels en publieke opvoeding in.

Die doel van beplanning is om toekomstige situasies te voorsien en te voorspel, asook om pro-aktiewe en reaktiewe maatreëls daar te stel waarmee die situasie doeltreffend bestuur kan word. Die rasionaal van rampbestuursbeplanning is die ontwikkeling van 'n reeks sistematiese, ordelike en effektiewe aksies in teenstelling met arbitrêre, chaotiese en oneffektiewe optrede. 'n Rampbestuursplan moet uit die volgende punte bestaan: 'n duidelike doel of stel doelwitte; 'n sistematiese volgorde van aktiwiteite wat logies en duidelik uiteengesit is; en 'n duidelike omskrywing van die rolle, take en die verantwoordelikhede van die verskillende rolspelers. Voorts moet dit aanpasbaar en gebruikersvriendelik wees.

Die totstandkoming van die nuwe Waterwet en die Witskrif op Rampbestuur het tot gevolg dat daar in die toekoms pro-aktief met vloedskadebestuur opgetree kan word. Die metodes wat later in die hoofstuk voorgestel word, is so 'n benadering.

### **3.2.2 AUSTRALIË**

Waterhulpbronne wat vloede insluit, is grondwetlik die verantwoordelikheid van die verskillende state in Australië (Smith, Handmer, McKay, Switzer, M.A.D. & Williams 1995). Hierdie verantwoordelikhede word verskillend deur die onderskeie state aan hul plaaslike owerhede oorgedra. Die skakeling tussen 'n staat soos Nieu-Suid-Wallis en 'n plaaslike owerheid speel 'n belangrike rol in die bepaling van die omvang van stedelike vloedvlaktebestuur.

Na die vloede van die sewentigerjare het die bestuurstyl van die Nieu-Suid-Wallis-regering verander van 'n aanmaningstyl tot 'n voorskrywende styl (Smith *et al.*, 1995). Hierdie fase wat van 1977 tot 1984 gestrek het, het konflik tussen die

plaaslike owerhede en die res van die Australiese state veroorsaak (Smith, 1993). In Desember 1984 het die beleid van Nieu-Suid-Wallis na 'n merietebenadering verander, wat samewerking met die plaaslike regering aangemoedig het.

Victoria was een van die eerste state wat beleidsrigtings en riglyne vir vloedvlaktebestuur aan plaaslike owerhede voorsien het. Die wetgewing wat op vloedvlaktebestuur van toepassing is, is as kompleks beskou.

Die Queenslandowerheid het nooit enige betekenisvolle rol in vloedvlaktebestuur gespeel nie (Smith *et al.*, 1995). Alhoewel hierdie benadering besluitneming op plaaslike vlak aanmoedig, het dit tot gevolg dat slegs 34 uit 134 plaaslike owerhede in 1992 vloedvlaktebestuursbeginsels in hulle dorpsplanne begin toepas het.

In 2000 is 'n dokument getiteld "Floodplain Management in Australia, best practice principles and guidelines" vrygestel. Die doel van die dokument is om beginsels en riglyne vir die bestuur van vloedrisiko in Australië neer te lê. Beginsels wat in die dokument vervat word, word ook in hierdie studie gebruik en aangespreek.

### **3.2.3      ENGELAND EN WALLIS**

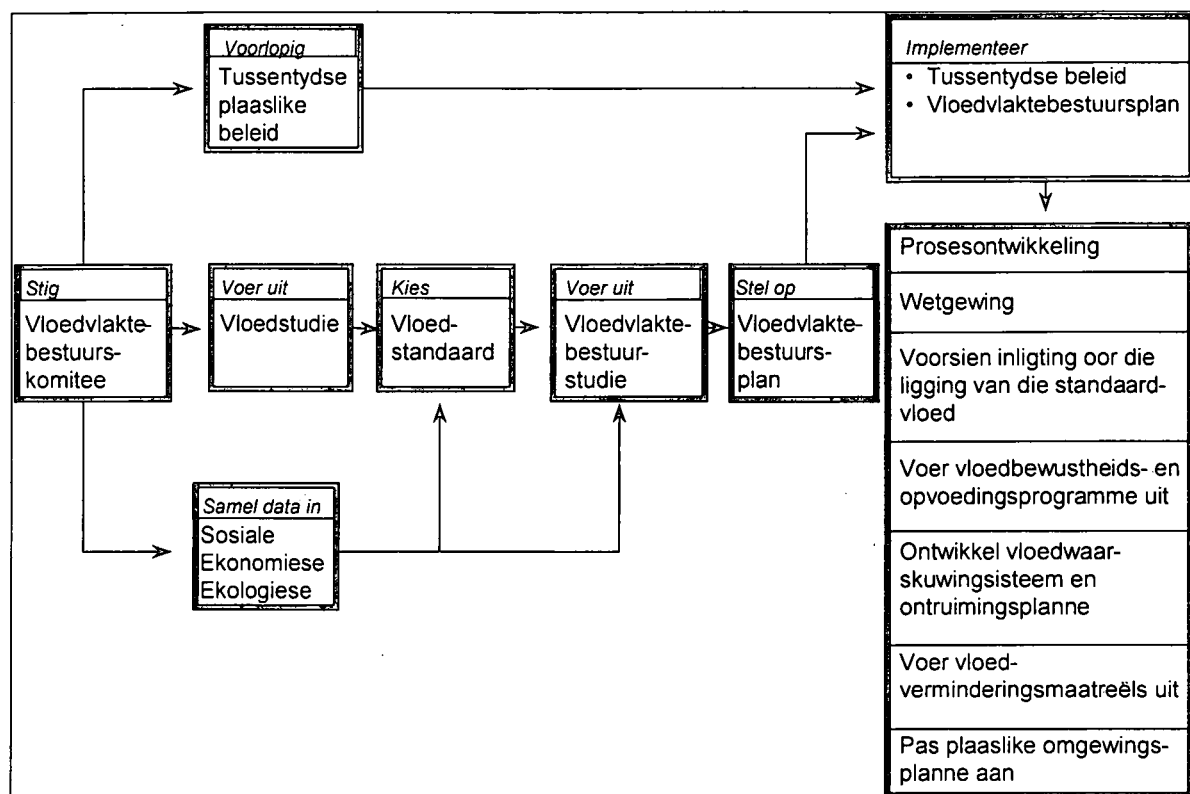
Ten spyte van die feit dat vloedwaarskuwing en vloedversekering altyd belangrik sal wees, is die vernaamste vorm van nie-strukturele maatreëls wat vloedgevaar kan verminder, die regulering van vloedvlakte-ontwikkeling (Parker, 1995).

'n Sentrale meningsverskil wat in die literatuur voorkom, is die ekonomiese en beplanningsimpak wat strukturele maatreëls het. Die "escalator effect" is 'n term wat Parker (1995) gebruik om hierdie verskille te verduidelik. Dit is die progressiewe hoër vlakke van strukturele beskerming wat nodig is om vermeerdering in die potensiaal vir vloedskade wat hoofsaaklik deur maatreëls van die verlede veroorsaak is, te verminder.

Vroeër in die hoofstuk is van die probleme en huidige strominge in vloedvlaktebestuur bespreek. Van die probleme wat geïdentifiseer is, sluit die onoordeelkundige gebruik van vloedvlaktes in. Bestuur van vloedvlaktes wat nie net konstruksiewerke insluit nie en reaksie na pro-aksie as benaderings vir die bestuur van vloedvlaktes is as nuwe denkrigtings aangetoon. In die volgende afdelings word gepoog om al hierdie beginsels in 'n stelsel, naamlik die vloedvlaktebestuurstelsel, saam te vat.

### **3.3 VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSEL**

In ooreenstemming met die klassieke definisie van 'n stelsel bestaan die vloedvlaktebestuurstelsel uit verskillende aksies wat saam 'n struktuur vorm om 'n vloedvlakte te bestuur. 'n Voorbeeld van so 'n stelsel is die een wat deur Nieu-Suid-Wallis in Australië gebruik word (New South Wales Government, 1986). Die Australian Government, Department of Resources and Energy (1985) maak ook melding van hierdie stelsel in voorskrifte wat in verband met vloedvlaktebestuur gegee word. Figuur 3.2 is 'n diagrammatiese voorstelling van dié stelsel. Dieselfde benadering word ook in die dokument "Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines" (2000) gevolg.



Figuur 3.2 'n Vloedvlaktebestuurstelsel soos ontwikkel in Nieu-Suid-Wallis, Australië

Die stelsel begin by die samestelling van 'n komitee wat toesig hou oor die verskillende fases van die stelsel. Die verskillende fases sluit in vloedstudies wat uitgevoer word, 'n vloedstandaard wat gekies word, vloedbestuurstudies en die ontwikkeling van vloedvlaktebestuursplanne. Hierdie stelsel, met sekere aanpassings, word ook vir Suid-Afrika voorgestel. Bogenoemde stelsel, asook die voorgestelde stelsel vir Suid-Afrika, word in die volgende afdelings bespreek. Miller *et al.* (1996) stel bykans dieselfde benadering voor in die aktiwiteite wat hulle vir die Tennesseevallei voorstel, naamlik ontwikkeling en toepassing van vloedrisiko-inligting, tegniese bystand vir vloedvlaktebestuur, beplanning vir die vermindering van vloedgevaar, publieke opvoeding en paraatheid.

### 3.3.1 VLOEDVLAKTEBESTUURSKOMITEE

Die hoofdoel van so 'n komitee is om 'n stadsraad in die ontwikkeling en implementering van 'n vloedvlaktebestuursplan by te staan. Die komitee hou



toesig oor die verskillende fases van die stelsel en gee terugvoering aan die stadsraad. Die komitee kan op verskillende wyses saamgevoeg word, maar 'n voorgestelde samestelling kan soos volg lyk: verkose lede van die raad, professionele lede van die raad (soos die stadsingenieur), gemeenskapvertegenwoordigers, asook lede van ander belangegroepe soos die sakegemeenskap en privaat konsultante.

### 3.3.2 VLOEDSTUDIES

Vloedstudies is die formele beginpunt en 'n belangrike deel van die proses van vloedvlaktebestuur. Dit kan beskryf word as studies en berekenings in die vloedvlakte om vloedlyne of vloedvlakke van bepaalde vloedvolumes te bepaal om sodoende gevaarsones te identifiseer. Vloedskade sowel as lewensverlies kan in hierdie geval as die risikofaktore gesien word. Voorts gaan dit in vloedstudies om vloedvlakte-inventarise, vloedvlaktesonerings en die beraming van potensiële vloedskades.

#### 3.3.2.1 Vloedlyne

Die opstel van vloedlyne behels die beraming van vloedvlakke van vloede van verskillende groottes (byvoorbeeld 'n 1:50 jaar-vloedlyn) en die omvang (volume) daarvan. Die resultate word gewoonlik op kaarte in die vorm van liggingslyne aangebring. Om die vloedlyne te ontwikkel en te beskryf, is die definiëring en omskrywing van 'n bepaalde vloed krities belangrik, veral vir die suksesvolle bestuur van die risiko (Smith, 1990). Smith noem dat die sleutelfaktore in die definisie van vloede, die *frequensie* van die voorkoms van vloede met verskillende *omvang* en *vloeisnelhede* is.

Die aanvaarbare prosedure van vloedfrequensie-omskrywing is om dit in terme van vloedwaterloslating van byvoorbeeld 3 000 m<sup>3</sup> per sekonde aan te dui. Die frequensie word in terme van jaarlikse oorskrydingsmoontlikheid (JOM) of die ekwivalent daarvan, uitgedruk as persentasie of as 'n 1 in x jaar-vloed. Die 0,01

JOM het 'n persentasie van 1,0 of staan as die een in 100 (1:100) jaar-vloed bekend.

### 3.3.2.2 Vloedvlakte-inventaris

Die volgende fase in 'n vloedstudie is die opstel van 'n vloedvlakte-inventaris. Anders gestel, is dit 'n opname om verskillende grondgebruike in 'n vloedvlakte te identifiseer en op te teken. Die verskillende grondgebruike wat in 'n vloedvlakte kan voorkom, sluit in:

- residensieel;
- kommersieel;
- industrieel;
- institusioneel;
- landbou;
- openbare infrastruktuur; en
- oop ruimtes/rekreasie.

### 3.3.2.3 Vloedvlaktesonering

Vir die doeleindes van die studie is vloedvlaktesonering die verdeling van die vloedvlakte in verskillende sones. Risiko en ontwikkeling is die twee belangrikste parameters waarvolgens gebiede beoordeel word. Beide parameters word gedurende dieselfde berekening gebruik om die sones te identifiseer.

#### □ Vloedstandaard of ontwikkelingsones

Waar die prosedure wat deur die regering van Nieu-Suid-Wallis voorgestel word, die vloedstandaard apart van vloedstudies hou, word dit in die stelsel wat vir Suid-Afrika voorgestel word, saam met vloedstudies en spesifiek onder vloedvlaktesonering gegroep. Die rede hiervoor is dat die vloedstandaard of die konsep daarvan, deel vorm van die identifisering van risikogebiede en ontwikkelingsones in die vloedvlaktes. 'n Vloedstandaard is 'n verwysingspunt vir  
Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktestuurstelsel

die ontwikkeling van vloedbestuursplanne. Volgens Smith (1996a) word die 1:100 jaar-vloedlyn as die basis vir stedelike vloedvlaktebestuur gebruik. Dit is gewoonlik die resultaat van nabootsing van ander projekte, maar daar is nie 'n wetenskaplike of ekonomiese rasionaal vir die keuse van die 1:100 jaar-vloedlyn nie (Smith, 1996a).

Wanneer Smith in 1996a die 1:100 jaar-vloedlyn as 'n standaardvloedlyn aanspreek, verduidelik hy hoe die hoogteverskil van vloedwater in verskillende dele van riviere die effektiwiteit van die gebruik van die 1:100 jaar-vloedlyn as 'n vloedstandaard kan verminder. Volgens dié navorser word groot verskille in vloeddieptes (van dieselfde vloed, in hierdie geval is dit die 1:100 jaar-vloedlyn) van een ligging tot 'n ander geïgnoreer. Die term *vloedhoogteverskil* word as 'n eenvoudige meting van verskille in vloeidiepte tussen byvoorbeeld die 1:10- en 1:100 jaar-vloedlyne gebruik. Voorbeelde hiervan is Vereeniging waar die verskil 4 m en Uitenhage waar dit 1,7 m is.

Die hoogteverskille tussen dieselfde vloedvoorkoms word meer belangrik wanneer die effek van die streekmaksimumvloed (SMV) by die berekening van vloedskade ingesluit word. Volgens Smith (1996a) moet die streekmaksimumvloed in enige stedelike vloedvlaktebestuur bepaal word. Die effek op rampbestuur is duidelik en die SMV word ook gebruik in berekeninge by voordeel-koste-analise.

Dit is nie net vloedhoogtes wat verskil nie, maar vloedsnelhede wissel ook van plek tot plek. Die snelheid in die rivierkanaal is nie so belangrik nie, maar die snelheid oor die vloedvlakte is van groot belang omdat die meeste ontwikkeling in dié gebied voorkom.

Volgens Wood, Gooch, Pronovost en Noonan (1983) wissel oorstroming en die impak daarvan in tyd en ruimte. Verskille kom selfs in dieselfde vloedvlakte met dieselfde vloed voor. Vir doeltreffende vloedvlaktebestuur is dit nodig dat die vloedvlaktes in verskillende sones, wat die verskillende impakte reflekteer, verdeel word. Die benadering word in die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuursplan vir die Keenevloedvlakte in Nieu-England in die Verenigde State van Amerika

toegepas, waar die indeling van sones volgens verskille in ekonomiese sowel as hidrologiese eienskappe gedoen word (Wood *et al.*, 1983).

#### □ Risiko-analise en identifisering van risikogebiede

Onder ideale omstandighede sal die gemeenskap vry wil wees van risiko, maar dit is prakties en ekonomies nie moontlik nie. Wat as 'n aanvaarbare vlak van vloedrisiko bereken word, is 'n netelige kwessie (Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines, 2000). Omdat die plaaslike gemeenskap die onmiddellike risiko van vloede moet dra, moet die gemeenskap 'n aandeel hê in die omskrywing van hierdie vlak. Bestuur van die risiko wat geassosieer word met die menslike besetting van die vloedvlakte, lê baie naby aan die kern van vloedvlaktebestuur (Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines, 2000). 'n Vloedvlaktebestuursplan is 'n risikobestuursplan wat op 'n omvattende manier sosiale, ekonomiese en ekologiese sake, wat geassosieer word met lewe en werk in vloedvlaktes koppel, en nie net die vloedvlaktebestuur nie.

Identifisering van vloedgevaar of risiko is die mees fundamentele stap in enige vloedvlaktebestuursprogram en is belangrik vir die opvoeding van die publiek (Ericksen, 1985). Die risikofaktore wat geassosieer kan word met lewensverlies, sluit in:

- tempo van vloedspitsstyging;
- diepte van oorstroming;
- vloeisnelheid;
- residensiële bevolking wat bedreig word;
- nie-residensiële bevolking wat bedreig word;
- vervoernetwerke;
- institusionele gebruike in die vloedvlakte; en
- vloedwaarskuwings en ontruimingsmaatreëls.

Volgens die riglyne van vloedvlakbestuur in Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines (2000) is vloedrisikobestuur 'n analise van die blootstelling aan vloedgevaar van 'n gemeenskap in 'n vloedvlakte. Dit behels die identifisering en implementering van toepaslike maatreëls om bestaande, toekomstige en oorblywende vloedrisiko tot op aanvaarbare vlakke te kry.

#### □ Gevaarsone

Die verslag oor die riglyne van vloedvlakbestuur in Australië (Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines, 2000) verdeel die faktore wat gevaar en ontwinging veroorsaak, in vier kategorieë:

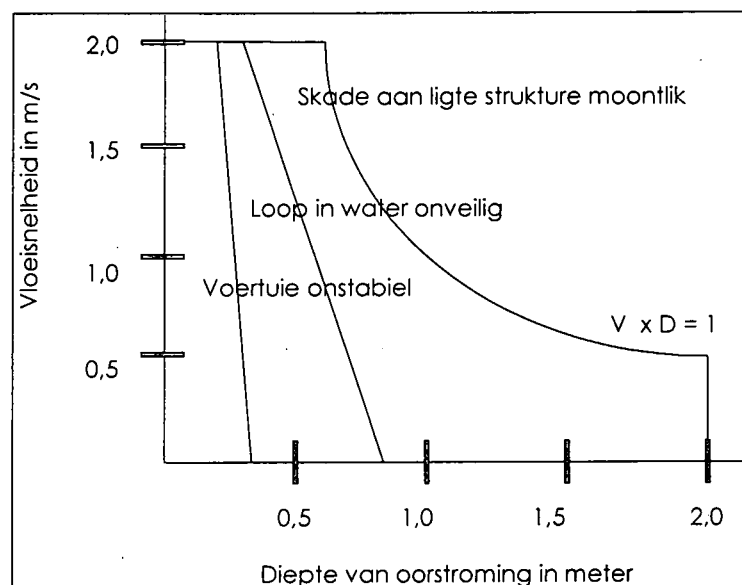
- Vloedeienskappe wat omvang, diepte, snelheid, tydsduur en die snelheid waarteen die water styg, insluit;
- Topografie soos ontruimingsroetes en eilande;
- Bevolking in die gevaargebiede;
- Noodrampbestuur, byvoorbeeld vloedvoorspellings, vloedwaarskuwings, vloedreaksieplanne, ontruimingsplanne en herstelplanne.

Vir beplannings- en bestuursdoeleindes verdeel die Nieu-Suid-Wallisregering vloedvlaktes in verskillende risikosones wat deur hidroliese faktore bepaal word. Hierdie risikosones bepaal dan watter tipe maatreël in die spesifieke gebied toegepas kan word. Indien die vloeisnelheid byvoorbeeld 1 m/s is en die diepte van oorstroming 0,4 m, lê die sone in 'n lae gevaargebied, maar as die vloeisnelheid byvoorbeeld 1,4 m/s is en diepte van oorstroming 1,2 m, is dit 'n hoë gevaargebied (Figuur 3.4).

Verder word die vloedvlakte ook in hidrologiese kategorieë ingedeel, naamlik vloedbaan, vloedstoorarea en die vloedgrens. 'n Vloedbaan is die area waar daar 'n beduidende hoeveelheid water gedurende vloede vloei, terwyl vloedstoorareas die dele van die vloedvlakte is wat belangrik is vir die tydelike

stoor van vloedwater. Vloedgrens verwys na die oorblywende area wat deur oorstroming beïnvloed word. Wanneer hidrologiese modelle nie beskikbaar is nie, kan vloedbane en vloedstoorareas soos volg bereken word:

Vloedbane is gebiede waar die produk van diepte (m) en vloeisnelheid (m/s) groter as 1,0 is. Vloedstoorarea is gebiede buite vloedbane wat, as dit met soliede materiaal gevul word, sal veroorsaak dat die vloedspits stroomaf met meer as 10 persent verhoog. Die vloedgevaargebiede soos deur die Nieu-Suid-Wallisregering gebruik word en wat as gevolg van diepte van oorstroming en vloeisnelheid geïdentifiseer kan word, word in Figure 3.3 en 3.4 aangedui.

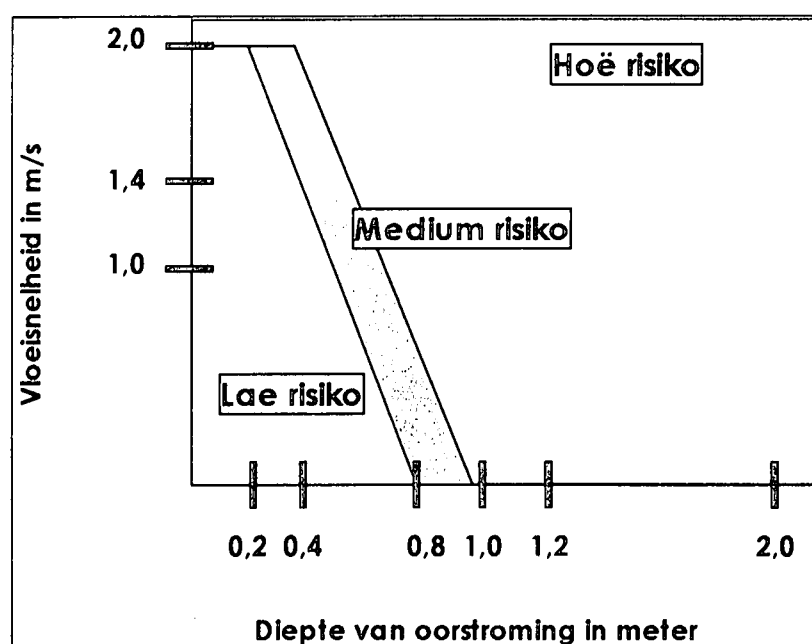


**Figuur 3.3** Snelheid-en diepteverwantskappe teenoor vloedgevaar

Bron: New South Wales Government (1986)

In Figuur 3.3 word snelheid- en diepteverwantskappe in verband gebring met vloedgevaar. Hierdie verwantskappe is saamgestel uit laboratoriumstudies en verkry uit die vloedvlakte-ontwikkelingshandleiding van die Nieu-Suid-Wallisregering (1986). Hierdie beginsel word nog steeds in Australië gebruik om gevaarsones te identifiseer (Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines, 2000). Indien die watersnelheid byvoorbeeld 1,5 m/s en diepte van oorstroming 1 m is, kan daar skade aan ligte strukture wees. Hierdie

ligte strukture kan informele behuising en tydelike houtstrukture insluit. Figuur 3.4 neem hierdie verwantskappe verder en koppel dit aan gevare. Wanneer die vloeisnelheid 1,4 m/s en diepte van oorstroming 1,2 m is, lê hierdie gebied in 'n hoërisiko-area. Hierdie besonderhede word bevestig deur die verslae oor vloedvlaktebestuur in *Managing the Floodplain* (1999) en *Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines* (2000). In hierdie verslag word genoem dat dit gevaarlik vir mense word om te loop wanneer die diepte van stil water meer as 1,2 m is en wanneer die vloeisnelheid van vlak water meer as 0,8 m/s is. Verskillende kombinasies van diepte en snelheid tussen dié limiete kan ook areas gevaarlik maak vir mense om te loop. Ander faktore wat in gedagte gehou moet word, is gelykheid van die grond, slaggate en heinings. Klein ligte voertuie kan onstabiel begin raak wanneer die die waterdiepte van snelvloeiende water meer as 0,3 m is. Ontruiming deur groter sedanmotors is in die algemeen net moontlik wanneer die waterdiepte minder as 0,4 m is. Met vloeisnelheid van meer as 2 m/s kan die stabiliteit van geboufondamente beïnvloed word. Net so kan met waterdiepte van meer as 2 m ligte raamgeboue deur waterdruk beskadig word.



**Figuur 3.4** Risikokategorieë vir vloedvlaktes

Bron: New South Wales Government (1986)

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

In die handleiding van Nieu-Suid-Wallis word verskeie tabelle voorsien wat aandui watter beleidmaatreëls vir watter omstandighede geld. Wanneer 'n gebied in 'n hoë risikogebied en 'n vloedstoorarea geleë is, geld die volgende beleid:

- Enige deel van 'n gebou of struktuur onderworpe aan oorstroming moet van materiaal gebou word wat weerstandbiedend teen vloedwater is.
- Vloedverskansing bo die standaardvloed is vir elke nuwe wooneenheid, asook kommersiële, industriële en spesiale ontwikkeling noodsaaklik. Terwyl hierdie vereiste vir groot residensiële uitbreidings geld, moet die meriete vir die oprigting van die vloedverskansing die noodsaaklikheid daarvan bepaal.
- Die noodsaaklikheid om kommersiële en industriële ontwikkeling met vloedverskansing te beskerm, moet volgens meriete bepaal word.
- Spesiale oorweging moet aan woonwaparke geskenk word omdat dit moeilik ontruim word.
- Die ontwikkelaar of eienaar moet kan bewys dat enige gebou of struktuur vloedwater, wat vragafdrifsels insluit, kan weerstaan. 'n Volledige ingenieursverslag moet by die aansoek vir ontwikkeling ingesluit word.

In Kanada word 'n ander vloedvlaktesoneringsstelsel gebruik. In Ontario word vloedvlaktesonering deur die vloedvlaktelebeplanningsbeleid ("Flood Plain Planning Policy Statement") wat in 1978 bekend gestel is en in 1988 as deel van die beplanningswet uitgereik is, omskryf (Shrubsole & Scherer, 1996). Dié beleid laat stadsrade en bewaringsowerhede toe om een van die volgende drie soneringsopsies toe te pas:

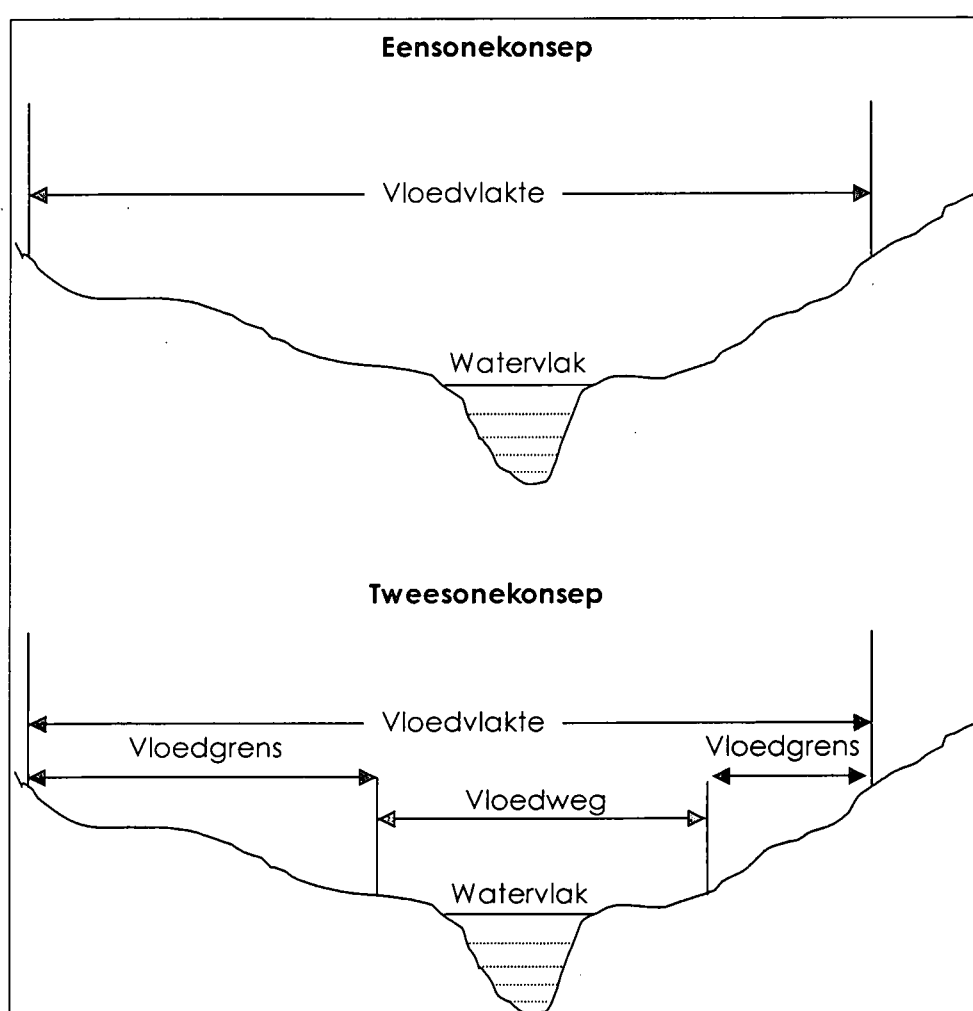
- Die *eensone-konsep* waar die hele vloedvlakte as 'n eenheid gehanteer word, met alle ontwikkeling wat óf beperk óf verbied word (Figuur 3.5).
- Die *tweesone-konsep* waar die vloedvlakte in twee sones verdeel word met die vloedbaan langs die rivier waar ontwikkeling óf beperk óf verbied word



en die vloedgrens (rand van vloedwater) verder weg van die rivier is waar ontwikkeling met vloedverskansing tot sekere vlakke toegelaat word (Figuur 3.5).

- 'n Spesiale beleidarea (SBA) waar die eensone- en tweesonebenaderings nie toegepas kan word nie, maar waar beheerde ontwikkeling en herontwikkeling in die vloedbaan met sekere beperkings toegelaat word.

In Figuur 3.5 word die eensone- en tweesone-konsepte grafies voorgestel.



**Figuur 3.5 Eensone- en tweesone-konsepte soos in Kanada gebruik word**

**Bron: Shrubsole & Scherer (1996)**

Dieselfde benadering is reeds in 1976 deur die Verenigde Nasies in die "Guidelines for flood loss prevention and management in developing countries" voorgestel.

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

Sekere grondgebruike word deur bogenoemde handleiding vir ontwikkeling in vloedbane voorgestel. Dit is grondgebruike wat lae potensiaal vir vloedskade inhou. Weiding en plantasies word vir landbou-aktiwiteite voorgestel, terwyl oplaai-, aflaai- en parkeerareas vir kommersiële en industriële gebiede aanbeveel word. Private en openbare gebruike soos golfbane, tennisbane en parke kan in die vloedbane gevestig word. Indien ontwikkeling binne die vloedgrenssones plaasvind, moet die grond- en keldervloere bo 'n voorgeskrewe hoogte wees. Dit kan byvoorbeeld in die boukode staan dat die grondvloer 0,5 m bo grondoppervlakte moet wees.

#### □ **Voorgestelde vloedvlaktesonering vir Suid-Afrika**

Uit die voorafgaande afdelings is dit duidelik dat die benadering om die 1:100 jaar-vloedlyn (of 'n ander vloedlyn) as vloedstandaard of ontwikkelingslyn te beskou as 'n rigiede en feilbare benadering beskou kan word. Vloedhoogteverskille is die aspek wat hierdie benadering rigied en feilbaar maak. Die 1:100 jaar-vloed in een gebied kan byvoorbeeld 'n diepte van oorstroming van vier meter veroorsaak, wat veroorsaak dat die gebied as 'n hoë risiko gebied verklaar word, maar in 'n ander gebied kan dieselfde 1:100 jaar- vloed 'n oorstroming van slegs 0,5 m veroorsaak. As gevolg van die wetgewing wat die 1:100 jaar-vloedlyn as grens vir ontwikkeling neem, is ontwikkeling in beide gebiede verbied of beperk.

Teenoor die nuwe Waterwet wat die 1:100 jaar-vloedlyn as die standaardvloedlyn vir regulering van vloedvlaktes in Suid-Afrika bepaal, stel die navorser voor dat die Australiese benadering van vloedvlaktesonering vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas word. Suid-Afrika het beperkte hulpbronne wat die optimale benutting van vloedvlaktes noodsaak. Dit sluit die benutting van vloedvlaktes in. Die rigiede toepassing van die 1:100 jaar-vloedlyn laat dit egter nie toe nie. 'n Verdere belangrike oorweging is die verskil in vloedkaraktertrekke wat tussen verskillende vloedvlaktes bestaan.

'n Aspek wat die Australiese benadering nie in ag neem nie, is die invloed wat grondgebruik op vloedrisiko het. Verskillende grondgebruike hou verskillende

---

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktestuurstelsel

risiko's in. Industriële aktiwiteite het 'n hoër skade risiko as residensiële aktiwiteite, terwyl grondgebruike soos skole en hospitale weer 'n hoër risiko vir lewensverlies inhou. Gebiede wat as hoë gevaargebiede geklassifiseer is, kan byvoorbeeld in die middel van 'n rivierloop geleë wees. Dit is as gevolg van die diepte en vinnige snelheid wat vloedwater daar bereik, maar omdat daar geen ontwikkeling is nie, is daar geen risiko vir menselebens of eiendom nie. 'n Lae risikogebied (Figuur 3.4) kan egter in 'n hoërisikogebied vir noodweerbeplanning verander indien 'n hospitaal in die gebied geleë is. Indien risiko- en ontwikkelingsgebiede dus geïdentifiseer moet word, is dit belangrik dat huidige sowel as toekomstige grondgebruike in gedagte gehou moet word.

#### **3.3.2.4 Skadeberaming**

Vloedskade word met vloedstudies beraam sodat potensiële hoë skade gebiede geïdentifiseer kan word, ontruiming beplan kan word, en/of hulpbronne vir die vermindering in vloedskade geallokeer kan word. Skadeberamings kan ook later in die bestuursproses gebruik word om koste-effektiwiteit van projekte te evalueer.

Vir die uitvoering van vloedstudies is dit nodig om vloedskade per gebeurtenis (byvoorbeeld die 1:50 jaar-vloed) en die gemiddelde jaarlikse skade te bereken. Beide tipes waardes word benodig. Skade vir verskillende vloedgebeurtenisse word byvoorbeeld gebruik om gebiede te identifiseer en beplanning daarvolgens te doen.

### **3.3.3 VLOEDVLAKTEBESTUURSTUDIES**

Die doel van vloedvlakbestuurstudies is om maatreëls te bepaal wat ingestel kan word om vloedskade te verminder. Hierdie maatreëls kan óf struktureel óf nie-struktureel wees. Wood, Gooch, Pornovost en Noonan (1983) en Thampapillai en Musgrave (1985) meen dat vloedbeheerbeplanning gebalanseerd moet wees en sodoende strukturele sowel as nie-strukturele benaderings in ag moet neem. Verder verdeel Wood *et al.* (1983) die maatreëls wat vloedskade kan verminder, in twee hoofgroepe in. Die eerste groep omvat maatreëls wat vlakke van

vloedwater verlaag en die tweede groep is maatreëls wat die vatbaarheid van grondgebruike vir vloedskade verlaag. Hulle beskou eersgenoemde as strukturele maatreëls, terwyl laasgenoemde as nie-strukturele maatreëls omskryf word.

In Tabel 3.1 word voorbeelde van strukturele en nie-strukturele maatreëls voorsien wat vir die vermindering van vloedskade gebruik kan word. Vloedwalle is byvoorbeeld 'n maatreël wat vloedwater kan beheer; sonering weer kan die potensiaal vir vloedskade verminder deur sekere grondgebruike in vloedvlaktes te beperk, terwyl vloedversekering finansiële hulp voorsien.

**TABEL 3.1 VOORBEELDE VAN STRUKTURELE EN NIE-STRUKTURELE MAATREËLS VIR DIE VERMINDERING VAN VLOEDSKADE**

	Maatreëls wat vloedwater beheer	Beheer van grondgebruik	Finansiële hulp	Vermydning van rampe
<b>Strukturele maatreëls</b>	•			
Vloeddamme	•			
Vloedwalle	•			
Omwegvloedbaan "By-pass floodways"	•			
Kanaalverbeterings	•			
Defensiekomme	•			
<b>Nie-strukturele maatreëls</b>				
Vloedverskansing		•		
Sonering		•		
Bou- en ontwikkelings- regulasies		•		
Vrywillige verkoop van eiendom		•	•	
Vloedversekering			•	•
Publieke inligting en opvoeding		•		•
Vloedvoorspelling, waarskuwing en ontruimings- beplanning				•

Bron: New South Wales Government (1986).

Die volgende afdelings word aan 'n beskrywing van die twee benaderings — struktureel en nie-struktureel — gewy. Voordele en nadele van die verskillende maatreëls word uitgewys.

### 3.3.3.1 Nie-strukturele benadering tot vloedvlaktebestuur

Die nie-strukturele benadering tot vloedvlaktebestuur bestaan uit aktiwiteite wat beplan word om die effek van oorstroming te verminder sonder om versperrings wat vloei van riviere verander, op te rig (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999). Smith *et al.* (1995) en Graham & Yang (1996) noem dat nie-strukturele maatreëls ten doel het om vloedverliese te verminder deur die risiko van vloede binne 'n gebied aan te pas. Hulle verdeel die maatreëls in grondgebruikregulasies, bouregulasies, vloedwaarskuwings, en noodbestuur. Die maatreëls wat as grondgebruikregulasies geklassifiseer word, word gebruik om die toekomstige ontwikkeling van vloedvlaktes te beperk om sodoende die potensiaal vir vloedskade te verminder. Die "International Commission on Irrigation and Drainage" (ICID) verdeel nie-strukturele maatreëls in twee hoofgroepe. Die eerste groep is **bepanningsmaatreëls** wat uit vloedvoorspelling, beheer van vloedvlakte-ontwikkeling, vloedversekering, vloedverskansing, opvanggebiedbestuur en besluitneming bestaan. Die tweede groep, naamlik **reaksiemaatreëls** bestaan uit vloedrampreksiebeplanning, vloedbevegting, vloedwaarskuwing, ontruiming, noodbystand, asook hulp. Hierdie indelings word in die volgende afdelings meer volledig beskryf.

Die vermindering van skade aan bestaande ontwikkeling kan ook deur die toepassing van grondgebruikregulering verkry word. Bouregulasies se hoofdoel is om vloedskade aan bestaande ontwikkeling te verminder, terwyl vloedwaarskuwing en noodbestuur van mekaar afhanklik is.

### 3.3.3.1.1 Beplanningsmaatreëls

#### □ Vloedvoorspelling

Volgens die International Commission on Irrigation and Drainage (1999) is die doel van vloedvoorspelling om die owerhede en die plaaslike bevolking in staat te stel om die nodige aktiwiteite te onderneem om vloedskaade te verminder. Die aktiwiteite wat uitgevoer kan word na 'n vloedvoorspelling gegee is, sluit in die tydige oopmaak van sluise, voorkomingsmaatreëls soos die pak van sandsakke, asook ontruiming. Volgens Smith (1990) is die doel van vloedwaarskuwings om meer tyd te hê vir aksies om lewensverlies en skade aan eiendomme te verminder.

Inligting wat vloedwaarskuwing moontlik maak, is die analise en interpretasie van alle beskikbare data wat die ontstaan van vloede verklaar. Hierdie data sluit die neerslag in 'n opvanggebied, die versadigingsvlakke van grond, die stroomvloeie by sekere punte en die waterstoor kapasiteit in (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999).

#### □ Beheer van vloedvlakte-ontwikkeling

Maatreëls vir die beheer van vloedvlakte-ontwikkeling kan die volgende insluit:

- **Grondgebruiksbeheermaatreëls:** Grondgebruiksbeheermaatreëls wat op nasionale, provinsiale en/of plaaslike vlak toegepas kan word, sluit riglyne vir toelaatbare grondgebruike in 'n vloedvlakte in. Die maatreëls word gewoonlik deur wetgewing afgedwing, wat sekere gebruike of aktiwiteite aanmoedig of belet. Volgens Smith *et al.* (1995) word dit wêreldwyd aanvaar dat grondgebruiksbestuur en -beheer belangrik is vir aanvaarbare vloedvlaktebestuur.

Volgens die *Guidelines for flood loss prevention and management in developing countries*, (1976) berus suksesvolle grondgebruiksbeheermaatreëls op twee beginsels, waarvan die eerste die noodsaaklikheid van samewerking tussen belangegroepe en duidelike

riglyne vir die vermindering van vloedverliese is. Die tweede is dat grondgebruikspatrone tot die ontwikkeling van die gebied moet bydra en nie die vloedrisiko verhoog nie.

Grondgebruiksmatreëls het dus die **voordeel** dat dit toesien dat ontwikkeling wat tot verhoging in vloedskadepotensiaal kan lei, verbied word. Standaarde wat regdeur die land geld, kan derhalwe toegepas word, wat die bestuur van vloedvlaktes vergemaklik. Een van die grootste voordele van grondgebruiksmatreëls is dat die toepassing daarvan koste-effektief is (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999). **Nadele** van grondgebruiksmatreëls is dat dit nie die risiko van vloede vir bestaande ontwikkeling verminder nie en dat dit die potensiaal vir ontwikkeling van bestaande grondgebruike beperk.

- **Sonering:** Sonering en die wetgewing wat daarmee gepaard gaan, word gebruik om grond, water en strukture wat onder die magte van plaaslike owerhede val, vir openbare belang te bestuur. Sonering is 'n metode wat gebruik kan word om die vlakke van ekonomiese aktiwiteite in hoë risikogebiede te reguleer (Leblanc & Ouellette, 1988). Wette kan gebruik word om tipe grondgebruik, geboue en selfs landbougrondgebruike te reguleer. Sonering is meer vir nuwe ontwikkeling om te voorkom dat potensiele skade vermeerder (Smith, 1996).

**Voordele** van sonering is dat dit toekomstige ontwikkeling in die vloedvlaktes binne 'n munisipaliteit, wat verhoging in potensiele skade kan veroorsaak, voorkom. Hierdie matreëls word ook as koste-effektief beskou (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999). **Nadele** is dat wette wat sonering voorskryf, verander kan word; konflik oor wat die sonering moet wees, kan probleme veroorsaak, effektiwiteit kan ingeboet word as daar nie wetgewing is nie; en verandering in sonering voorsien nie beskerming aan bestaande ontwikkeling nie.



- **Regulering van onderverdelings:** Dit is regulasies wat die onderverdeling van grond beheer. Regulasies kan ontwerp word om onderverdeling in 'n vloedvlakte te beperk om sodoende verhoging in digtheid te voorkom.
- **Boukodes/bouregulasies:** Bouregulasies wat saam met sonering toegepas word, bied die effektiefste manier om vloedskade te verminder (Smith *et al.*, 1995). Boukodes bestaan uit minimum standaarde vir die konstruksie van geboue, wat die veiligheid van strukture binne die vloedvlakte verseker en daardeur die potensiaal vir skade verminder.

**Voordele** van bouregulasies is dat dit verseker dat nuwe en bestaande strukture en herontwikkeling in die vloedvlakte vloedverskans sal wees. Die **nadele** is dat eenvormige toepassing moeilik is en dat geen beskerming vir bestaande ontwikkeling gebied word nie rig (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999).

#### □ **Vloedversekering**

Volgens die ICID is die hoofdoel van vloedversekering om die koste van vloedskade so te versprei dat die gemeenskap wat betrokke is, dit kan bekostig. Volgens Viljoen (Persoonlike kommunikasie, 2000) is 'n verdere doel om vloedgesteisterdes bewus te maak van die risiko van vloede en om hulle self voorsorg te laat tref. 'n Belangrike voorwaarde vir die doeltreffende toepassing van vloedversekering is 'n effektiewe administrasiesistelsel met minimum eksterne koste. Vloedversekering verskil van ander maatreëls omdat dit koste oor ruimte en tyd versprei, waar ander maatreëls die koste van vloedskade vir elke vloed probeer verminder. Al verminder versekering nie vloedskade nie, is dit gewoonlik komplementêr tot die vloedskadeverminderingmaatreëls wat wel vloedskade verminder.

Vloedversekering is **voordelig** omdat dit onmiddellike finansiële verligting vir die versekerde slagoffer van vloedskade bied. Verder moedig dit inwoners van vloedvlaktes aan om vir toekomstige vloedskade te spaar en verminder dit die las op instansies wat noodhulp voorsien.

Die **nadele** van vloedversekering is dat dit nie vloedskade verminder nie; transaksiekoste hoog is; groot getalle mense steeds onverseker bly; ontwikkeling kan aanmoedig wat die potensiaal vir vloedskade verhoog; en inligting vir die beraming van risiko wat in vloedskadeversekering gebruik word, duur is (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999).

### □ Vloedverskansing

Volgens die ("International Commission on Irrigation and Drainage", 1999) is een van die definisies van vloedverskansing, die aanpassing van geboue en strukture en hulle onmiddellike omgewing om vloedskade te verminder. 'n Meer algemene definisie beskryf vloedverskansing as alle aksies deur individue of groepe mense binne die vloedvlakte om vloedskade aan hul eiendomme te verminder (James & Lee, 1971, soos aangehaal deur *International Commission on Irrigation and Drainage* (1999)). Vloedverskansing is verder maatreëls wat deur een of 'n paar huishoudings gebruik kan word. Areas waar vloedverskansing toegepas kan word, sluit openbare strukture, infrastruktuur, geboue, goedere en toerusting op industriële eiendomme en persoonlike besittings soos huise in.

Vier tipes van vloedverskansing kan onderskei word:

- Beskerming van infrastruktuur soos paaie en spoorlyne, waterpype, geboue en toerusting soos kragentrales.
- Beskerming van geboue, onder andere openbare geboue, industriële aanlegte en privaat woonhuise.
- Maatreëls vir noodsituasies, soos onder andere:
  - toegangspaaie;
  - beskikbaarheid van water, sanitasie, ensovoorts.
- Vloedverskansing in die landbou sluit in die gebruik van gewasse wat voor 'n vloed geoes kan word en aanplant van vloedbestande gewasse.

## □ **Opvanggebiedbestuur**

Opvanggebiedbestuur vind plaas wanneer vloede by die oorsprong bestuur word. Die prosesse wat beheer word, is dié waartydens reënval na stroomvloei oorgaan en sluit in neerslag, opvang van reënwater, beheer van verdamping, oppervlakte-infiltrasie, diepinfiltrasie en oppervlaktevloei.

### **3.3.3.1.2 Reaksiemaatreëls**

#### □ **Vloedrampreaksiebeplanning**

Dit is belangrik dat die doelwitte en aktiwiteite vir vloedrampreaksiebeplanning in lyn is met die nasionale rampbestuur soos vroeër in die hoofstuk bespreek is. Soos die *International Commission on Irrigation and Drainage* (1999) dit stel, is vloede slegs een ramp waarmee 'n moderne samelewing rekening moet hou. Indien vloedrampreaksiebeplanning deel uitmaak van 'n nasionale omvattende rampbestuurstelsel, kan dit voordeel trek uit bestaande institusionele meganismes en strukture. Handmer in *International Commission on Irrigation and Drainage* (1999) stel die volgende beginsels voor wat moet geld vir effektiewe vloedrampreaksie, naamlik toepaslike organisasie, duidelik gespesifiseerde rolle en verantwoordelikhede van die organisasies, inligtingsbestuur by alle vlakke van beplanning en reaksie, asook formele rekordhouding van interorganisasiese reëlins en ooreenkomste, insluitende getoetste paraatheidsplanne.

#### □ **Vloedbevegting**

Aksies wat gedurende vloede uitgevoer word om skade en lewensverlies te voorkom of te verminder, staan as vloedbevegting bekend. Net soos ontruiming en vloedverskansing, is vloedbevegting ook 'n noodmaatreël wat ten doel het om die impak van vloed op die gemeenskap en omgewing te verminder. Die aksies wat uitgevoer kan word, sluit in noodaksies voor en gedurende 'n vloed, aktiewe beskerming soos die pak van sandsakke, versterking en herstel van vloedbeheerstrukture, bou van noodstrukture, maatreëls vir die vermindering van vloedwater wat deur opgaarfasiliteite voorsien kan word, verwydering van

hindernisse in die rivier en die wegkeer van vloedwater vanaf sensitiewe areas. Die belangrikste voorwaarde vir suksesvolle vloedbevegting is die paraatheid van alle persone wat betrokke mag wees, die beskikbaarheid van tegniese hulpbronne, die ondersteuning van die betrokke owerhede, en die samewerking van die publiek.

#### □ Ontruiming

Ontruiming, wat seker die belangrikste maatreël vir vloedbeskerming is, het ten doel om mens en dier te red en om vloedskade te verminder (International Commission on Irrigation and Drainage, 1999). Afhangende van die omstandighede kan ontruiming voor, tydens en na 'n vloed, plaasvind.

### 3.3.3.2 Strukturele benadering tot vloedvlakbestuur

Van Duivendijk [s.a] identifiseer die tydelike stoor van vloedwater, vloedwalle rondom risikogebiede en die ontwikkeling van vloedbane as drie verskillende fisiese (strukturele) maatreëls wat gebruik kan word om oorstroming te verminder.

#### □ Vloedwalle

Vloedwalle is die strukturele maatreël wat die meeste gebruik word om vloedskade te verminder. Die bou van vloedwalle is gewoonlik 'n reaksie op of as gevolg van vorige vloedondervinding. Die hoogte van die vloedwal word deur hierdie ondervinding bepaal. Vloedwalle wat om dié rede opgerig word, bied geen beskerming teen minder waarskynlike maar gevaarliker vloede nie.

Die bou van 'n vloedwal gee die mense wat agter die vloedwal bly of werk, 'n skyn-gevoel van veiligheid wat veroorsaak dat verdere ontwikkeling in die vloedvlakte plaasvind, wat sodoende die potensiaal vir vloedskade verhoog. Wanneer 'n vloed voorkom wat groter is as die vloed waarvoor die wal opgerig is, is die skade groot en die proses van vloedwaloprigting begin weer voor (Smith et al., 1995). Om die probleem te voorkom, word voorgestel dat, wanneer

vloedwalle wel gebruik word, nuwe ontwikkeling agter die vloedwal aan dieselfde regulasies onderworpe moet wees as dié sonder 'n vloedwal.

#### □ **Vloedstoordamme**

Damme word gewoonlik nie hoofsaaklik gebou om vloede te beheer nie, maar eerder vir meervoudige redes. Alhoewel damme in Suid-Afrika se hoofdoel is om water op te gaar en te voorsien, word dit wel ook vir ander doeleindes gebruik soos om vloede te beheer. 'n Probleem met vloedstoordamme is dat die gemeenskap stroomaf moeilik oortuig kan word dat daar geen vloedgevaar meer sal wees nie.

#### □ **Vertragingskomme**

Vertragingskomme kan as klein damme beskou word wat gebruik word vir die stoor van vloedwater in die geval van 'n vloed. Met goeie beplanning kan hierdie komme in normale tye vir sportvelde, parkeerareas of gebruike met lae potensiaal vir skade aangewend word.

Die komme is belangrik, veral vir klein opvanggebiede waar verstedeliking plaasgevind het. Van Duivendijk [s.a] beveel aan dat groter opgaardamme vir die tydelike opgaar van vloedwater in die hoërliggende dele van riviere, byvoorbeeld in die berge, opgerig word. Plat valleie veroorsaak probleme in die middel of laer gedeeltes omdat opgaardamme in dié geval baie groot moet wees om voldoende stoorarea te voorsien.

#### □ **Kanaalverbeterings**

Volgens Smith *et al.* (1995) veroorsaak kanaalverbeterings oor die algemeen nie vermindering in skade nie. Alhoewel dit tot onlangs nog die praktyk was om natuurlike rivierkanale te verander om sodoende vloedskade te verminder, word dit nie meer so baie gebruik nie. Om dieselfde effek te kry, gebruik die meeste plaaslike owerhede in Australië nou meer plantegroei wat as buffers langs riviere dien.

## □ Skep van vloedbane

Deur die skep van vloedbane word 'n poging aangewend om die uitvloeikapasiteit van die oordragstelsel te vergroot. Ander voorbeelde wat Van Duivendijk [s.a] noem, is die wegkeer van die vloedwater deur ou riviersisteme daarvoor aan te wend.

### 3.3.4 VLOEDVLAKTEBESTUURSPLANNE

Voordat 'n vloedvlaktebestuursplan opgestel word, moet die planne aan sekere kriteria voldoen. Volgens die New South Wales Government (1986) moet 'n vloedvlaktebestuursplan die volgende versekering bied:

- Die samestelling van grondgebruik wat in 'n gevaargebied geleë is, moet so beplan word dat dit die minimum deur vloede beïnvloed word.
- Waar daar 'n gevaar van vloede bestaan, moet die sosiale, ekonomiese sowel as ekologiese koste en voordele van grondbestuur in ag geneem word.
- Vloedvlaktebestuur moet ook die veiligheid, gesondheid en welsyn van die gemeenskap in ag neem.
- Inligting oor die omvang van maontlike vloede moet vir die publiek beskikbaar wees.
- Alle maontlike maatreëls moet getref word om verhoging in vloedgevaar en -skade wat as gevolg van die ontwikkeling van vloedvlaktes kan ontstaan, te minimaliseer.
- Daar moet geen noemenswaardige groei in vloedgevaar en skadepotensiaal wees as gevolg van nuwe ontwikkeling op vloedvlaktes nie.
- Daar moet geskikte en effektiewe vloedwaarskuwingstelsels bestaan en noodweerdienste vir toekomstige vloede moet beskikbaar wees.

Volgens die "Floodplain, Management in Australia, best practice principles and guidelines" (2000) is dit belangrik dat, tydens die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuursplan, verskillende beplanningsake met individuele doestellings ook aandag geniet. Hierdie sake sluit in:

- Ekonomies - die aard en koers van toekomstige groei in die area.
- Infrastruktuur - hoe goed die huidige infrastruktuur die groei kan hanteer en of daar 'n behoefte aan nuwe infrastruktuur is.
- Hulpbronbestuur - hoe die natuurlike hulpbronne van die vloedvlakte die beste bestuur kan word.
- Risikobestuur - wat die effektiwste manier is om die waarskynlikheid van die voorkoms van vloede te hanteer.
- Vloednoodgevalle - hoe om werklike vloede te bestuur.
- Grondgebruik sluit al die bogenoemde in, asook hoe om 'n balans te vind tussen die botsende doelstellings van die gemeenskap rakende die gebruik van die vloedvlakte.

#### **3.3.4.1 Die besluitnemingsproses**

Ijjas stel 'n besluitnemingsproses vir die "International Commission on Irrigation and Drainage" (1999) voor wat gebruik kan word vir die samestelling van 'n optimale pakket van maatreëls vir die vermindering van potensiële vloedskade.

Die besluitnemingsproses kan beskryf word as die proses waardeur doelwitte, beleide en/of strategieë wat oor dieselfde omstandighede handel, saamgevoeg word. Dit sal van die hoeveelheid inligting afhang of die proses kompleks sal wees al dan nie. In die besluitnemingsproses is dit die besluitnemer (wat die vloedkomitee kan wees) se taak om die probleme te identifiseer en die doelwitte om die probleme op te los, te spesifiseer. Dit is ook die besluitnemer se taak om

die kriteria waarvolgens die alternatiewe maatreëls vir vloedskadevermindering beoordeel gaan word, uiteen te sit.

Volgens die "International Commission on Irrigation and Drainage" (1999) is 'n analiseerder nodig om die proses suksesvol te voltooi. Die taak van so 'n persoon is om die besluitnemingsmodel te omskryf, die uitvoering van take wat daarmee gepaard gaan, asook die voorlegging van die resultate aan die besluitnemer of besluitnemers. Van die aktiwiteite wat deur die analiseerder uitgevoer word, sluit probleemformulering sowel as kwantitatiewe en kwalitatiewe analises van die probleem in. Interaksie tussen die besluitnemer en analiseerder is 'n belangrike deel van die besluitnemingsproses waar die vlak van interaksie afhang van die kennis en gewilligheid tot samewerking, die tipe tegniek en die probleem.

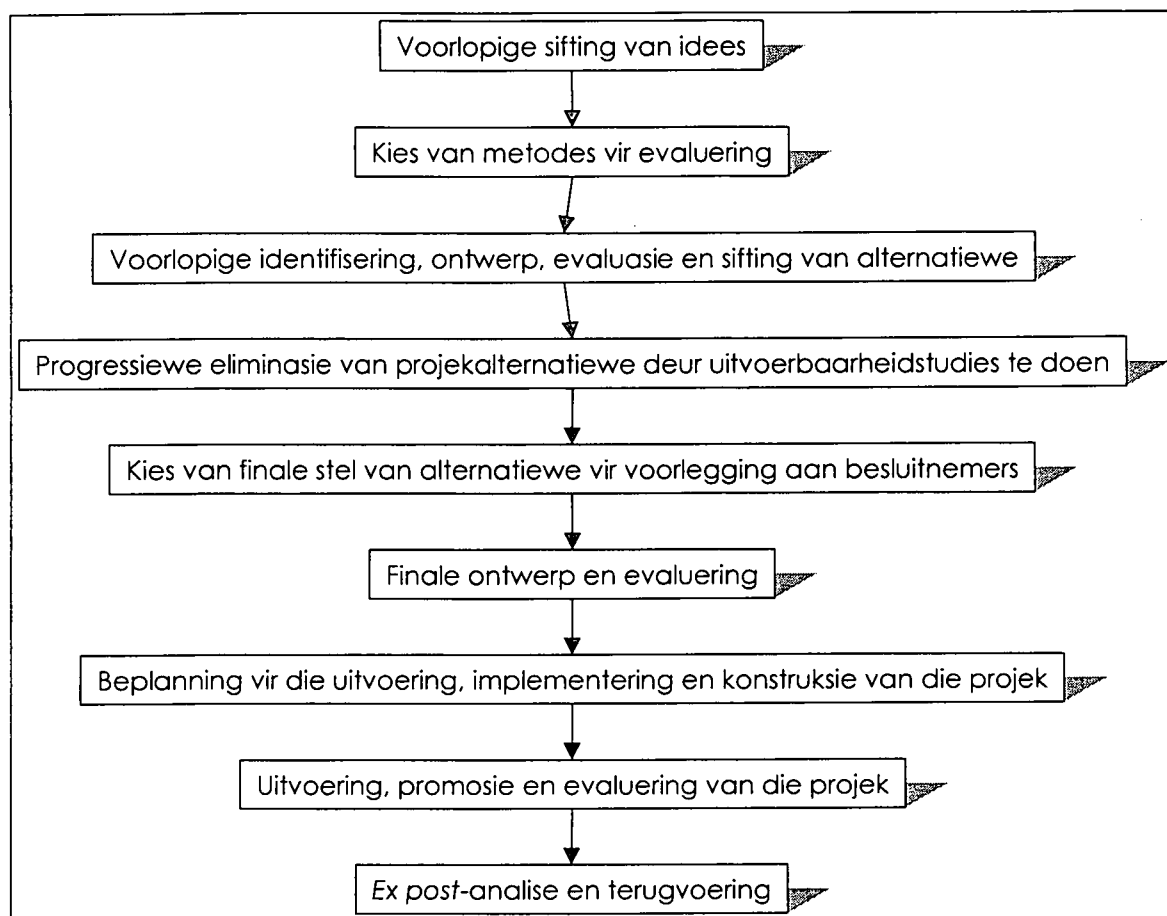
#### **3.3.4.2 Die besluitnemingsdoelwitte inloedvlaktebestuur**

Die uitdaging van vloedvlaktebestuur is om die beste kombinasie van strukturele en nie-strukturele maatreëls te vind en in 'n effektiewe geheel te integreer. Die besluitnemingsdoelwitte sluit in die identifisering van potensieel aanvaarbare en uitvoerbare alternatiewe; die identifisering van die belangrikste alternatiewe; die ordening van alle alternatiewe; die identifisering van een alternatief; asook die identifisering van 'n kombinasie van verskeie alternatiewe.

Gedurende die laaste 20 jaar het besluitneming in vloedvlaktebestuur wegbeweeg van die tradisionele voordeel-kostebenedering deur sosiale en omgewingsdoelwitte ook in aanmerking te neem. Alhoewel hierdie doelwitte dinamies en moeilik kwantifiseerbaar is, is dit baie belangrik in die besluitnemingsproses. Sonder dié doelwitte het potensieële planne 'n geringer kans om aanvaar te word.

Die "International Commission on Irrigation and Drainage" (1999) beveel aan dat die proses van 'n veeldoelige vloedbestuursprojek in nege stappe ingedeel word. Figuur 3.6 illustreer hierdie proses wat by die voorlopige sifting van idees begin en by die *ex post*-analise en terugvoering eindig.





**Figuur 3.6** Die nege stappe van 'n veeldoelige vloedbestuursprojek  
 Bron: "International Commission on Irrigation and Drainage" (1999)

### 3.3.4.3 Die evaluering van alternatiewe maatreëls om aan voorafopgestelde doelwitte te voldoen

Krutilla (1966) en Lind (1967) het in hulle studies ekonomiese metodes gebruik om verskillende maatreëls te evalueer om sodoende die optimale kombinasie van maatreëls te identifiseer. Hierdie afdeling ondersoek twee metodes wat gebruik gaan word in die evaluering van maatreëls om potensiële skade in 'n ondersoekgebied soos die Oos-Kaap te verminder. Die eerste gedeelte handel oor die voordeel-koste-analise wat gebruik word om projekte, of - soos in hierdie geval - maatreëls ekonomies te evalueer. Die beskrywing van die konsep begin met basiese tegnieke, waarna die teorie van voordeel-koste-analise (VK-analise)

beskryf word. Elke teorie word gevolg deur kritiek en 'n aanpassing om die kritiek of probleme in die teorie aan te spreek.

Die afdeling word afgesluit met 'n geskrewe stuk oor multikriteriabe besluitnemingsanalise (MKB-analise) waar verskillende doelstellings en kriteria in een analisemetode saamgevat word.

### **3.3.4.3.1 Basiese tegnieke van voordeel-koste-analise**

Daar word daagliks besluite in die owerheid- sowel as privaatsektor geneem rakende die implementering van projekte of programme wat die skaars hulpbronne van die gemeenskap gebruik. Die implementering van die projekte veroorsaak dat sekere voordele vir die gemeenskap geskep word, maar om hierdie voordele te genereer, moet die gemeenskap ook sekere koste aangaan. Die probleem is om die regte projek te kies wat vir die hele gemeenskap die meeste voordeel teweegbring. Vir hierdie proses om geslaagd te wees, moet sekere hulpmiddels of tegnieke gebruik word om die projekte te evalueer. Een van die tegnieke is die VK-analise waarvan die hoofdoel is om met besluite oor die gebruik van gemeenskappe se skaars hulpbronne te help (Schofield, 1987). Sugden en Williams (1978) noem dat die VK-analise van 'n projek al die gevolge op die individuele welvaart van alle lede van die gemeenskap identifiseer en die gevolge in 'n gemeenskaplike eenheid, byvoorbeeld geld, meet sodat die saamgevoegde voordele met die saamgevoegde koste vergelyk kan word. Voordele word bestempel as iets wat bygedra of bygevoeg is, terwyl koste weer wegvat of aftrek (Schofield, 1987).

Volgens Hanley en Spash (1993) was die "United States Federal Water Agencies" van die eerstes wat van VK-analises gebruik gemaak het. In 1808 het Albert Gallatin, die Verenigde State se sekretaris van tesourie, aanbeveel dat voordele met die koste van waterprojekte vergelyk word. Die vloedbeheerwet van 1936 het die Verenigde State Weermagkorps van Ingenieurs verplig om die voordele en koste van projekte te evalueer.

Vrae wat met behulp van die VK-analise beantwoord word, is die volgende: Is die program of projek die moeite werd? Wat is die optimale grootte van die projek? Wat is die optimale tydskaal van die projek? Wat is die relatiewe meriete van verskillende projekte? Nie al die antwoorde op die vrae word noodwendig deur die VK-analise beantwoord nie, maar die analise kan met ander tegnieke gekombineer word om sodoende die meeste van die vrae te beantwoord en so 'n ingeligte besluit te neem.

**□ Watter voordele en koste moet ondersoek word?**

Tabel 3.2 is 'n tabel wat deur Brandon (1987) geïdentifiseer is om die sleutelvoordele en -koste in die evaluering van vloedverminderingsopties voor te stel.

**TABEL 3.2 IDENTIFISERING VAN SLEUTELVOORDELE EN -KOSTE IN DIE EVALUERING VAN VLOEDIMPAKVERMINDERING- EN GRONDDREINERINGSPROJEKTE**

<b>A. Koste-elemente</b>	<b>Voorbeeld</b>
1. Ingenieurswerke	Kapitaal Inkomste (inkrementeel)
2. Ontwerp en toesig	
3. Kompensasie	Verlies in grond
4. Inkrementele vaste koste (plaaskoste)	Kapitaal: masjinerie, geboue, veld- dreinerie Instandhouding: masjinerie, geboue, velddreinerie Arbeid
5. Omgewingskoste	Verlies aan estetiese waarde, ont- spanning en visserye
<b>B. Voordeelelemente</b>	
1. Stedelik	Voorkom direkte skade aan eiendom Voorkom indirekte gemeenskaps- en besigheidsverliese
2. Landbou	Voorkom gewasskade Verhoogde bruto marge
3. Verkeersontwrigting	Voorkom ontwrigting
4. Nie-tasbaar	Voorkoming van angs, ongerief en siektes
5. Omgewing	Verbeterde aantreklikheid Verbeterde habitat
6. Ontwikkeling	Voorkoming van skade vir toekom- stige ontwikkeling

**Bron: Brandon (1987)**

#### **□ Teoretiese raamwerk vir VK analise**

Vir die toepassing van 'n VK-analise is dit belangrik om te besluit binne watter raamwerk die analise toegepas gaan word. Indien die term "VK-analise" gebruik word, kan die misverstand ontstaan dat daar slegs een tegniek bestaan. Dit is egter nie die geval nie. Die doel van die evaluering en die stand van kennis oor

die tegnieke is van die kriteria wat sal bepaal watter tegnieke gebruik gaan word, asook die raamwerk waarbinne die studie gaan plaasvind.

Alhoewel veel navorsing reeds oor die meting van sosiale koste en voordeel wat deur projekte veroorsaak word, uitgevoer is, word die benadering min gebruik. Die toepassing van die benadering word al hoe belangriker, veral in Suid-Afrika waar nuwe nasionale doelwitte bestaan. Van die doelwitte sluit die bevordering van gelykheid tussen sosiale groepe in, en veral hierdie beginsel kan deur die sosiale VK-analise getoets word.

Vir besluitnemers om die projekte of programme te kies wat sosiale welvaart verhoog, is dit nodig dat die ideale situasie waarna die besluitnemers moet mik, gedefinieer word. Die konvensionele manier om hierdie ideaal te definieer, is 'n situasie waarin niemand bevoordeel kan word sonder om iemand anders te benadeel nie. Hierdie beginsel word die Pareto-optimum genoem, vernoem na die negentiende-eeuse Italiaanse sosiale wetenskaplike wat hierdie idee van maksimum effektiwiteit in die gebruik van 'n samelewing se hulpbronne geïdentifiseer het (Schofield, 1987). Sugden en Williams (1978) noem dat, indien die konsep deur middel van welvaart-ekonomie verstaan word en ten minste een persoon van die gemeenskap beter daaraan toe is sonder dat een slegter daaraan toe is, dan geld die Pareto-beginsel. Die Pareto-optimum is 'n uitgangspunt wat wys dat evalueringsmetodes begin het by die meting van ekonomiese effektiwiteit en later aangepas is om sosiale gelykheid ook in ag te neem.

- **Die Pareto-kriteria**

'n Eerste reël is die Pareto-verbeteringskriteria, wat beteken dat 'n projek sosiale voordele inhou indien iemand bevoordeel kan word sonder om te veroorsaak dat 'n ander persoon slegter daaraan toe is. Hierdie benadering is egter te eng, want oor die algemeen is daar projekte wat voordele inhou vir sommige mense, maar ook verliese vir ander. Die potensiële Pareto-verbeteringskriteria beteken eintlik dat die verandering in die mense se welvaart gemeet moet word aan die "bereidwilligheid om te betaal" - dit is die bedrag wat hulle bereid is om te betaal

---

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

vir die voordele van die projek en die bedrag wat hulle bereid is om te ontvang vir skade wat hulle as gevolg van die projek ondervind (Sugden en Williams, 1978). Hierdie voordele en nadele wat deur die individue gedra word, word saamgevoeg in sosiale voordele en sosiale koste deur 'n eenvoudige sommering.

#### • **Kalldor-Hicks-kriteria**

Schofield (1987) identifiseer die Kalldor-Hicks hipotetiese vergoedingstoets om die probleem van die Pareto-kriteria te omseil. Hierdie reël impliseer dat 'n voorstel voordelig is wanneer die persone wat voordeel trek, die persone wat benadeel word, vergoed, maar nog steeds voordeel trek.

Een groot leemte in die Kalldor-Hicks-kriteria is dat slegs ekonomiese effektiwiteit in ag geneem word en geen aandag gegee word aan verdelings van hulpbronne wat deur projekte veroorsaak word nie. Dit is omdat voordele en koste saamgevoeg word sonder om te bepaal wie die voordele ontvang en wie die koste moet dra.

#### • **Little-kriteria**

In 1951 stel Little 'n alternatiewe kriteria voor (soos aangehaal deur Hanley en Spash, 1993). Hy noem dat 'n projek voordelig is indien dit aan die Kalldor-Hicks-kriteria voldoen en welvaart herverdeel. In die toepassing van hierdie beginsel moet geoordeel word wat 'n goeie herverdeling van welvaart is. 'n Probleem ontstaan wanneer 'n keuse gemaak moet word oor wie hierdie besluite gaan neem. Volgens Hanley en Spash (1993) is die standaardantwoord dat die besluitnemer wat by die projek betrokke is, hierdie besluit moet neem, met ander woorde dit is 'n besluit wat gebaseer is op 'n politieke stelsel.

Indien hierdie benadering as die raamwerk gebruik word waarbinne die VK-analise uitgevoer word, is beide die ekonomiese en sosiale analyses nodig, waar laasgenoemde op die impak op verskillende groepe in die samelewing wys.

- **Bergson se sosiale welvaartfunksie**

'n Alternatief tot die Little-benadering en een wat erkenning verleen aan veelvuldige doelstellings, is Bergson se sosiale welvaartfunksie. Hierdie benadering impliseer die weeg van netto voordele vir verskillende groepe wat deur die projek beïnvloed word. Die probleem hier is om te bepaal watter gewigte om aan watter voordele te heg. Indien die VK-analise binne 'n raamwerk van sosiale gelykheid plaasvind, bestaan daar drie algemene metodes hoe besluitneming geïntegreer kan word:

- Besluitnemers kan effektiwiteit maksimeer met die voorwaarde dat aandag gegee word aan die verdeling van welvaart.
- Besluitnemers maksimeer verdeling van welvaart, maar gee ook aandag aan effektiwiteitsdoelwitte.
- Die maksimering van multidimensionele sosiale welvaart.

Hoofsaaklik bestaan daar twee benaderings om gewigte wat aan voordele en koste gekoppel kan word, te bepaal. Vir die eerste benadering word 'n gesaghebbende komitee gekies om die besluite te neem. Die aanbeveling word gemaak dat hierdie komitee 'n politieke instelling moet wees. 'n Alternatief is om kundiges te gebruik om die gewigte vas te stel. Die tweede benadering vir die vasstelling van gewigte is die gebruik van reëls, soos byvoorbeeld die inverse van die koers van 'n groep se gemiddelde inkomste teenoor 'n bevolking se gemiddelde inkomste. 'n Alternatief tot hierdie benadering is om gewigte wat deur vorige owerheidsbesteding geskep is, te gebruik. In so 'n geval kan 'n minder ekonomies effektiewe projek bo 'n effektiewe projek gekies word. Omdat die minder effektiewe projek as dieselfde of selfs beter as die effektiewe projek beskou word, kan 'n koers uitgewerk word waardeur die gewigte van verdeling toegeken kan word.

- **Multidoelwitmodelle**

Die benadering wat die multidoelwitmodelle volg, is om nie elke impak in geldwaarde te meet nie. In sekere gevalle kan alternatiewe maniere van meting

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

in fisiese eenhede gevind word, waar in ander gevalle net die grootte van die impak aangedui kan word. Dus word meer inligting as net 'n enkelsyfer, byvoorbeeld netto huidige waarde, aan die besluitnemer gegee.

Voorbeelde van dié benadering is die Lichfield-beplanningsbalansstaat (BBS) en Hill se doelwitbereikingsmatriks (DBM) (Schofield, 1987). BBS is ontwikkel om stedelike en streeksontwikkelingsplanne, wat meervoudige sektorale impakte het, te evalueer met die doel om alle relevante ekonomiese, sosiale en omgewingsimpakte te identifiseer.

Volgens Lichfield is die eerste stap die identifisering van al die sektore van die gemeenskap wat beïnvloed word en om hulle dan eers as produsente van die nuwe projek te beskou. Daarna word hulle as verbruikers van die uitsette van die projek beskou. Die volgende stap is om die verskil in voordele en koste wat deur die projek veroorsaak word, te bereken.

Hill se kritiek teen hierdie benadering is dat dit nie die doelstellings van die projek duidelik uiteensit nie. Voordele en koste kan net bereken word wanneer dit tot die projek se doelstellings bydra of wegneem. Hill se DBM deel voordele en koste-items volgens die projek se doelstellings op en koppel 'n gewig aan die doelstellings om sodoende ook die belangrikheid van elke doelstelling te toon. Gewigte word ook aan voordele en koste toegeken soos dit vir die verskillende groepe bereken word. Sodoende word die gemeenskap se behoeftes aangespreek.

#### □ Die inagneming van onsekerheid en risiko

'n Verdere stap in die berekening van voordele en koste is die inagneming van onsekerheid en risiko. Omdat die toekoms onseker is, kan voordele en koste nie met sekerheid bereken word nie. Onsekerheid bestaan wanneer die waardes van voordele en koste bereken kan word, maar die waarskynlikheid van die uitkoms van hierdie waardes onbekend is. Daar bestaan drie eenvoudige om onsekerheid en risiko in ag te neem, naamlik die byvoeging van 'n onsekerheid- of risikopremium tot die minimum opbrengs van die projek om sodoende 'n



strenger kriterium vir aanvaarding te skep; die tydshorison van die analise word verkort; en voordele en koste word konserwatief bereken.

**TABEL 3.3 DIE GEBRUIK VAN WAARSKYNLIKHEDE EN VERWAGTE UITKOMSTE OM PROJEKTE TE EVALUEER**

Moontlike netto uitkomste (R)	Waarskynlikheid van uitkomste	Waarskynlik geweege netto uitkomste (R)
10	0,10	1,0
20	0,40	8,0
40	0,40	16,0
60	0,10	6,0
TOTAAL	1,00	31,0

Bron: Schofield (1987)

Die netto voordeel en waarskynlikheidsdata van 'n projek word in Tabel 3.3 getoon. Die graad van risiko word bereken deur óf die variansie ( $V$ ) óf die standaardafwyking soos volg te bereken:

$$V = \sigma^2 = \sum_{i=1}^n P_i (O_i - E)^2$$

waar  $P_i$  die waarskynlikheid is vir die  $i$  de uitkoms,  $O_i$  die  $i$ de moontlike uitkoms en  $E$  die verwagte waarde van die waarskynlikheidsverdeling is; dus  $V = R209$  en  $\sigma = \sqrt{V} \approx R14,50$ .

Indien 'n projek met 'n uitkoms van R60 met een van R40 vergelyk word, kan aangeneem word dat die een met die hoogste uitkoms gekies gaan word. Wanneer die waarskynlikhede van die uitkoms van die projekte egter in ag geneem word, kan die keuse van projek verander. In die geval van Tabel 3.3 is die waarskynlikheid van die R40 projek se uitkomste 0,40 en die van die R60 s'n 0,10. Dit veroorsaak 'n waarskynlik geweege netto uitkoms van R16 en R6, wat die R40 projek meer voordeling maak. Uit Tabel 3.3 is dit dus duidelik dat, wanneer alternatiewe projekte met mekaar vergelyk word, die projek met die hoogste verwagte waarde nie noodwendig die een met die laagste risiko is nie. Indien dit die geval is, moet die besluitnemer bepaal wat die belangrikste is: die

omvang van die opbrengs of die risiko om dit te bereik. Daarvolgens moet gewigte aan die twee gekoppel word.

Om voordele en koste oor tyd te vereken, is dit nodig om die tydwaarde van geld in berekening te bring. Die beginsel is dat geld wat vroeg ontvang of betaal word, meer werd is as geld wat later ontvang of betaal word, omdat geld gespaar kan word om rente te verdien. Dit word as die "sosiale tydsvoorkeure" beskou. Dit beteken dat R1 nou meer werd is as R1 in x jare van nou af. Die koers waarby  $yR$  in x jare gelyk is aan R1 is die sosiale tydsvoorkeur verdiskonteerde koers.

Die algemene prosedure is om voordele en koste in terme van hul huidige waarde uit te druk. 'n Ander metode is om die voordele en koste in terme van hul monetêre waarde aan die einde van die projek aan te dui.

#### □ Die uitvoering van die VK-analise

Volgens Hanley en Spash (1993) bestaan daar in enige VK-analise verskeie fases wat uitgevoer moet word. Verder sê hulle dat, alhoewel verskillende definisies vir die fases bestaan, die volgende raamwerk geld: definiëring van die projek; identifisering van die impakte wat ekonomies relevant is; fisiese kwantifiseerbare impakte; berekening van ekonomiese evaluering; verdiskontering; die berekening van gewigte; en sensitiwiteitsanalises. Die definisie van die projek sal die re-allokasie van hulpbronne wat voorgestel word en die bevolking wat voordeel trek of benadeel word, insluit. Die rede vir hierdie stap is ook om die grense van die ondersoek vas te stel. Wanneer die projek gedefinieer is, is die volgende stap om al die impakte wat veroorsaak word wanneer die projek geïmplementeer word, te identifiseer. Die volgende keuse is watter van hierdie impakte ekonomies relevant is. Wat getel word as positiewe impakte, sal óf die hoeveelheid en/of kwaliteit van goedere wat positiewe nut genereer, verhoog, óf die prys waarteen dit voorsien word, verlaag. Die negatiewe impakte of koste sal enige verlaging in die hoeveelheid en/of kwaliteit van goedere of die verhoging in die prys om die goedere te voorsien, insluit. Gedurende die kwantifisering van die fisiese relevante impakte word die fisiese hoeveelheid van koste en voordele vir die

projek en wanneer dit voorkom, bepaal. Omdat die metings van die impakte met mekaar vergelyk word, moet dit in dieselfde eenhede gemeet word. Geld word as so 'n eenheid beskou. Die oorblywende take sluit in: voorspel pryse vir die toekoms, korrigeer markpryse waar nodig, en bereken pryse (relatiewe waardes in dieselfde eenhede) waar pryse nie bestaan nie. Nadat al die relevante koste en voordele in monetêre waardes uitgedruk is, is dit nodig om dit in huidige waarde uit te druk. Die rede hiervoor is die tydwaarde van geld. Soos reeds genoem, beteken dit dat geld nou meer werd is as in die toekoms.

Die volgende stap is die toepassing van die netto huidige waardetoets indien die doel van die VK-analise die meting van effektiwiteit van die gebruik van hulpbronne is (Hanley & Spash, 1993). Die beginsel is dat die gesommeerde verdiskonteerde voordele die som van verdiskonteerde verliese oorskry. Indien wel, kan gesê word dat daar 'n effektiewe verskuiwing in die hulpbronnalokasie is. Die laaste fase in 'n VK-analise is die sensitiwiteitsanalise waar bepaal word met hoeveel die resultate van die VK-analise sal verander indien die insette se waardes verander. Die hoofrede vir die ondersoek is onsekerheid. Indien die sensitiwiteit hoog is (die uitkoms van die VK-analise verander baie indien die insette verander), is die uitkoms van die VK-analise onseker.

'n Ander aspek wat deur Hanley en Spash (1993) ondersoek word, is die heg van waarde aan omgewingsgoedere. Die metode wat hulle gebruik, is die kontingent waarderingsmetode (KWM) wat dit moontlik maak om die ekonomiese waardes te bepaal van 'n wye reeks van kommoditeite wat nie in 'n mark verhandel word nie. Hanley en Spash (1993) noem dat dit Davis (1963) was wat hierdie idee voorgestel het.

#### **3.3.4.3.2 Multikriteriabeluistnemingsanalise**

'n Ander metode vir die evaluering van projekte of maatreëls vir die vermindering in vloedskade is multikriteriabeluistnemingsanalise (MKB-analise). Al word die konsep volledig deur Stewart, Joubert, Scott en Low (1997) bespreek, is dit tog nodig dat die konsep ook in hierdie studie aangeraak word om sodoende 'n

metode voor te stel waarvolgens maatreëls vir die vermindering in vloedskade geëvalueer kan word.

Die tegniek VK-analise is bekend, terwyl die MKB-analise en die verskille tussen die twee minder bekend is. Die VK-analise het sy oorsprong in die neo-klassieke ekonomie en nut-teorie, terwyl die MKB-analise hoofsaaklik ook die utiliteits- of nuttigheidsbeginsel as oorsprong het (Stewart *et al.* 1997).

In 'n VK-analise word die veelvoudige dimensies in hulpbronbestuur in verband gebring met monetêre skale. Die MKB-analise, gebruik intervalskale en gewigte en dié fokus op "trade-off" tussen elke dimensie. Dit vermy baie van die probleme met monetêre evalueringstegnieke. Die taksering van "trade-offs" tussen kriteria word egter nog steeds in ag geneem. Die MKB-analise laat toe dat kwantitatiewe sowel as kwalitatiewe kriteria gebruik word, wat veroorsaak dat analises nie tot monetêre waardes beperk word nie.

#### □ Teoretiese fundamente van die VK-analise en MKB-analise

Vroeër in die hoofstuk is gekyk na die Kaldor-Hicks-beginsel, inkomste en gelykheid en nutmaksimering. Om die MKB-analise verder te verduidelik, word dit ook aan hierdie beginsel gekoppel.

Die Kaldor-Hicks-beginsel geld waar die sosiale welvaart verhoog wanneer die persone wat voordeel trek uit 'n projek, die persone wat benadeel word, genoegsaam kan vergoed en nog steeds 'n voordeel kry. Die kritiek teen hierdie beginsel soos uitgespreek deur Stewart *et al.* (1997), is dat die kompensasiereginsel bepaal dat kompensasie net betaal kan word, maar in die meeste gevalle word dit nie betaal nie. Die tweede kritiek is dat daar 'n kans bestaan dat pro-rykes bevoordeel kan word. Dit beteken dat die ekstra eenheid wat die armes bereid is om te aanvaar of te gee, baie minder is as wat die rykes bereid is om te aanvaar of te gee. 'n Voorbeeld is dat, wanneer die rykes armes moet vergoed, rykes 'n kleiner bedrag kan gee as wat hulle bereid is om te gee omdat die armes met 'n kleiner bedrag tevrede sal wees. Die derde kritiek is 'n vooroordeel wat teenoor die omgewing kan bestaan. Weereens word na die

verskil in mening tussen die armes en die rykes gekyk. Die twee groepe het verskillende benutting uit die omgewing wat bepaal watter standpunt oor die omgewing ingeneem sal word.

Soos met die VK-analise gebruik die waarde of nutgebaseerde MKB-analise 'n kompensasiëbenadering in 'n poging om 'n stel van Pareto-optimale of nie-dominante alternatiewe te vind. In die geval van die MKB-analise vind kompensasie egter plaas in die vorm van "trade-offs" binne en tussen kriteria (tussen belangegroepe) en deur die soeke na konsensus tussen belangegroepe (Stewart *et al.*, 1997).

#### □ **Inkomsteverdeling en gelykheidsbeginsel**

Die beginsel van gelykheid kan in die VK-analise ingestel word deur die gebruik van inkomsteverdelingsgewigte. Wanneer dit nie gedoen word nie, veroorsaak die VK-analise nie noodwendig die maksimering van sosiale welvaart nie en bestaande ongelykheid kan vergroot word. Die MKB-analise hanteer gelykheid deur middel van die direkte gebruik van die verbetering van inkomste of nie-inkomstegelykheid as 'n kriterium by die kies van projekte of, in die geval van vloedskadevermindering, maatreëls vir die vermindering van skade. Die belangegroepe neem ook deel aan die proses om sodoende hul behoeftes en idees deur te gee. Hierdie proses vind plaas deur nut deur middel van 'n interval in plaas van 'n monetêre skaal te meet, wat die vooroordeel ten opsigte van die verskil in marginale nut van inkomste verminder.

#### □ **Maksimering van nut**

Stewart *et al.* (1997) haal verskillende bronne aan waar hulle die konsep van maksimering van nut bespreek. Die gevolgtrekking uit hierdie bespreking is dat verskillende kriteria gekies moet word vir die evaluering van projekalternatiewe. Hierdie kriteria kan gegroep word om sekere doelstellings soos groei, gelykheid en volhoubaarheid te bereik. 'n Verdere belangrike punt om in ag te neem, is die kies van kriteria en die impak daarvan op verskillende groepe. Gelykheid kan byvoorbeeld bo ekonomiese groei as kriterium gekies word, en die keuse is nie

die beste of voordeligste opsie vir spesifieke groepe nie. In gevalle waar die beste opsies nie geneem word nie, moet gewaak word teen kies van die slegste opsie vir enige groep.

Verdere bespreking van die maksimering van nut is die gebruik van verskillende skale om projekte te evalueer. Hier bespreek Stewart *et al.* (1997) die gebruik van ordinale, kardinale, interval- en ratioskale. Hulle haal Henderson en Quandt (1980) aan waar hulle skryf dat die gebruik van kardinale nut te kompleks is en die aannames te beperkend is vir die gebruik in ekonomiese analises. In die meeste gevalle word nut deur die VK-analise in monetêre waardes uitgedruk. In teenstelling hiermee bestaan die moontlikheid dat ordinale, kardinale, interval- en ratioskale gebruik kan word in die meting van nut, wanneer die MKB-analise ter sprake is.

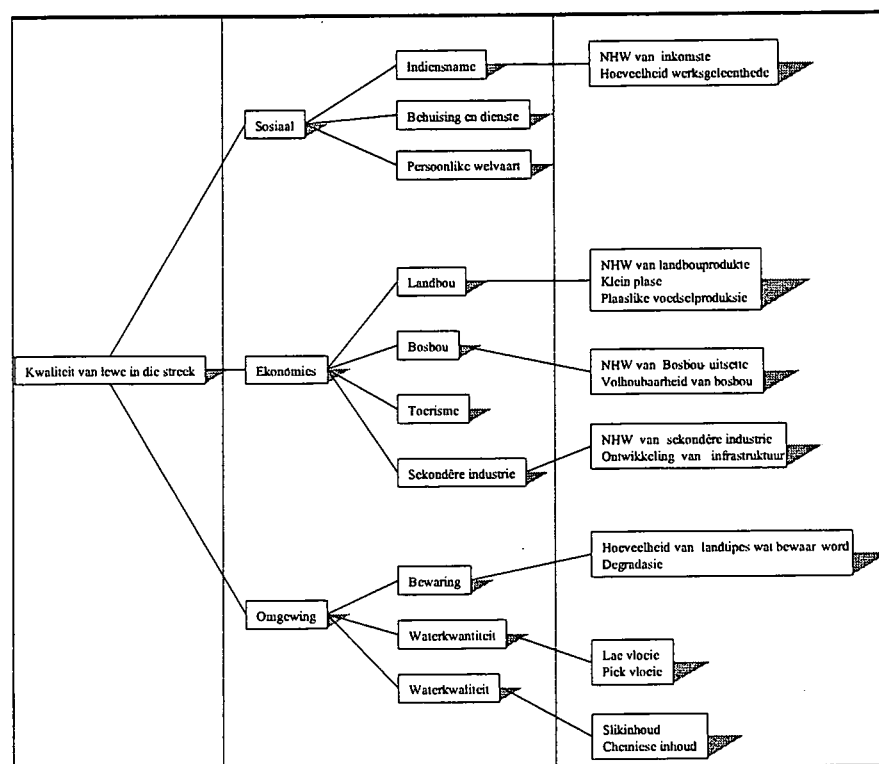
#### □ **Veelvoudige dimensies**

Die VK-analise verminder veelvoudige dimensionele probleme tot 'n enkelvoudige dimensie, byvoorbeeld die netto huidige waarde van 'n stroom van voordele en koste. Ekstensiewe sensitiwiteitsanalises is 'n benadering wat deur 'n VK-analise gebruik word om veelvoudige dimensaliteit van kriteria, om die voordele en koste van 'n projek in ag te neem, te verreken.

MKB-analise is nie beperk tot 'n sekere hoeveelheid en soort van doelstellings en kriteria nie. Die proses van die kies en evaluering van kriteria in die MKB-analise is die fokuspunt. Stewart *et al.* (1997) gebruik die beginsel van 'n vertakkingsbenadering om kriteria en doelstellings hiërargies te organiseer.

Die boonste vlak van die vertakking is die breë sosiale doelstellings, byvoorbeeld die verbetering van die kwaliteit van lewe van die mense in die opvanggebied. Die middelvlak kan die maniere om dit te doen, identifiseer (soos ekonomiese gelykheids- en volhoubare kriteria) en die laer vlakke is die metingseienskappe waarvolgens die alternatiewe beoordeel kan word. Die laerlakriteria kan in natuurlike skale soos geld of in ander skale soos biologiese degradasie gemeet word.

Figuur 3.7 is 'n praktiese toepassing van die waarde-boom-benadering, waar die eerste deel van die Figuur (linkerkant van die eerste stippellyn) die oorhoofse doelstelling van die projek is en die middelste gedeelte die kriteria is waaraan die verskillende scenario's gemeet word. Die derde gedeelte is die metodes wat gebruik word om die scenario's volgens die kriteria te evalueer. Die diagram word gebruik in die toepassing van die MKB-analise in planne om kommersiële bosbou in die Macleardistrik in die noordelike deel van die Oos-Kaap uit te brei.



NHW = netto huidige waarde

**Figuur 3.7** 'n Praktiese toepassing van die waarde-boom-benadering vir kommersiële bosbou in die Macleardistrik in die noordelike deel van die Oos-Kaap

Bron: Stewart et al. (1997)

#### 3.3.4.4 Metode vir die opstel van 'n optimale vloedskadeverminderingspakket: Vertakking-en-grenslinmetode

Die vertakking-en-grenslinmetode is een metode wat gebruik kan word indien 'n pakket van vloedskadeverminderingmaatreëls vir 'n gebied saamgestel moet

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

word. Die strategie probeer om die plan met die minste koste te identifiseer. Eerstens, identifiseer kundiges gebiede/areas waar vloedskadeverminderingsplanne geïmplementeer kan word. Vir elke gebied kan die kundiges, soos in hierdie voorbeeld, die *status quo*, noodwalle, opgaardamme of kanaalveranderinge voorstel.

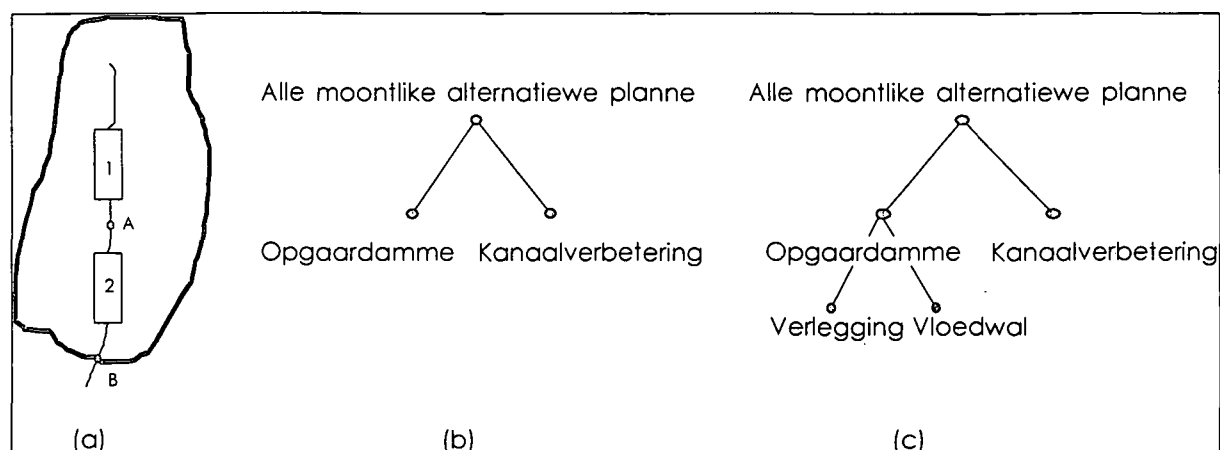
Om die goedkoopste plan te kry, word die vertakking-en-grenslynmetode gebruik met 'n hele stel planne wat verder in substelle verdeel word. 'n Plan is in die eerste plek uitvoerbaar wanneer dit die gebied teen 'n oorstroming beskerm. As die plan nie uitvoerbaar is nie, of die koste is hoër as die koste van die beste vorige plan, word die plan afgewys. Andersins vertak die plan verder en die evaluering word vir die nuwe maatreëls herhaal.

Hierdie prosedure, wat verskeie maatreëls kan analiseer, gebruik maksimum netto voordeel as kriteria. Verder kan die prosedure se aktiwiteite as volg voorgestel word:

- Verdeel die planne in substelle vir evaluasie en kies een van die substelle.
- Bepaal die maksimum netto voordeel.
- Bepaal die uitvoerbaarheid van die planne in die substel.
- Indien moontlik, verdeel die substel verder en begin weer by die tweede aktiwiteit.

In Figuur 3.8 word die stelsel van die vertakking- en grenslynmetode "branch-and-bound enumeration procedure", soos deur Ford *et al.* (1989) bespreek, met 'n voorbeeld verduidelik.





**Figuur 3.8 Die vertakking-en-grensllynmetode vir die opstel van 'n optimale vloedskadeverminderingspakket**

Uit die figuur is dit duidelik dat by twee liggings (1 en 2), vloedskadevermindering maatreëls ingestel kan word om twee areas (A) en (B) te beskerm (a). 'n Lys van al die maatreëls wat ingestel kan word om vloedskade te verminder, word opgestel. Vir die voorbeeld word by Ligging 1 'n opgaardam voorgestel en die aanname word gemaak dat die opsie wat by Ligging 2 ingestel word optimaal is. Vir die oomblik maak dit nie saak watter maatreël dit is nie. Die rede hiervoor is omdat maatreëls eers vir Ligging 1 getoets word. Omdat die maatreël by ligging 2 optimaal is, word die netto voordeel wat vir Ligging 1 bereken is, tydelik as optimaal vir die hele gebied aanvaar. Ander opsies (soos kanaalverbeteringe) kan ook vir Ligging 1 geëvalueer word. Die opsie met die grootste netto voordeel word gekies.

Ons neem aan dat die opsie met 'n opgaardam by Ligging 1 met 'n netto voordeel van R20 000 die voordeligste is. Wanneer al die ge-identifiseer planne of maatreëls vir Ligging 1 ge-evalueer is en die voordelligste een vir uitvoering gekies is, word die plan verder verdeel om maatreëls vir Ligging 2 te evalueer. In dié geval is dit 'n verlegging. Die berekende netto voordeel vir hierdie maatreël word as R10 000 beraam. Omdat dit die eerste maatreël is wat ge-evalueer is, word dit voorlopig as optimaal beskou. 'n Tweede maatreël naamlik 'n vloedwal word by Ligging 2 voorgestel om Area B te beskerm. Hierdie maatreël het 'n netto voordeel van R15 000 bewerkstellig wat groter is as die vorige

verleggingsmaatreël en word dus gekies. Vereenvoudig is die plan dus 'n opgaardam by Ligging 1 en 'n vloedwal by Ligging 2.

### 3.4 SAMEVATTING

Die doel van dié hoofstuk was om 'n stelsel vir die bestuur van Suid-Afrikaanse vloedvlaktes voor te stel. Eerstens is die vloedbeleide van verskillende lande, naamlik Suid-Afrika, Australië, Engeland en Wallis bespreek. In die geval van Suid-Afrika is die nuwe Waterwet en die Witskrif op Rampbestuur bespreek. Vir Australië is uitgelig dat Nieu-Suid-Wallis 'n meriete- in plaas van 'n rigiede benadering volg. In Engeland word veral daarop gelet dat verhoging in vloedskade nie as gevolg van 'n skyngevoel van veiligheid en hernude ontwikkeling moet plaasvind nie.

In die derde gedeelte van die hoofstuk is die klem op 'n vloedskadebestuurstelsel geplaas. 'n Voorbeeld wat deur Nieu-Suid-Wallis in Australië gebruik word, is getoon. Die bespreking van hierdie stelsel is aangevul deur voorstelle vir die aanpassing van die stelsel vir Suid-Afrikaanse gebruik.

Elemente van die vloedvlaktebestuurstelsel is 'n vloedvlaktebestuurskomitee, vloedstudies, vloedvlaktebestuurstudies en vloedvlaktebestuursplanne. Die vloedvlaktebestuurskomitee is in beheer van die proses van vloedvlaktebestuur. 'n Komitee kan uit raadslede, nyweraars en lede van die plaaslike bevolking bestaan. Vloedstudies is verduidelik as die aktiwiteite wat uitgevoer moet word om die eienskappe wat met vloede in verband staan, te bestudeer. Van die eerste ondersoek wat uitgevoer moet word, is die opstel van vloedlyne. Die vloedlyne kan gebruik word om die vloedvlakte te identifiseer en areas in die vloedvlakte in sones met verskillende risikos in te deel. Rampbestuurders kan hierdie inligting gebruik om noodaksies soos ontruiming met behulp van die vloedlyne te beplan. Saam met die vloedlyne is die opstel van 'n inventaris van die vloedvlakte 'n belangrike aksie om vloedvlaktes te bestuur. Grondgebruik bepaal potensiaal vir vloedskade- en risikogebiede wat in die vloedvlakte mag voorkom. Soos reeds genoem, kan vloedlyne gebruik word om risikogebiede te

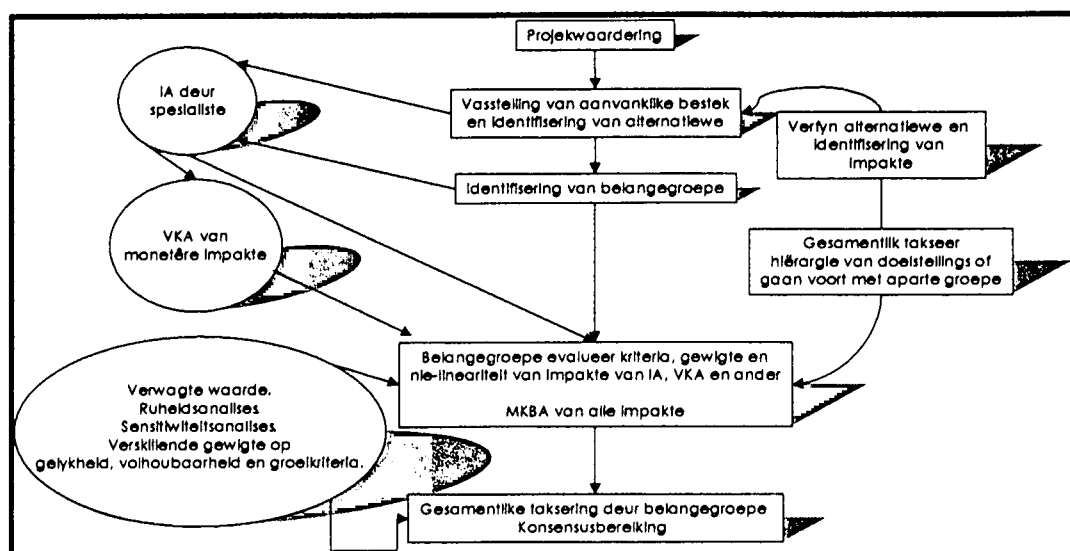
identifiseer, maar saam met die vloedvlakte-inventaris kan hidrouliese en hidrologiese inligting gebruik word om risiko-analises te doen en vloedrisikokaarte saam te stel. Die laaste gedeelte van vloedstudies is die beraming van potensiële vloedskade. Potensiële vloedskade kan as 'n indikasie dien van die impak van vloede en kan ook gebruik word om moontlike maatreëls te evalueer wat kan lei tot die vermindering in vloedskade.

Vloedvlaktebestuurstudies, wat die volgende stap in die vloedvlaktebestuurstelsel is, word onderneem om gepaste maatreëls te identifiseer en hul effektiwiteit te evalueer. Die maatreëls kan struktureel of nie-struktureel wees. Die nie-strukturele benadering bestaan uit die aktiwiteite wat beplan word om die effek van oorstromings te verminder sonder om strukture op te rig wat die vloei van die rivier verander. Van Duivendijk [s.a] identifiseer die tydelike stoor van vloedwater, vloedwalle rondom risikogebiede, en die ontwikkeling van vloedweë as drie verskillende fisiese (strukturele) maatreëls wat gebruik kan word om oorstroming te verminder.

Vloedvlaktebestuursplanne is die aktiwiteite wat uitgevoer word om verskillende maatreëls vir die vermindering in vloedskade in 'n pakket van maatreëls saam te voeg. Verskillende metodes bestaan om dit te doen en een van die metodes is in hierdie hoofstuk bespreek. Dit begin met die besluitnemingsproses waar doelwitte, beleide en/of strategieë ontwikkel word. Die volgende stap is om alternatiewe maatreëls te identifiseer wat gebruik kan word om vloedskade te verminder. Verskeie tegnieke bestaan om verskillende projekte, of in die geval van vloedskadevermindering, verskillende maatreëls te evalueer en 'n optimale pakket van maatreëls saam te stel. Twee van die tegnieke, naamlik die VK-analise en die MKB-analise, is bespreek. Die bespreking is begin deur die VK-analise te ondersoek, waarna die MKB-analise bespreek is. Hoewel Stewart *et al.* (1997) noem dat die VK-analise en die MKB-analise gesamentlik gebruik kan word (soos in Figuur 3.9 voorgestel word), ondersoek die navorser in hierdie studie die idee dat die VK-analise nie saam met die MKB-analise gebruik word nie, maar wel as deel van laasgenoemde. Dit beteken kortliks dat die VK-analise een van die

kriteria is wat saam met byvoorbeeld 'n sosiale analise gebruik word om projekte te evalueer.

Figuur 3.9 toon fases van besluitneming aan. Dit begin met 'n projekwaardering, die identifisering van alternatiewe, studies wat deur kundiges uitgevoer moet word, die uitvoer van die MKB-analise en die bereik van konsensus oor dit wat gedoen moet word.



IA = impakanalise; VKA = Voordeel-koste analise; MKBA = Multikriteria besluitnemingsanalise

**Figuur 3.9** Kombinerings van impakanalise, voordeel-koste-analise en multikriteriabiluitnemingsanalise in besluitneming

Bron: Stewart *et al.* (1997)

□ Die moontlike toepassing van die VK-analise as deel van die MKB-analise

**TABEL 3.4** VOORBEELD VIR DIE TOEPASSING VAN MULTIKRITERIABILUITNEMINGS-ANALISE

	Scenario			Gewigte	Scenario		
	1	2	3		1	2	3
Kriteria 1	1	4	5	0.1	0.1	0.4	0.5
Kriteria 2	2	3	4	0.2	0.4	0.6	0.8
Kriteria 3	5	1	2	0.7	3.5	0.7	1.4
Totaal	8	8	11	1	4	1.7	2.7

Die ontwikkeling van 'n vloedvlaktebestuurstelsel

Tabel 3.4 stel 'n matriks voor wat die konsep van die MKB-analise in 'n eenvoudige voorstelling saamvat. Die kriteria wat in die eerste kolom getoon word, word verkry deur die vertakkingsmetode wat vroeër in die afdeling bespreek is, te gebruik. In die boonste rye word die verskillende scenario's vir die bereiking van sekere doelstellings, byvoorbeeld die vermindering van vloedskade, getoon. Die volgende stap is om die verskillende scenario's te evalueer deur hulle aan die kriteria te toets. In die geval van die voorbeeld word die scenario 'n punt van een tot vyf gegee, afhangende van hoe die scenario aan die kriteria voldoen en die posisie daarvan ten opsigte van die ander scenario's. In die voorbeeld voldoen scenario 3 meer aan Kriterium 1 as die ander twee. Vir die vasstelling van die punte wat aan die scenario's in die tabel toegeken word, kan 'n volwaardige studie uitgevoer word.

Ekonomiese effektiewe tyd is byvoorbeeld 'n kriteria wat deur die VK-analise getoets word, en dit is hier waar die VK-analise deel vorm van die MKB-analise en nie as 'n aparte studie hanteer word nie. Vir elke scenario word 'n VK-analise uitgevoer om te bepaal watter scenario die voordeligste is. Na hierdie studie word die punt toegeken wat in die MKB-analisetabel geplaas word.

'n Belangrike aspek is die toedeel van gewigte aan die kriteria. Dit is nodig wanneer die bereiking van een kriteria belangriker is as 'n ander. In die geval van Tabel 3.4 is die bereiking van Kriterium 3 belangriker as die ander twee en daarom word 'n swaarder gewig aan die kriterium toegeken (0,7). Die toekenning van die gewigte veroorsaak dat die scenario wat die hoogste punt gekry het (scenario 3), scenario 1 word. So word die scenario gekies wat die beste aan die kriteria voldoen wat deur die besluitnemers gestel is.

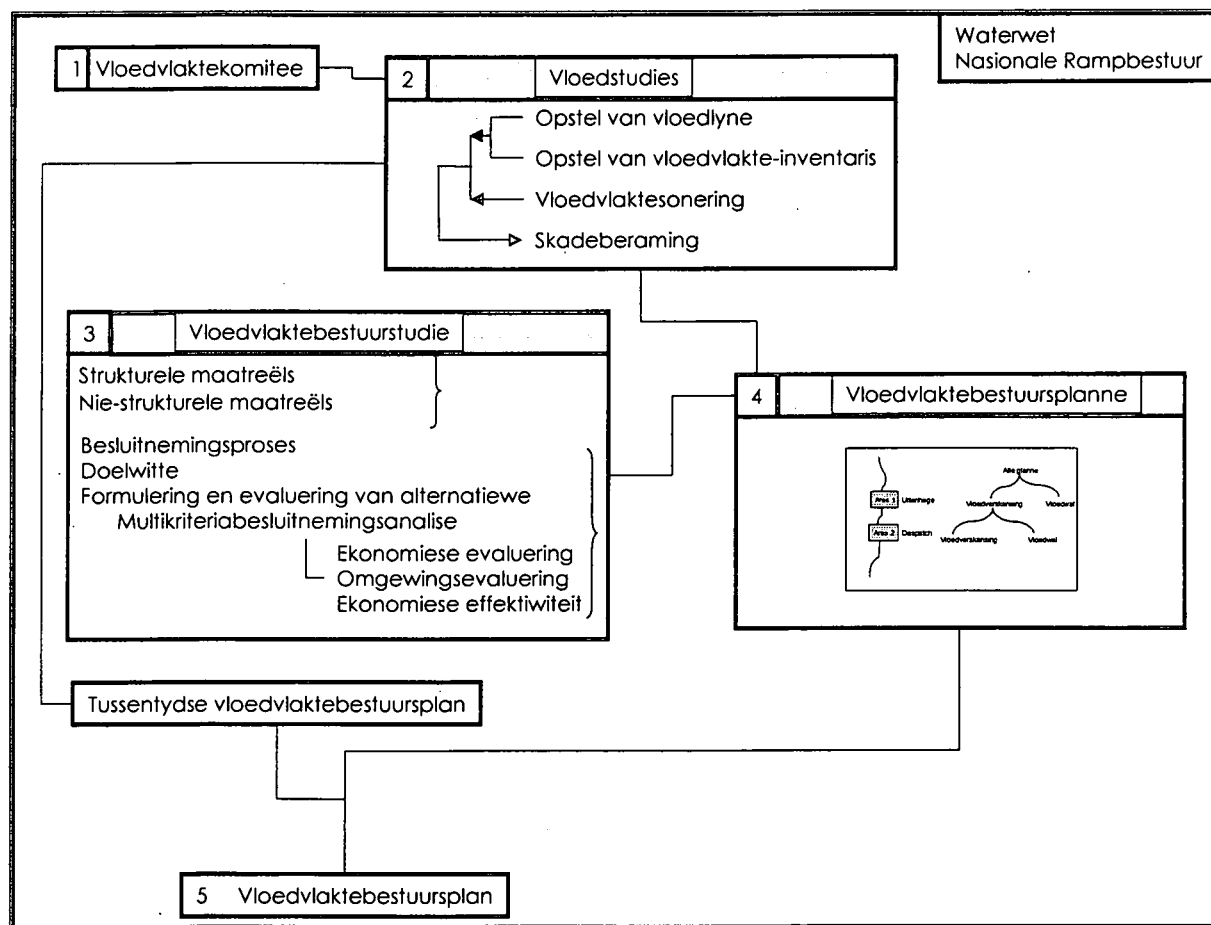
Verdere gevolgtrekkings wat gemaak word, is dat die evaluering van maatreëls vir die vermindering in vloedskade nie net vir een doelstelling moet geld nie, maar dat veelvoudige doelstellings nagestreef moet word. Die nodige metodes bestaan om dit te kan evalueer. Saam met die veelvoudige doelwitte is daar ook sekere fases waardeur die evalueringsproses moet gaan. Dit sluit onder andere die vasstelling van veelvoudige doelwitte in, sowel as die kriteria om die

maatreëls te toets wat moet lei tot die bereiking van die doelwitte, asook die bepaling van die metodes om die maatreëls te evalueer.

### 3.5 AANBEVELINGS

Al hierdie idees en konsepte word later in die studie met ander modelle gekombineer om te toon hoe dit aangewend kan word om vloedvlaktes optimaal te beplan en te bestuur.

Die doel van die hoofstuk was om 'n vloedvlaktebestuurstelsel of 'n metode te ontwikkel waarmee vloedvlaktes in Suid-Afrika bestuur kan word. Figuur 3.10 is 'n diagrammatiese voorstelling van 'n stelsel wat gebruik kan word.

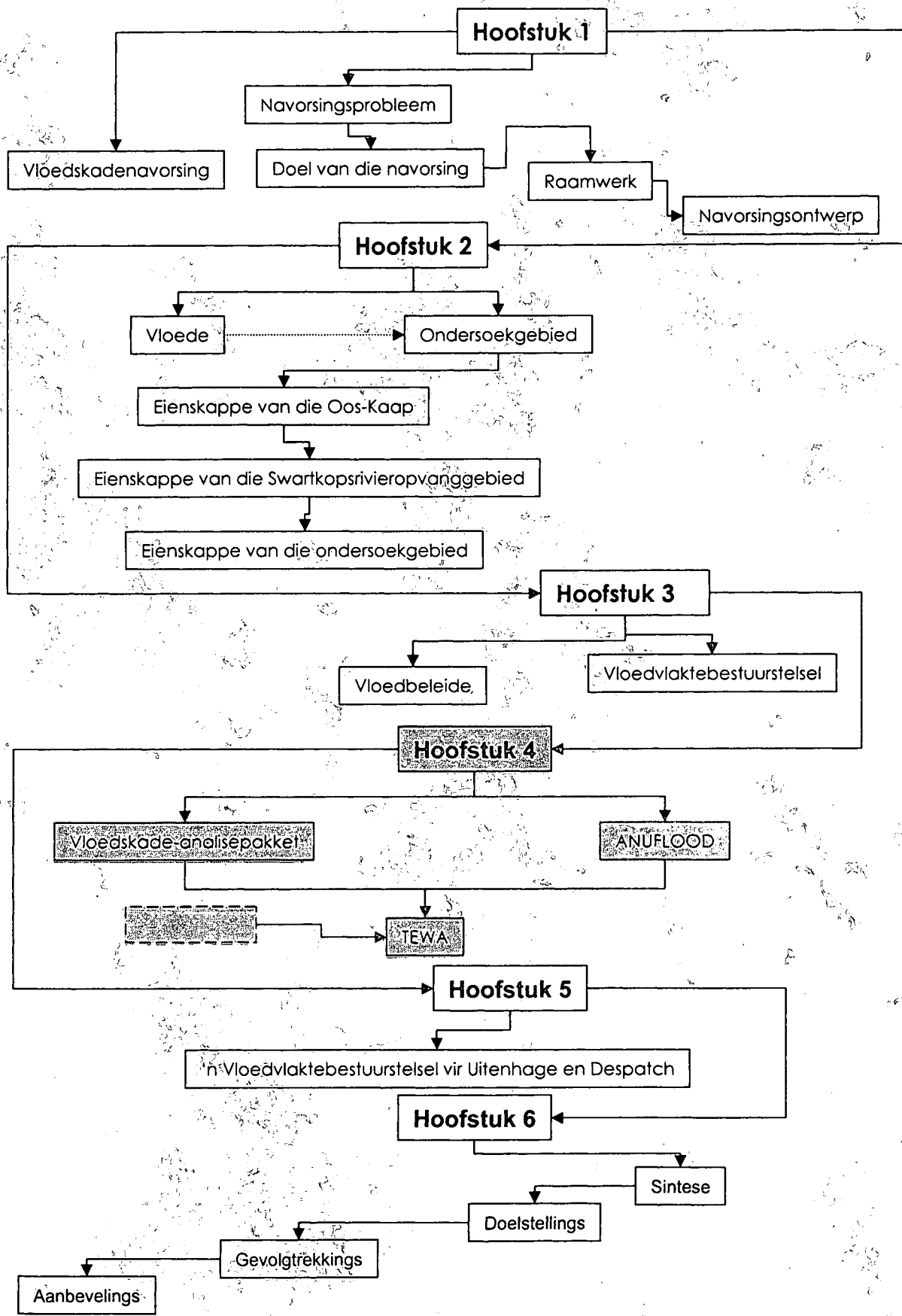


Figuur 3.10 Voorgestelde Vloedvlaktebestuurstelsel in Suid-Afrika

Soos in die geval van die stelsel wat deur Nieu-Suid-Wallis in Australië gebruik word, begin die stelsel by die samestelling van 'n vloedvlaktekomitee. Die vloedvlaktekomitee se funksie is om oor die prosesse van die stelsel toesig te hou, waarvan die eerste proses die uitvoer van 'n vloedstudies is. Gedurende vloedstudies word vloedlyne vir die vloedvlakte opgestel. Hierdie vloedlyne kan vervolgens ook in rampbestuur gebruik word. Nadat die vloedvlakte presies deur die vloedlyne afgebaken is, moet 'n inventaris van die vloedvlakte saamgestel word. Saam met die inventaris word vloedlyne se hidrouliese en hidrologiese inligting gebruik om die vloedvlakte in sones op te deel. Hierdie eienskappe van die sones, wat in verskillende vlakke van risiko ingedeel is, moet dan dien as riglyne vir verskillende maatreëls wat in daardie spesifieke sone toegepas kan word. So byvoorbeeld, waar diepte van oorstroming nie 'n groot risiko inhou nie, kan ontwikkeling (onder sekere voorwaardes) plaasvind, al is die sone onder die 1:100 jaar-vloedlyn geleë. Hierdie benadering wyk af van die bepalinge van die Waterwet, maar word aanbeveel omdat dit sal lei tot die effektiewe gebruik van die vloedvlakte en minimalisering van vloedskade en ander verliese.

Die volgende fase is om alternatiewe maatreëls vir die vermindering in vloedskade deur middel van 'n goedgekeurde besluitnemingsproses te identifiseer. Uit hierdie alternatiewe word dié maatreëls gekies wat as uitvoerbaar beskou word. Hulle word weer geëvalueer deur middel van ekonomiese en sosiale tegnieke. In die studie word die multikriteriabeluistnemingsanalise aanbeveel.

Die uiteindelijke vloedvlaktebestuursplan wat maatreëls vir elke sone insluit, sal deur kundiges en die plaaslike bevolking ontwikkel word. Dit is 'n proses van konsultasie waartydens kundiges voorstelle maak, maar ook terugvoering verkry word van die plaaslike inwoners. Die finale plan word daarna op die tafel geplaas.





## HOOFSTUK 4

### 'N REKENAARMODEL VIR DIE BESTUUR EN BEPLANNING VAN VLOEDVLAKTES

#### 4.1 INLEIDING

In die vorige hoofstuk is 'n stelsel vir die bestuur van 'n vloedvlakte ontwikkel. Hierdie stelsel het ten doel om 'n raamwerk te verskaf waarbinne vloedvlaktes effektief en volhoubaar bestuur kan word. Soos in dié hoofstuk bespreek is, is 'n deel van die stelsel die evaluering van verskillende vloedskadeverminderingsopsies met die oog op identifisering van maatreëls wat aan sekere kriteria voldoen. Deel van die evaluering is die bepaling van potensiële vloedskade en die berekening van monetêre impakte van verskillende vloedskadeverminderingmaatreëls.

Vir hierdie proses is hulpmiddels nodig wat deur ontleders gebruik kan word in die proses van vloedvlaktebestuur. 'n Rekenaarmodel wat vloedskade vinnig en akkuraat kan meet, kan as so 'n hulpmiddel beskou word. Die doel van die hoofstuk is om 'n rekenaarmodel te bespreek waarmee vloedskade bereken en verskillende scenario's vir die vermindering van vloedskade geëvalueer kan word.

Twee bekende modelle is die vloedskade-analisepakket, "*Flood Damage Analysis*" (FDA) wat deur die hidrologiese ingenieursentrum [*Hydrologic Engineering Center* (HEC)] van die weermagingenieurskorps in die Verenigde State van Amerika (VSA) ontwikkel is en 'n Australiese model (ANUFLOOD) wat deur die sentrum van hulpbronne en omgewingstudies [*Centre for Resource and Environmental Studies* (CRES)] ontwikkel is. Met die FDA-pakket kan verskeie vloedskadeberekeninge uitgevoer word deur hidrologiese en vloedskaderekenaarprogramme met mekaar te verbind. ANUFLOOD is 'n interaktiewe rekenaarmodel wat tasbare stedelike vloedskade en vloedverminderingmaatreëls evalueer (Smith & Greenaway, 1992a, 1992b).

Vir die ontwikkeling van die Suid-Afrikaanse model is internasionale modelle soos hierbo genoem, ondersoek en word die Amerikaanse model eerste bespreek, gevolg deur die Australiese model. Met die agtergrond en kennis

wat opgedoen is om ANUFLOOD vir Suid-Afrikaanse toestande aan te pas en deur die FDA-pakket te bestudeer, is 'n nuwe bestuurshulpmiddel, naamlik TEWA ontwikkel. TEWA is die afkorting vir *a computer model for Tangible Economic flood Water damage Assessment*. Alhoewel die hoof funksie van die rekenaar model die beraming van tasbare skade is, kan dit ook vloedskadeverminderingsmaatreëls evalueer en is dit sodanig ontwikkel.

In die ontwikkeling van die model is aandag gegee aan die insette van die model, naamlik hidrologiese data, perseeldata, vloedskadefunksies<sup>1</sup> en geografiese data. Die hoofstuk word afgesluit met 'n beskrywing van waar en hoe TEWA by die berekening van vloedskade en die evaluering van vloedskadeverminderingsopties inpas. Dit is belangrik om daarop te let dat, alhoewel TEWA saam met bepaalde Geografiese Inligtingstelsel(GIS)-sagteware gebruik is om die resultate van die studie te bereken, TEWA ook saam met ander GIS-sagteware gebruik kan word.

## **4.2 DIE VLOEDSKADE-ANALISEPAKKET (FDA)**

### **4.2.1 DAMCAL (DAMAGE REACH STAGE-DAMAGE CALCULATIONS)**

#### **4.2.1.1 Oorsig**

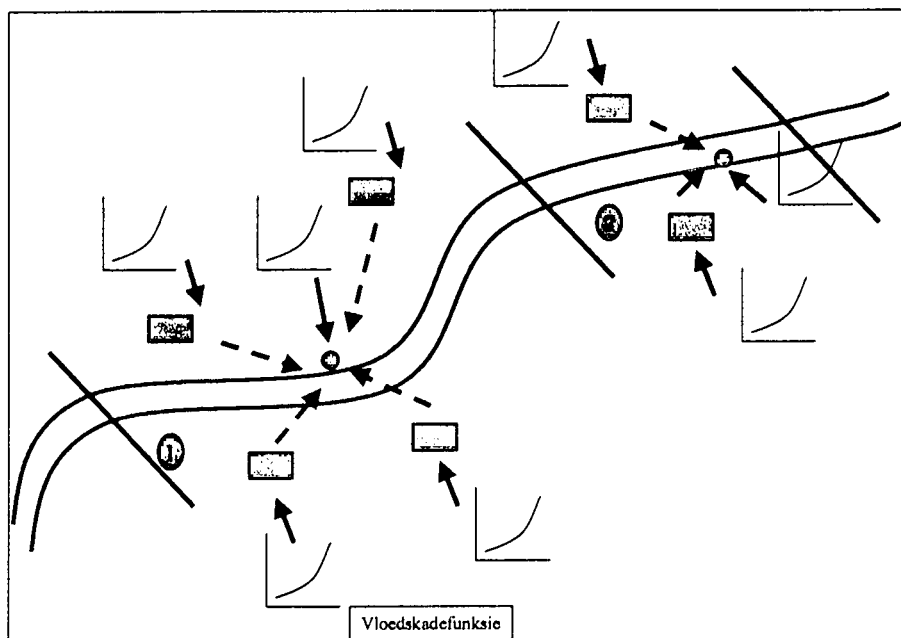
DAMCAL is 'n pakket van rekenaarprogramme wat deel uitmaak van die ruimtelike databestuur en analisestelsel (*Management and Comprehensive Analysis System*) wat deur die weermagskorps van ingenieurs van die VSA in 1979 vir die gebruik in vloedvlaktebestuur ontwikkel is (US Army Corps of Engineers, 1979). DAMCAL word spesifiek gebruik om data en inligting wat in rasterformaat gestoor is, te analiseer. Data wat in rasterformaat is, word deur kolomme en rye verteenwoordig. In die geval van DAMCAL verteenwoordig dit die geografiese data van huidige en toekomstige grondgebruik. Verder word DAMCAL gebruik om nie-strukturele maatreëls soos vloedvlaktebestuur, vloedverskansing, permanente ontruiming, die verwydering van inhoud van geboue in reaksie op vloedwaarskuwings en enige kombinasie van bogenoemde te evalueer (US Army Corps of Engineers, 1979).

---

<sup>1</sup> Die beginsel word in bylaag 1 volledig bespreek.

#### 4.2.1.2 Prosedure van berekeninge

Vir DAMCAL om potensiële vloedskade te bereken, is die ontwikkeling van vloedskadefunksies by geselekteerde liggings in die vloedvlakte nodig. Vir elke eiendom in die vloedvlakte word skade teenoor elevasie/hogte bereken. Hierdie verwantskappe word aan 'n vloedskadefunksie vir 'n sekere ligging in 'n sone gekombineer. Dieselfde word vir elke sone in die vloedvlakte gedoen. Die vloedskadefunksies van die verskillende sones word gekombineer met hidrologiese data om die gemiddelde jaarlikse skade te beraam.



**Figuur 4.1 Die samevoeging van vloedskadefunksies per vloedvlaktesones**

Figuur 4.1 toon dat vir Sone 1 vloedskadefunksies van vier eiendomme gekombineer word om een vloedskadefunksie vir die sone te skep. Twee vloedskadefunksies word vir Sone 2 gekombineer, waarna die twee sones se vloedskadefunksies gekombineer word om gemiddelde jaarlikse skade te bereken.

Die US Army Corps of Engineers (1989a) beskryf die proses soos volg:

- Die grondgebruik van 'n sel (die ondersoekgebied word in 'n rooster met kolomme en rye wat uit selle bestaan, ingedeel) word bepaal en die ooreenstemmende vloedskadefunksie word aan die sel gekoppel.

Die ontwikkeling van rekenaarmodelle vir die beplanning en bestuur van vloedvlaktes

- Die dieptewaarde van die vloedskadefunksie word na hoogte bo seevlak omgeskakel.
- Die hoogteverwantskap van die sel word na die indeksligging oorgedra (Figuur 4.1).
- Hierdie saamgevoegde elevasieskadefunksie word met elevasie-skadefunksies van ander sones gekombineer om totale skade te bereken.

#### **4.2.2 EAD (EXPECTED ANNUAL FLOOD DAMAGE COMPUTATION)**

EAD is ontwikkel om te help met die ekonomiese evaluering van vloedvlakteplanne deur die voordele van verskillende opsies te bereken (US Army Corps of Engineers, 1989b). Vir die evaluering kan skade deur middel van drie metodes bereken word:

- Skade deur 'n spesifieke vloed aangerig.
- Die verwagte jaarlikse skade wat met een spesifieke vloed of verskeie geselekteerde vloede geassosieer word.
- Die jaarlikse skade wat met 'n spesifieke verdiskonteringskoers en aantal jare geassosieer word.

##### **4.2.2.1 Grondbeginsels van die program**

Hierdie program is gebaseer op die beginsel dat vloedskade vir individuele strukture, groepe strukture en vloedvlaktesones bereken word. Die vloedskade word in geldwaarde uitgedruk (US Army Corps of Engineers, 1989a).

Die skade wat deur 'n enkele vloed aangerig kan word, word bereken deur vloedskadefunksies te gebruik. Wanneer vloedskadeverminderingmaatreëls geëvalueer word of skade met koste vergelyk word, moet 'n gemiddelde jaarlikse skade bereken word. Die gemiddelde jaarlikse skade word bereken deur die skade wat deur elke vloed aangerig word, te weeg teen die persentasie moontlikheid dat die spesifieke vloed sal voorkom. Die som van die geweegde skade verteenwoordig die verwagte jaarlikse vloedskade. Hierdie waarde kom gemiddeld jaarliks voor en

om dit te gebruik in die evaluering van vloedverminderingsopsies, word dit verdiskonteer oor 'n tydperioede of beplanningshorison.

Omdat hoogte van wateroppervlakte, vloeisnelheid, frekwensie van vloede en skade langs verskillende dele van riviere kan verskil, is dit algemene gebruik om riviere in sones op te deel. Wanneer inligting dan aan die sone toegeken word, geld hierdie inligting vir al die elemente in die sone. 'n Indeksligging word binne die sone gekies wat inligting soos elevasie of die vloeifrekwensiematriks of elevasievloei vir die hele sone verteenwoordig. Gewoonlik bepaal hidrouliese en hidrologiese faktore die ligging van die indeks.

Nog 'n beginsel van die program is die bepaling van wat die doeltreffendheid van vloedbestuursplanne in die vermindering van vloedskade is.

### 4.3 DIE AANPASSING VAN ANUFLOOD VIR SUID-AFRIKAANSE TOESTANDE

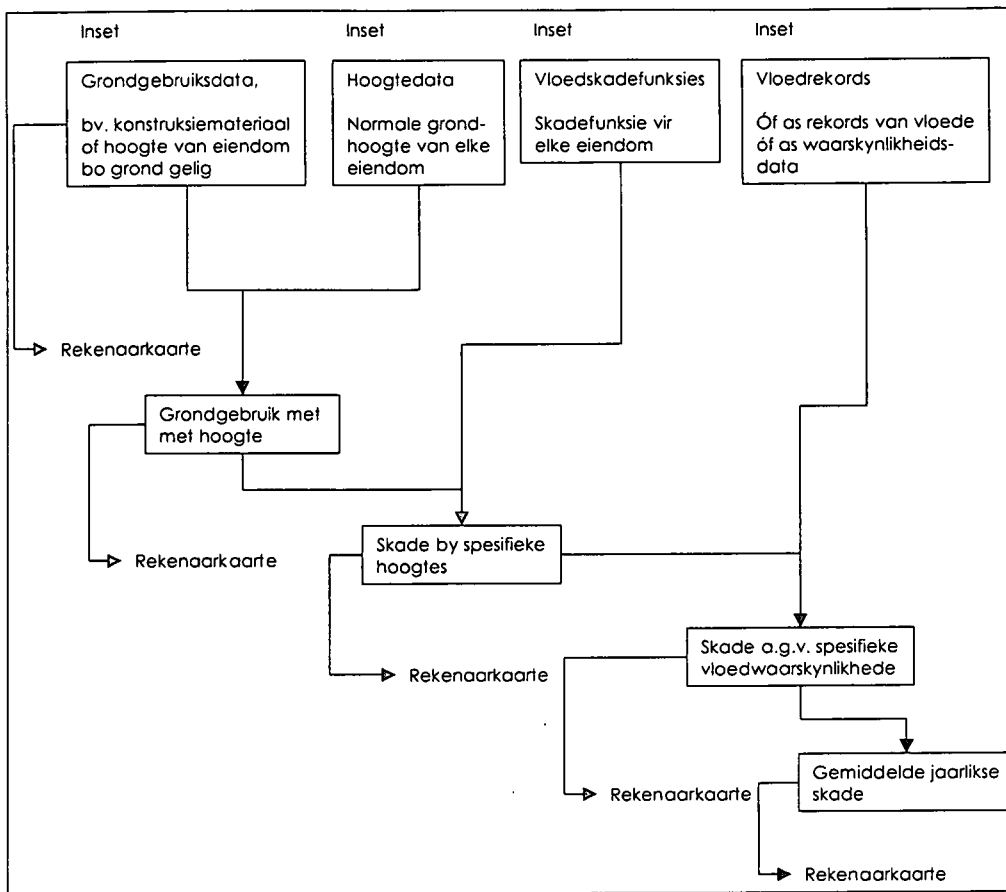
Smith en Greenaway (1993) noem dat ANUFLOOD op die vloedskadefunksiekonsep wat deur White in 1945 beskryf is, gebaseer is. So is vloedskadefunksies een van drie stalle data wat nodig is vir die berekening van vloedskade. Die ander twee datastelle is perseeldata en hidrologiese data.

□ **Perseeldata** het betrekking op die eienskappe van die eiendomme, soos die ligging van eiendom/gebou, straatnaam, straatnommer, aantal verdiepings, of die eiendom bo die grond gelig is, die hoogte gelig, koördinate, boumateriaal, grondhoogte, vloerhoogte en skadekategorie. Sommige van die data word deur opnames van die eiendomme in die vloedvlakte verkry. Ander data word van verskillende soorte kaarte, wat ortofoto's insluit, ingesamel.

Inligting wat deur opnames vir die berekening van vloedskade ingesamel is, kan vir vier doeleindes of wyses gebruik word:

- Voorsien 'n statistiese opsomming van die eienskappe van die eiendomme in die vloedvlakte.
- Klassifisering van eiendomme in die vloedvlaktes.
- Voorsien van rekenaarkaarte van die verspreiding van vloedskade.

- Verskaf inligting aan noodinstansies.
- Die **vloedskadefunksies** wat in ANUFLOOD vir die berekening van vloedskade gebruik word, is die verhouding tussen diepte van oorstroming en skade. Skade wat bereken word, is normaalweg potensiële direkte skade. Hierdie tipe skade weerspieël die slegste scenario wanneer geen maatreëls getref word om vloedskade te verminder nie. Hierdie funksies verteenwoordig skade aan die eiendom se struktuur sowel as die inhoud van die geboue.
- **Hidrologiese data** vir die gebruik in ANUFLOOD sluit vloedfrekwensie, helling en die snelheid van die vloedwater in. Die vloedfrekwensie word beskryf as die vloedhoogte in terme van die waarskynlikheid van vloedvoorkoms. Die vloedhelling word weer op sy beurt beskryf as die verskil in maksimum watervlakhoogtes. ANUFLOOD gebruik twee maniere om vloedhelling in stedelike studies te beraam. 'n Digitale terreinmodel word vir die vloedwater geskep of die stedelike area word in sones opgedeel. Verskillende waarskynlikhede, gekoppel aan diepte van oorstroming, word aan elke sone toegeken. In die laaste geval word aangeneem dat die wateroppervlakte vir elke sone horisontaal is.



**Figuur 4.2** 'n Diagrammatiese voorstelling van die insette en uitsette van ANUFLOOD

**Bron: Smith en Greenway (1988)**

Figuur 4.2 is 'n diagrammatiese voorstelling van die insette en uitsette van ANUFLOOD. Dit toon onder andere dat perseeldata, hoogtedata, vloedskadefunksies en vloedrekords die insette vir ANUFLOOD is. Vir elke kombinasie van insetdata word uitsetdata gegenereer. Indien perseeldata byvoorbeeld met grondhoogte gekombineer word, kan rekenaarkaarte geskep word wat grondhoogte per roostersel toon.

### 4.3.1 VOORBEREIDING VAN DIE INSETDATA

Na die insameling van data word die data in ANUFLOOD in 'n spesifieke FORTRAN I/O-datastel geberg.

### □ Vloedskadefunksies

Die lêers moet in ASCII formaat gestoor word sodat ANUFLOOD die inligting kan gebruik. Hierdie formaat bestaan uit kolomme en rye van data. Vir illustrasie doeleindes word 'n voorbeeld verskaf. Die volgende is die voorstelling van twee vloedskadefunksies wat gebruik word vir die berekening van vloedskade. Die ASCII-lêer bestaan uit twee kolomme wat begin met die aantal vloedskadefunksies wat in die ondersoekgebied gebruik word om vloedskade te bereken. Na hierdie aanduiding volg die verskillende vloedskadefunksies. Die eerste inskrywing is die skade wat onder die vloervlak (soos tuine) aangerig kan word, waarna skade per diepte van oorstroming aangedui word. Om die einde van die vloedskadefunksie aan te toon, word die nommer 99.9 gebruik. Vir die gebruik in ANUFLOOD word slegs die waardes wat kursief gedruk is, in ASCII formaat gestoor. Dieselfde geld vir die hidrologiese data.

Aantal vloedskadefunksies wat gebruik word	2
Skade (R) onder vloervlak	0.0
Skade (R) vir elke diepte van oorstroming (m)	0.0 0.0 <sup>3</sup>
	0.2 420
	0.3 510
	0.6 990
Eerste vloedskadefunksie	0.9 1 040
	1.2 1 050
	1.5 1 060
	1.8 1 060
	2.1 1 060
Getal wat die einde van die vloedskadefunksie aandui	99.9
Skade onder vloervlak	3 055
	0.0 270
	0.2 9 280
	0.3 11 560
	0.6 23 730
Tweede vloedskadefunksie	0.9 28 520
	1.2 32 280
	1.5 34 590
	1.8 35 660
	2.1 35 480
	2.4 54 920
Einde	99.9

<sup>3</sup> Eerste kolom is diepte van oorstroming en die tweede kolom is skade in rand.



### □ Hidrologiese data

Die data word in terme van tabelle en kaarte met vloedlyne voorgestel en word as volg in die databasis gestoor:

Hoogte bo seevlak (m)      Waarskynlikheid van vloedvoorkoms

791.31	0.20
791.96	0.10
792.64	0.05
793.48	0.02
795.68	0.001

### □ Perseeldata

Perseeldata word ook in 'n lêer in kolomme en rye gestoor. Die data word in sewe velde ingedeel. Veld 1 verteenwoordig die sones waarin die ondersoekgebied ingedeel is; Veld 2 die adres van die eiendom; Veld 3 bevat die eienskappe van die huis; Veld 4 is die ligging van die huise in terme van x en y koördinate; Velde 5 to 9 bevat die eienskappe van die boumateriaal, grootte van die huis, toestand van die huis, grootte van die erf en die ouderdom van die huis; Velde 10 en 11 verteenwoordig die grond- en die vloerhoogte van die eiendom. Laastens verteenwoordig Veld 12 die skadekategorie. Vervolgens word 'n voorbeeld van die formaat waarin die data gestoor word, verskaf. Alhoewel die waardes van die grondgebruikdata ook in 'n teksformaat gestoor word, word dit vir duidelikshalwe in 'n tabelvorm (Tabel 4.1) getoon.

**TABEL 4.1      UITEENSETTING VAN DIE VELDE WAT IN DIE PERSEELDATALEER VIR DIE GEBRUIK  
DEUR ANUFLOOD VOORKOM**

1	2		3				4	5	6	7	8	9	10	11	12
04	94	48	1	1	1	1.00	2888-4703	4	2	0	2	2	794.0	795.0	5
04	0	88	1	1	0	0.00	2833-4713	4	0	0	0	0	796.5	796.5	5
04	54	121	1	1	0	0.00	2764-4703	4	2	0	2	2	797.8	797.8	5
04	56	124	1	1	1	2.00	2759-4692	4	2	0	2	2	798.3	800.3	5

#### 4.3.2      TOEPASSING VAN DIE PROGRAM

Tabel 4.2 toon 14 funksies wat deur ANUFLOOD uitgevoer kan word. Funksies 1 en 2 verskaf byvoorbeeld statistiese analise van die residensiële en kommersiële data. Die ander 12 funksies word in Tabel 4.2 verduideling

TABEL 4.2 ANUFLOOD SE VEERTIEN TOEPASSINGS

Funksie	Beskrywing	Verduideliking
1 en 2	Statistiese analise van residensiële en kommersiële data	Hierdie opsies voer frekwensie-analise, kruistabulering en multiparameter-frekwensie-analises uit.
3 en 4	Genereer 'n substel van residensiële en kommersiële data	Die doel van hierdie aktiwiteite is om 'n stel data oor huise en kommersiële eiendomme saam te stel wat apart van die volledige stel data gebruik kan word.
5	Totale gemiddelde jaarlikse residensiële skade	Hierdie funksie bereken die totale gemiddelde residensiële skade van die hele datastel.
6	Totale skade aan residensiële eiendomme	Dié funksie evalueer die skade wat deur 'n spesifieke vloed aangerig word.
7	Lees die inhoud van 'n dataleër	Dié funksie maak dit moontlik dat toegang tot dataleërs verkry kan word sonder om die program te verlaat.
8	Totale gemiddelde jaarlikse skade aan kommersiële eiendom	Dié funksie bereken die totale gemiddelde skade aan kommersiële eiendomme vir die hele datastel.
9	Totale skade aan kommersiële eiendom	Dié funksie evalueer die skade wat deur 'n spesifieke vloed aangerig word.
10	Evalueer residensiële vloedskadevermindering-maatreëls	Hierdie funksie maak dit moontlik dat vier maatreëls geëvalueer kan word. Hulle is die oprigting van vloedwalle, vloedverskansing, die lig en die sloping van huise.
11	Evalueer kommersiële vloedskadevermindering-maatreëls	Dié funksie werk dieselfde as funksie 10.
12	Evalueer skadevermindering-maatreëls deur die gebruik van hoogte	Funksie 12 voorsien skadeberamings by spesifieke hoogte.
13	Vloedhelling/ vloedoppervlakte/ hoogte-aanpassing	Funksie 13 voorsien drie verskillende metodes wat gebruik kan word om hoogtedata te verwerk.
14	Ruimtelike verspreiding	Dié funksie stel data in 'n rooster formaat voor.

## 4.4 TEWA

### 4.4.1 FUNDAMENTELE GRONDBEGINSELS VAN TEWA

Soos EAD (US Army Corps of Engineers, 1989b) is TEWA gebaseer op die beginsel dat vloedskade aan 'n individuele struktuur/eiendom, groep van eiendomme of 'n vloedvlaktesone deur die monetêre waarde van vloedskade van verskillende

---

Die ontwikkeling van rekenaarmodelle vir die beplanning en bestuur van vloedvlaktes

groottes vloede gereflekteer word. Skade aan 'n eiendom wat deur 'n enkele voorkoms van 'n vloed veroorsaak word, word direk van 'n vloedskadefunksie bereken.

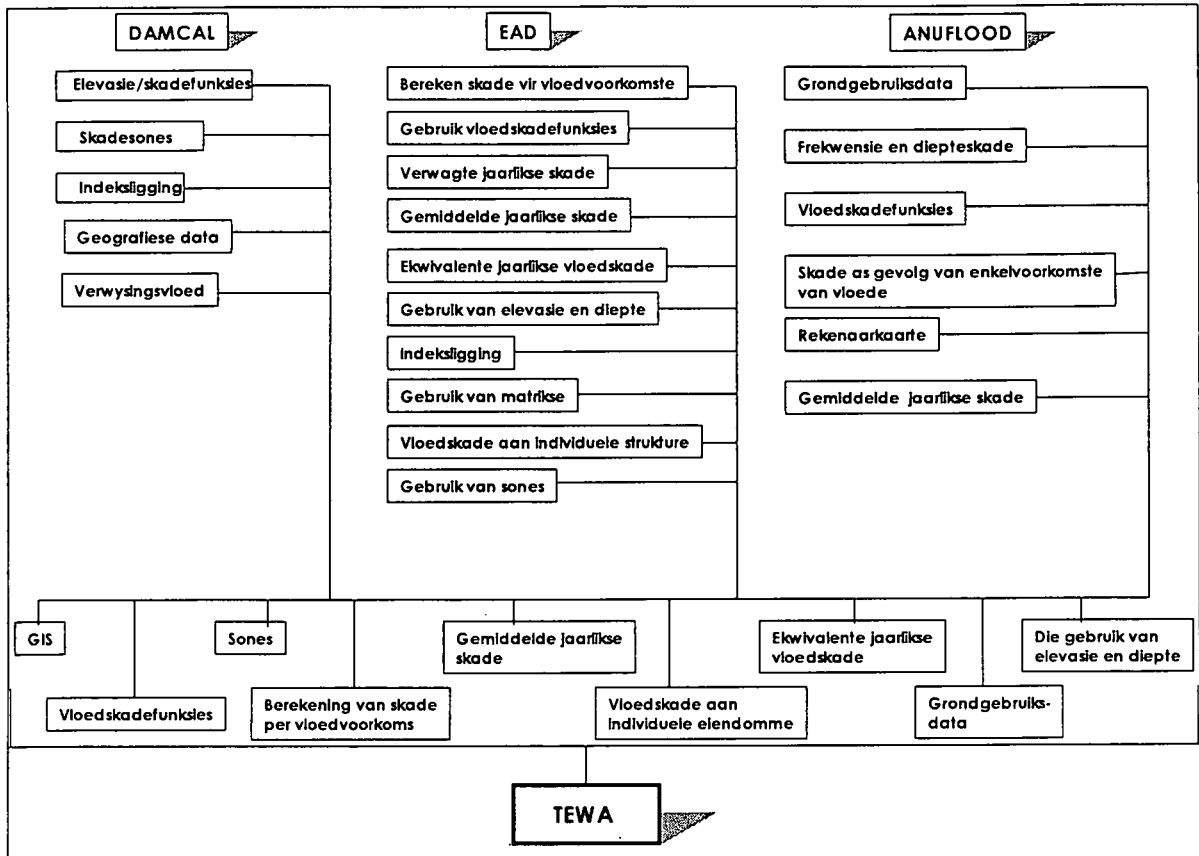
'n Volgende beginsel wat deel uitmaak van die werking van TEWA is vloedskadefunksies. 'n Vloedskadefunksie dui die diepte van oorstroming teenoor die potensiële skade aan. Vloedskadefunksies word deur TEWA gebruik om vloedskade aan eiendomme, te bereken.

As gevolg van die verskille in hidrologiese toestande en ekonomiese aktiwiteite wat langs 'n rivier kan voorkom, word die vloedvlakte vir skadeberekeninge in verskillende sones opgedeel. Dieselfde hidrologiese data-waarde word aan al die eiendomme in dieselfde sone toegedeel.

Die hoofrede vir die berekening van vloedskade is om verskillende vloedvlaktebestuursmaatreëls te evalueer. Verder word projekte in terme van koste-effektiwiteit (netto huidige waarde of ander ekonomiese kriteria soos voordeelkosteverhouding) evalueer. Om al hierdie berekeninge te doen, is dit nodig om die huidige waarde van die koste sowel as die voordele van 'n projek te bereken.

'n Geografiese Inligtingstelsel is 'n ander belangrike komponent van die model. Die GIS word gebruik om geografiese en eienskapdata te stoor, te analiseer en die resultate voor te stel. Data wat nodig is vir TEWA word met behulp van 'n GIS ontwikkel en die uitsette word ook deur middel van 'n GIS grafies voorgestel.

In Figuur 4.3 word die grondbeginsels van die drie modelle DAMCAL, EAD en ANUFLOOD gekombineer om die agtergrond waaruit TEWA ontwikkel is, aan te toon.



**Figuur 4.3** Diagrammatiese voorstelling van die eienskappe van DAMCAL, EAD en ANUFLOOD wat gebruik is in die ontwikkeling van TEWA

**4.4.2 DIE ONTWIKKELING VAN TEWA**

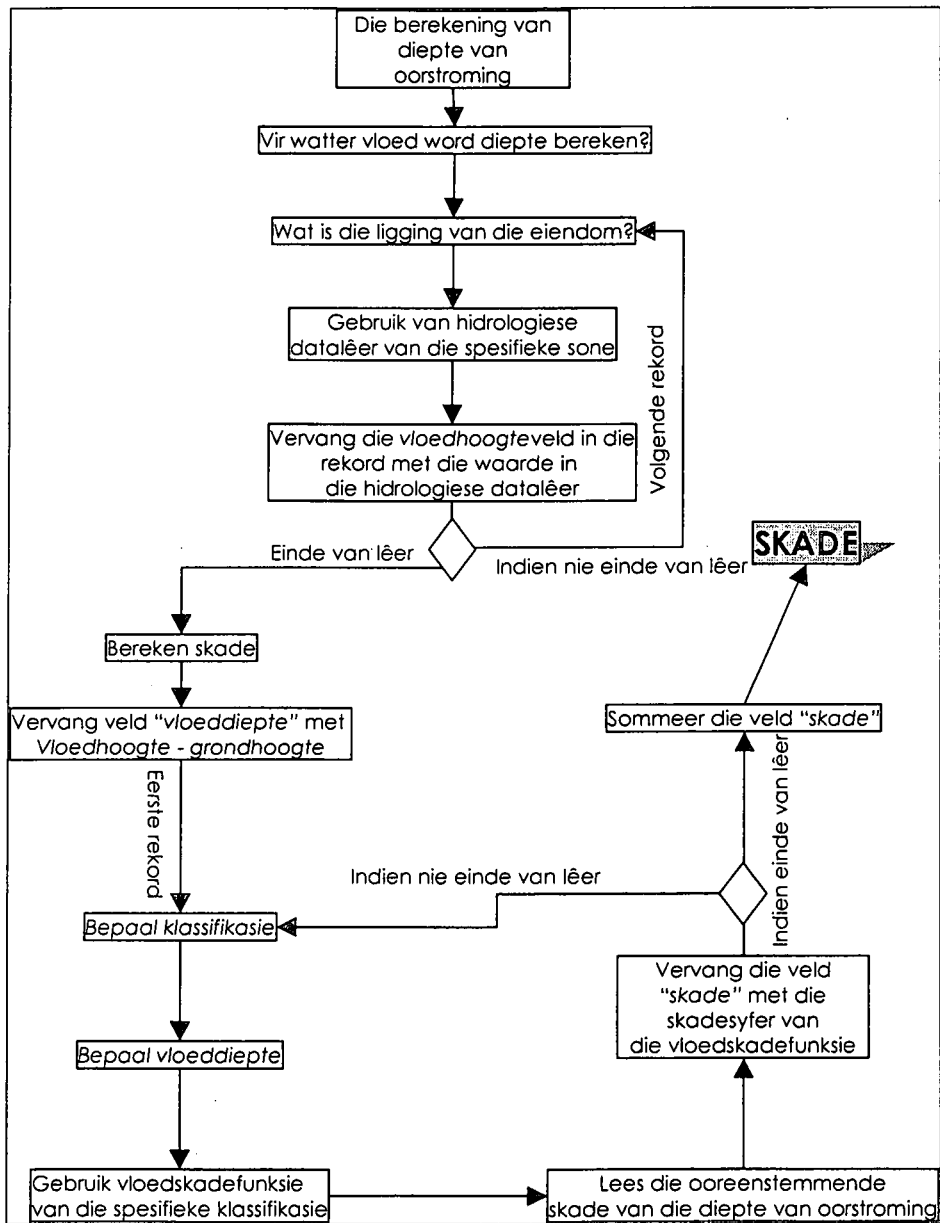
Vir die bestuur en manipulasie van ruimtelike data vir TEWA, is eerstens AllyMap wat deur Allyson Lawless van Johannesburg versprei is, gebruik en later is ArcView as GIS-sagteware gebruik. Alhoewel dit nie volledig in hierdie navorsing bespreek word nie, is TEWA aangepas om ook met ander GIS-sagteware ook te funksioneer.

Die bestuur en berekening van die eienskapsdata is deur die databasisagteware dBase III Plus gedoen. Hierdie funksionaliteit kan ook deur ander GIS- en databasisagteware, soos byvoorbeeld Access, gebied word.

Soos uit die naam TEWA afgelei kan word, is die hoofdoel van die program om tasbare ekonomiese vloedskaade te bereken en deur hierdie inligting te gebruik, kan verskillende vloedskaadeverminderingsmaatreëls geëvalueer word. Figuur 4.4 is 'n

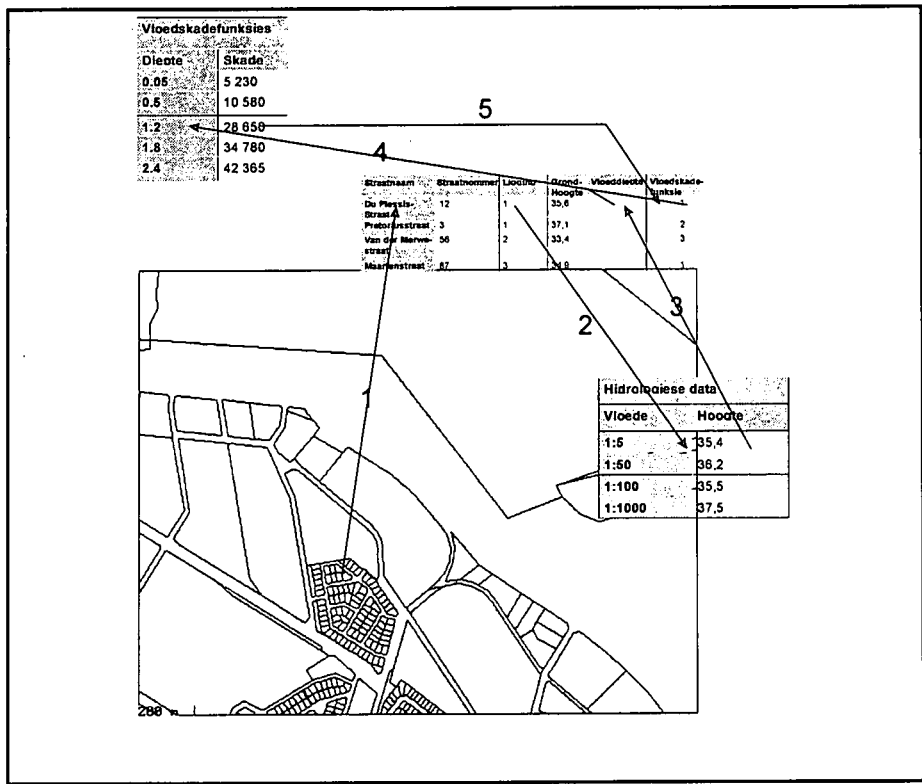
diagrammatiese uiteensetting van die inligting benodig en verskillende stappe wat TEWA uitvoer om vloedskade te bereken.

Die eerste aktiwiteit wat deur TEWA uitgevoer word, is die berekening van diepte van oorstroming van die eiendomme (Figuur 4.4). Vloedskadefunksies van die spesifieke eiendom word aan diepte van oorstroming gekoppel om sodoende vloedskade te bereken.



Figuur 4.4 'n Vloiediagram van die prosedures van TEWA

Waar Figuur 4.4 'n vloei-diagram is wat die prosedure beskryf, is Figuur 4.5 'n visuele voorstelling van die proses. Die verduideliking van Figuur 4.5 is as volg: (1) Die program bepaal die ligging van 'n eiendom; (2) die ligging bepaal die hidrologiese data wat gebruik moet word om diepte van oorstroming te bepaal; (3) vloeddiepte word bepaal deur grondhoogte van vloedelevasie van 'n spesifieke vloed af te trek; (4) klassifikasie en vloeddiepte bepaal die potensiële skade aan die eiendom; en (5) skade word gesommeer om totale skade vir die gebied vir 'n sekere scenario te bereken.



Figuur 4.5 'n Visuele voorstelling van die prosesse in TEWA

**4.4.3 INSETTE WAT DEUR TEWA BENODIG WORD**

Die inligting wat TEWA benodig, is onder andere die ligging van eiendomme en met watter diepte dit gaan oorstrom. Hidrologiese data, perseeldata en vloedskadefunksies beskryf bogenoemde.

#### 4.4.3.1 Hidrologiese data

Hidrologiese data bestaan onder andere uit vloedlyne wat gebruik word om vloedvlaktes af te baken. Hierdie vloedlyne word normaalweg deur middel van kaarte of tabelle voorgestel. Dwarssnitte word op die kaarte aangebring en data word per dwarsnit in tabelle aangedui. Hierdie tabelle word gebruik om diepte van oorstroming te bereken, waarvan skade afgelei word. Tabel 4.3 dien as voorbeeld.

**TABEL 4.3 'n VOORBEELD VAN HIDROLOGIESE DATA WAT DEUR TEWA BENODIG WORD (WATERHOOGTE IN METER)**

Dwarssnit- nommer	Vloedfrekwensie										
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	5000	10000
67	13.75	14.14	14.41	14.68	15.04	15.51	16.20	17.61	19.00	24.58	27.16
66	13.38	13.74	14.04	14.40	14.79	15.35	16.12	17.57	18.98	24.57	27.15
65	13.19	13.53	13.84	14.25	14.63	15.26	16.07	17.54	18.96	24.57	27.15
64	13.05	13.35	13.68	14.13	14.51	15.18	16.03	17.52	18.95	24.56	27.15
63	12.90	13.18	13.54	14.05	14.43	15.13	16.00	17.50	18.94	24.56	27.14
62	12.70	13.00	13.43	13.99	14.37	15.10	15.99	17.49	18.93	24.56	27.14
61	12.24	12.84	13.37	13.96	14.33	15.08	15.97	17.48	18.93	24.55	27.14
60	11.95	12.24	12.45	12.69	13.18	13.50	13.77	14.57	15.82	17.69	17.95
59	11.39	11.81	12.14	12.47	13.06	13.39	13.68	14.51	15.80	17.72	17.98
58	11.20	11.64	12.00	12.37	13.00	13.34	13.63	14.48	15.79	17.70	17.96
57	10.75	11.27	11.68	12.10	12.79	13.10	13.38	14.23	15.75	17.63	17.88
56	10.52	11.07	11.49	11.92	12.61	12.87	13.09	13.83	15.33	16.73	16.47

'n Vloed met 'n frekwensie van 1:50 se waterhoogte is 14,33 m by dwarsnit 61. Hierdie data word in dBase-formaat gestoor sodat dit in **TEWA** gebruik kan word.

#### 4.4.3.2 Perseeldata

Perseeldata word hoofsaaklik gebruik vir die identifikasie van risiko-areas, klassifikasie van eiendom en rampbestuur.

Vir die berekening van vloedskade word grondgebruike in drie kategorieë ingedeel, naamlik residensiële, kommersiële en industriële. Al die grondgebruike, behalwe industriële grondgebruike, word verder in subkategorieë ingedeel. Residensiële eiendomme word byvoorbeeld in klasse ingedeel wat bepaal word deur die vooraansig van die wooneenhede. Hierdie metode is deur Smith (1996a) gebruik en deur hom voorgestel gedurende sy besoek aan Suid-Afrika in 1993. Klassifikasie wat volgens hierdie metode geskied, kan wissel van lae ekonomiese tot hoë ekonomiese dubbelverdiepingwooneenhede.



Kommersiële eiendomme word deur middel van die soort besigheid en die grootte van die besigheid bepaal. In dié geval bepaal die ekonomiese status van die eiendom wat deur die waarde van voorraad en die oppervlakte van die eiendom beïnvloed word, die klassifikasie. Die getal klasse klassifikasies word deur die ondersoekgebied bepaal.

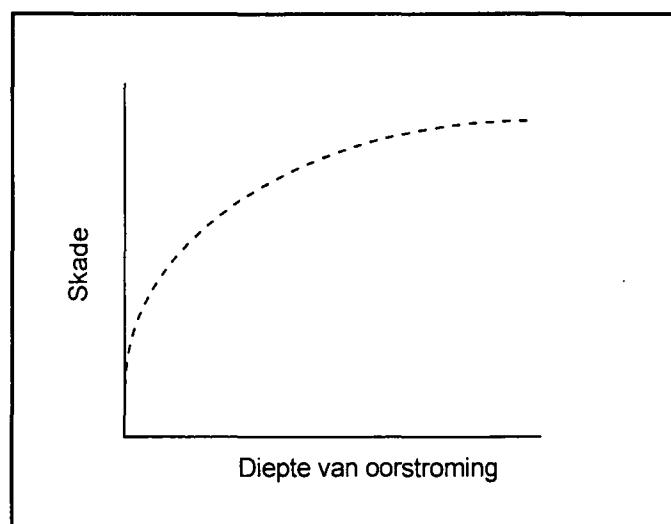
Industriële eiendomme word vanweë die groot variasie wat voorkom nie in subkategorieë ingedeel nie (Booyesen, 1994) en as gevolg hiervan moet elke eiendom afsonderlik besoek word om die nodige inligting in te samel om sodoende 'n vloedskadefunksie vir die spesifieke eiendom op te stel.

#### 4.4.3.3 Vloedskadefunksies

Vloedskadefunksies vorm die fondament waarop vloedskadebepaling die afgelope jare gebaseer is en White (1961) was van die eerstes om hierdie beginsel te gebruik. Daarna is die konsep regoor die wêreld toegepas. Vloedskadefunksies beskryf die verwantskap tussen vloedeienskappe soos diepte van oorstroming, die vloeisnelheid van vloedwater, die duur van die oorstroming en skade aangerig. Penning-Rowell en Chatterton (1977)<sup>4</sup> in Engeland, Smith & Greenaway (1993), Viljoen *et al.* (1978) en die U.S. Army Corps of Engineers (1994) is van die belangrikste navorsers wat as verwysings in hierdie navorsing gebruik word. Resente voorbeelde waar dié beginsel gebruik is, sluit in Handmer en Smith (1995) wat dit gebruik om die koste-effektiwiteit van vloedwaarskuwing te evalueer; Smith (1996b) wat dit gebruik om die invloed van die kweekhuiseffek van die klimaat op stedelike vloedskade te ondersoek; en Van Duivendijk [s.a] wat dit gebruik om vloedbeheer in Nederland te evalueer. Figuur 4.6 is 'n skematiese voorstelling van 'n vloedskadefunksie.

---

<sup>4</sup> Nadat Smith (1993) van die Nasionale Universiteit van Australië gevra is om voorstelle te gee vir vloedskadenavorsing in Suid-Afrika, het hy geskryf dat Penning-Rowell en Chatterton (1977) die belangrikste bron vir die opstel van vloedskadefunksies is.



**Figuur 4.6** Diagrammatiese voorstelling van 'n vloedskadefunksie

#### 4.4.3.3.1 Prosedure vir die ontwikkeling van vloedskadefunksies (algemeen)

Volgens Parker, Green en Thomp (1987) en Penning-Rowsell en Chatterton (1977) is grondgebruik, die eienskappe van die vloedwater en skadeverminderingsaksies deur die inwoners die belangrikste faktore wat vloedskade beïnvloed. Homan en Waybur (1960) beskou 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 (Vos, 1982), is gevind dat diepte/skade-verwantskappe statisties die beduidendste is, maar die waarde van die strukture en die inhoud word ook as belangrik beskou. Volgens Vos (1982) is diepte van oorstroming ook die belangrikste onafhanklike veranderlike in die modelle wat hy gebruik. Uit bogenoemde kan afgelei word dat die twee belangrikste onafhanklike veranderlikes in die beraming van vloedskade en dus in die opstel van skadefunksies, die diepte van oorstroming is, asook die waarde van die eiendom wat ondersoek word.

Vir die ontwikkeling van skadefunksies kan twee benaderings gevolg word (Smith, 1994). 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 die diepte en duurt van oorstroming bereken word. Die tweede benadering is

om skadefunksies uit inligting van werklike vloedskade te ontwikkel. Toepassing van die sintetiese benadering vereis dat daar eers besluit moet word watter tipe skade ingesluit gaan word en watter nie, want dit voorkom dat oorskating plaasvind. Verder moet 'n keuse gemaak word tussen diepte/skade- of diepte/persentasie-benaderings. By die diepte/skade-verhouding word skade as 'n geldwaarde uitgedruk en by diepte/persentasie word skade as 'n persentasie van 'n waarde soos byvoorbeeld die waarde van eiendom of voorraad bereken. Die diepte/persentasie- sowel as diepte/skade-verhoudings is vir die doeleindes van die navorsing ondersoek. Vrae soos watter waardes met persentasies verbind moet word om skadesyfer te kry, is gevra. Veral by die residensiële sektor het 'n paar probleemvrae ontstaan. Moet verkoopswaarde gebruik word, waar verkoopswaarde die prys is wat die koper vir die eiendom aan die verkoper betaal het? Tweedens, kan munisipale waardasie gebruik word. Volgens huismarkkenners en ander kundiges (Smith, 1996b; Persoonlike Kommunikasie Lazenby, 1997) is daar 'n groot variasie in huispryse regoor die land. Hierdie variasie kan byvoorbeeld veroorsaak dat 'n 10 persent skade aan een huis in een deel van die land, nie dieselfde is as 'n 10 persent skade aan presies dieselfde kategorie huis in 'n ander deel van die land nie. Smith (1994) beveel nie dié metode aan nie. Volgens hom is daar 'n swak verwantskap tussen markwaarde en die vatbaarheid vir vloedskade.

Om hierdie probleem op te los, het Smith (1993) die diepte/skade-benadering gevolg. Hy het eiendomskategorieë geïdentifiseer deur van die vooraansigte van die eiendomme gebruik te maak. Dié metode is deur Booyesen (1994) in Suid-Afrika gebruik deurdat diepte/skade-funksies vir verskillende eiendomskategorieë opgestel is.

#### □ Die ontwikkeling van residensiële vloedskadefunksies

'n Meer breedvoerige bespreking van die ontwikkeling van vloedskadefunksies word in Bylae 1 gegee, maar 'n korter bespreking word in hierdie hoofstuk verskaf. Vir die skep van residensiële vloedskadefunksies word die skadefunksie in twee gedeel. Die proses is eers om aparte skadefunksies vir huisinhoud en huisstruktuur op te stel (Booyesen, 1994 en Booyesen en Viljoen, 1999) en om daarna 'n gekombineerde skadefunksie te ontwikkel. Penning-Rowse en Chatterton (1977) verdeel 'n wooneenheid in twee

Die ontwikkeling van rekenaarmodelle vir die beplanning en bestuur van  
vloedvlaktes

subkategorieë, naamlik die geboustruktuur en huisinhoud. Hierdie kategorieë word verder soos volg ingedeel: Huisinhoud word verdeel in huishoudelike items, verwarmingstoerusting, elektriese toerusting, meubels en persoonlike items. Geboustruktuur sluit versierings aan geboue, elektriese bedrading, loodgieterswerke, heinings en hekke in. Vir elk van die sub-kategorieë word 'n vloedskadefunksie opgestel. MacBean *et al.* (1988) verdeel vloedskadefunksies ook in twee, naamlik struktuurskade wat skade aan geboue insluit en inhoudskade wat skade aan beweegbare items beskryf. Laastens word die inhoud- en struktuurskadefunksies gekombineer om 'n totale vloedskadefunksie vir verskillende kategorieë op te stel.

#### □ Die ontwikkeling van kommersiële vloedskadefunksies

Na gesprekke met Smith (Persoonlike kommunikasie, 1993) is besluit om skade vir die afsonderlike besighede in terme van skade aan voorraad, geboustruktuur, toerusting en die verlies aan inkomste 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 deur Penning-Rowell en Chatterton (1977) ontwikkel en deur Parker *et al.* (1987) verfyn.

**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 waarde van die voorraad word verkry vanaf die vraelyste wat by eienaars van sakeondernemings in die ondersoekgebied ingevul is.

**Skade aan toerusting** is beraam deur die 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-Rowell en Chatterton (1977) ontwikkel is, 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.

**Indirekte vloedskade** (verlies aan inkomste) het twee veranderlikes wat die omvang van die skade bepaal (Penning-Rowse & Chatterton, 1977): die hoeveelheid besigheid (omset) wat die onderneming het en die tydsduur van ontwinging. Ontwinging kan op twee maniere veroorsaak word:

- Die onderneming self kan oorstrom word; en/of
- die toegangsweë van die onderneming kan afgesny word.

Parker *et al.* (1987) klassifiseer ontwinging van 'n besigheid - wat spruit uit die oorstroming van die verbruiker se eiendom - as 'n addisionele bron van ontwinging. Hierdie ontwinging aan die onderneming kan deur verandering in verbruikersvraag veroorsaak word omdat die verbruikersvraag van 'n huishouding wat onderhewig is aan oorstroming, as gevolg van verlies aan inkomste kan verander. Hierdie verandering word veroorsaak deur verpligte afwesigheid van die werk; die vervanging of herstel van beskadigde eiendom wat kan veroorsaak dat die vraag na ander produkte verskuif; 'n vertraging of slegs gedeeltelike vergoeding deur versekeringsuitbetalings; en die tyd om op te ruim.

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.

Na gesprekke met Smith (1993) en ander kundiges is daar besluit om in hierdie studie 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 & Chatterton, 1977).

#### □ **Die ontwikkeling van industriële vloedskadefunksies**

Uit die literatuur bevind Booysen (1994) dat industriële vloedskadefunksies, anders as in die geval van residensiële en kommersiële vloedskadefunksies, nie volgens kategorieë

Die ontwikkeling van rekenaarmodelle vir die beplanning en bestuur van  
vloedvlaktes

opgestel kan word nie. Die rede hiervoor is dat aanlegte soveel verskil. Van die verskille lê in metodes van produksie, bestuursverskille en die grootte van aanlegte. Vir die beraming van industriële vloedskade is die prosedure dus om vraelyste by elke aanleg in die ondersoekgebied in te vul en 'n funksie vir elkeen op te stel. Met die ondersoek in Uitenhage het samewerking tussen nyweraars gewissel. Van die nyweraars het dadelik hul samewerking gegee en vraelyste ingevul, terwyl ander onderhoude toegestaan het, maar vraelyste is nooit van hierdie persone terugontvang nie. In totaal is slegs ses vraelyste verwerk.

Penning-Rowsell en Chatterton (1977) verdeel die vraelys om industriële skade te beraam, in nege afdelings. In Figuur 4.7 word hierdie indeling uiteengesit.

1.	Naam van maatskappy	
2.	Tipe besigheid	
3.	Totale area van perseel	
4.	Totale area van grondvloer	
5.	Hoogte van grondvloer	
6.	Aanleg en toerusting	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
7.	Grondstowwe en onvoltooide goedere	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
8.	Voltooide goedere	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
9.	Totale fisiese skade	verwagte skade van vloedorstroming vir verskillende dieptes
10.	Gemiddelde weeklikse omset	
11.	Vermoë om produksie te verskuif	
12.	Vermoë om produksie te verplaas	

**Figuur 4.7** Inligting benodig vir die beraming van potensiële industriële skade

Uit inligting wat deur middel van die vraelyste verkry is, kon vloedskadefunksies opgestel word. Die data-items in Afdelings 6 tot 10 (Figuur 4.7) is met vraelyste bekom. Vraag 6

handel oor die huidige waarde van die aanleg en toerusting, vraag 7 oor grondstowwe en onvoltooide goedere wat op die perseel gestoor word, vraag 8 oor voltooide goedere, vraag 9 oor totale fisiese skade, en vraag 10 oor gemiddelde weeklikse omset. Weeklikse omset of verlies aan inkomste word nie direk in die vloedskadefunksie opgeneem nie, maar kon later bygevoeg word nadat bepaal is hoe lank die aanleg uit produksie was.

Waardes vir skade aan die aanleg, toerusting, grondstowwe, onvoltooide goedere, voltooide goedere en struktuur is deur die respondente verskaf. Respondente het ook ander benodigde inligting verskaf, soos vatbaarheid vir skade. Hierdie benadering word deur Penning-Rowell en Chatterton (1977) asook Smith (1993) aanbeveel.

Indirekte skade is moeiliker om te bereken en daar is besluit om Parker *et al.* (1987) se benadering aan te pas en dit in die navorsing te gebruik. Na sy kritiek op bestaande metodes en die aanpassing van Penning-Rowell en Chatterton (1977) se benadering, besluit Parker *et al.* (1987) op die volgende benadering. Die korrekte meting van verlies aan produksie is om die verlies aan toegevoegde waarde (die waarde wat deur die maatskappy tot die ekonomie toegevoeg word) te bereken. 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 verskuiwing van produksie binne die onderneming.

'n Volledige opsomming van die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir die ondersoekgebied word in Bylae 1 verskaf. Hierdie bylae is 'n opsomming uit verskeie publikasies wat alreeds in Suid-Afrika oor die onderwerp verskyn het.

#### 4.4.3.4 Geografiese data

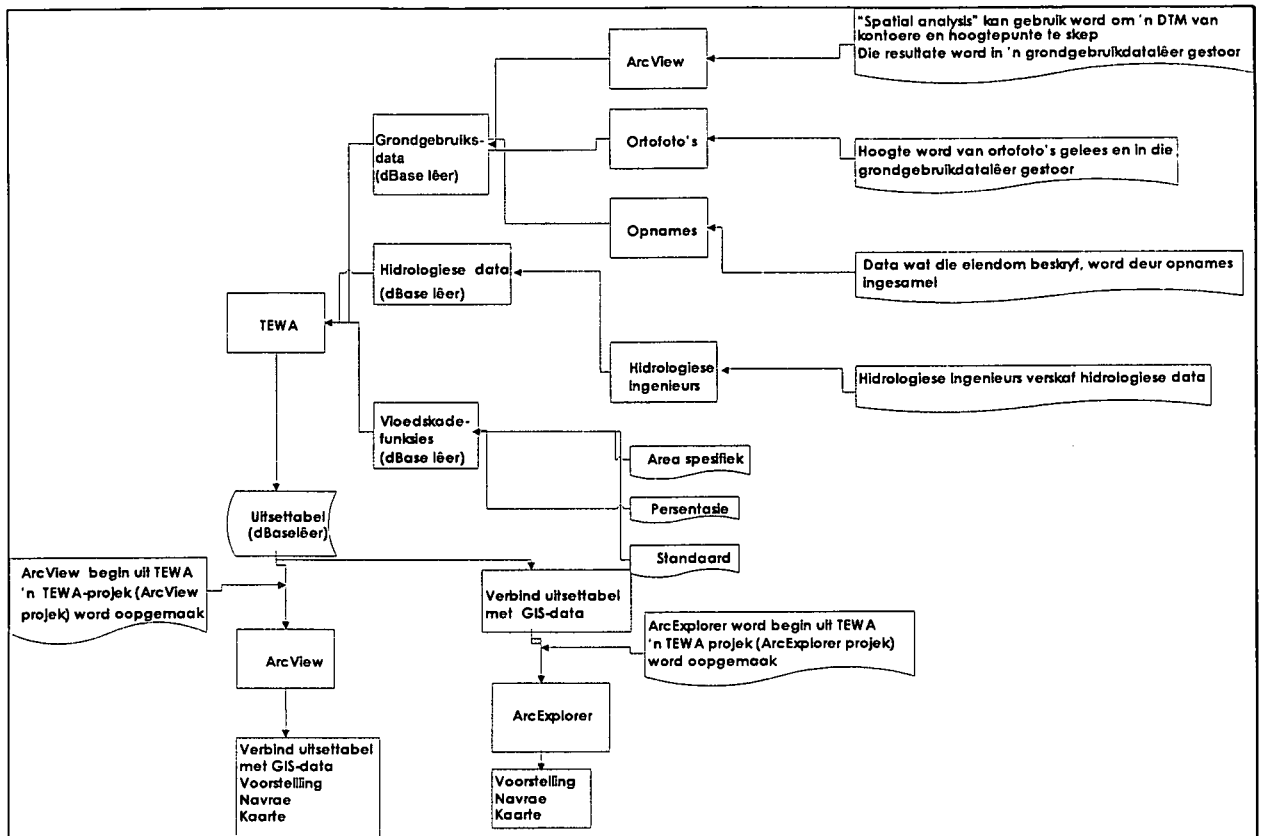
Volgens verskeie bronne (Aronoff, 1989; Dangermond, 1989; Atenucci *et al.* 1995; Chrisman, 1997 en Jones, 1997) bestaan geografiese inligtingstelseldata uit twee dele, naamlik eienskapsdata en ruimtelike of geografiese data. Geografiese data word deur middel van punte, lyne en poligone voorgestel. 'n Belangrike eienskap van hierdie elemente is dat dit ook ligging voorstel wat deur koördinate bewerkstellig word. Punte, lyne en poligone is opsigself onbruikbaar, maar wanneer intelligensie aan die elemente gekoppel word, het dit betekenis. Hierdie intelligensie word verder uitgebrei deur die koppeling van eienskapsdata aan die geografiese data. In die geval van vloede kan eienskappe soos die vloeisnelheid aan 'n lyn wat 'n rivier voorstel, gekoppel word. Die geografiese data word hoofsaaklik gebruik vir die posisiebepaling van strukture in die vloedvlakte en om verskillende data met mekaar te kombineer. Kadastrale data kan byvoorbeeld met topografiese data verbind word om sodoende die grondhoogte of die afstand van riviere te bepaal.

Topografiese data sluit kontoere en riviere terwyl kadastrale data uit byvoorbeeld provinsiale, plaas- en erfgrense bestaan.

#### 4.4.4 PROSEDURE VIR DIE BEREKENING VAN VLOEDSKADE

Die volgende afdeling handel oor die gebruik van ArcView om insette vir TEWA te genereer en om uitsette van TEWA voor te stel.





Figuur 4. 8 Die berekening van vloedskade deur TEWA

ArcView word eerstens gebruik om perseeldata wat as inset vir TEWA dien, te genereer. Vir die uitvoering van hierdie prosedure kan twee metodes gebruik word. Die eerste is om die ekstensie *Spatial Analysis* van ArcView te gebruik, asook 'n digitale terreinmodel (DTM) wat gebruik word om hoogte-inligting te voorsien. Tweedens kan 'n ruimtelike verbinding tussen hoogtepunte of kontoerdata met die ligging van eiendomme gedoen word om hoogte te koppel aan eiendomme. Indien data nie vir ArcView beskikbaar is nie, kan hoogtes vanaf ortofoto's verkry word. Hidrologiese data en vloedskadefunksies word gekoppel aan die hoogte-inligting en vloedskade word vir verskillende scenario's bereken.

Die uitsette van TEWA kan deur middel van twee metodes visueel voorgestel word. Eerstens kan ArcView of tweedens 'n GIS-viewer gebruik word. Indien ArcView gebruik word, kan meer uitsette gegenereer word as in die geval van die GIS-viewer. Die voordele van die GIS-viewer is dat dit gratis van die internet of verskaffers verkry kan word.

Die ontwikkeling van rekenaarmodelle vir die beplanning en bestuur van vloedvlaktes

#### 4.5 SAMEVATTING

Die doel van hierdie hoofstuk was om die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel waarmee die potensiaal vir vloedskade in Suid-Afrika beraam kan word, te bespreek. 'n Verdere aanwending van die model is vir die evaluering van moontlike vloedskade-verminderingmaatreëls vir effektiwiteit en die finansiële haalbaarheid daarvan.

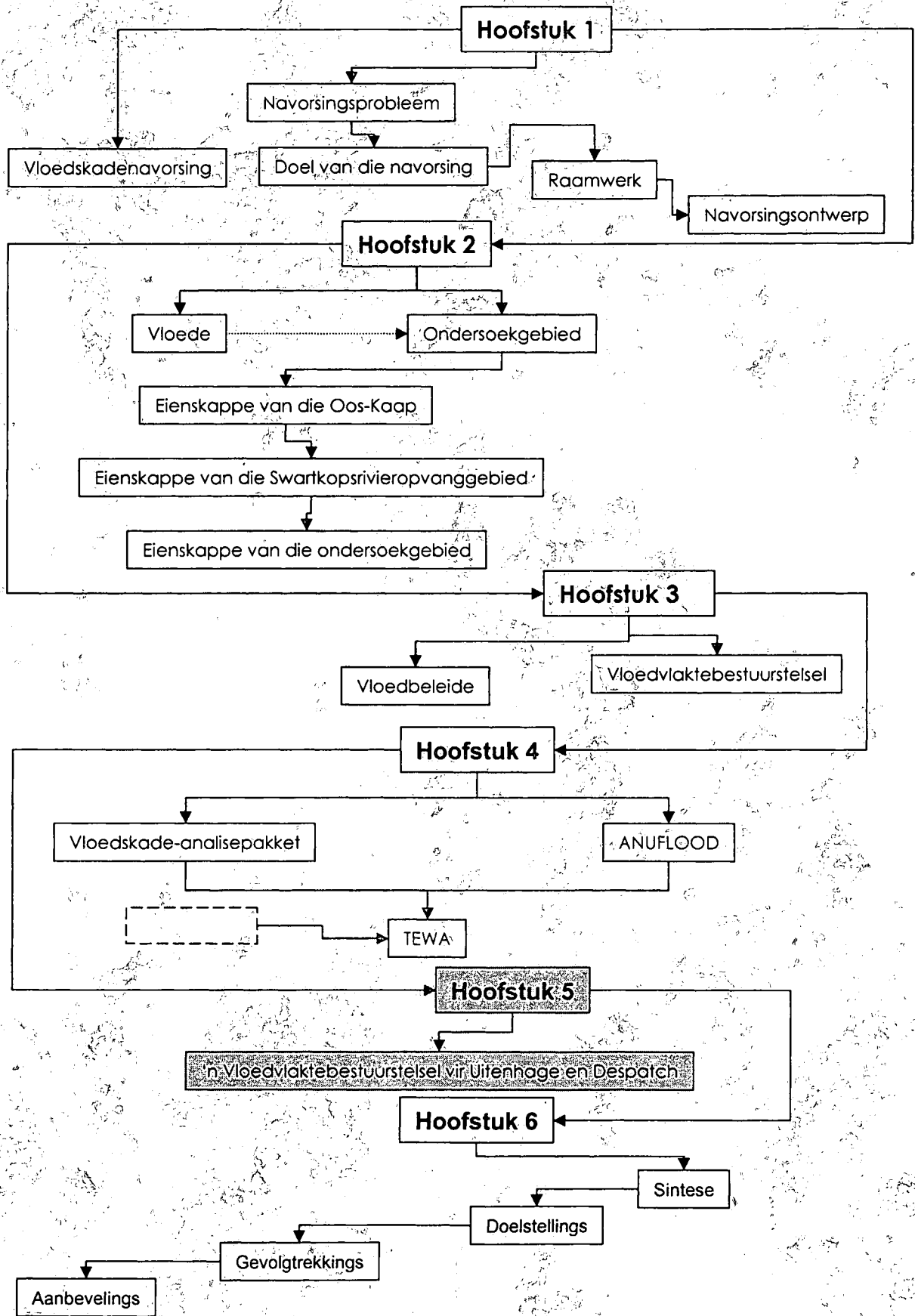
Vir die ontwikkeling van die model was dit nodig om ander rekenaarmodelle wat internasionaal gebruik word, te ondersoek. Die drie modelle van twee instansies wat ondersoek is, is dié, wat deur die *US Army Corps of Engineers* en die Australiese Nasionale Universiteit te Canberra ontwikkel is. Eersgenoemde het die Damcal- en EAD-modelle ontwikkel. DAMCAL (*Damage Reach Stage-Damage Calculations*) word spesifiek gebruik om data en inligting wat in rasterformaat gestoor is, te analiseer. Data wat in rasterformaat is, word deur kolomme en rye verteenwoordig en in die geval van DAMCAL verteenwoordig dit die geografiese data van huidige en toekomstige grondgebruike. EAD is ontwikkel om te help met die ekonomiese evaluering van vloedvakteplanne (*US Army Corps of Engineers, 1989*) deur die voordele van verskillende opsies te bereken.

Die Australiese Nasionale Universiteit het ANUFLOOD ontwikkel. Dit is 'n interaktiewe rekenaarprogram wat gebruik word om direkte vloedskade te bereken en vloedskadeverminderingmaatreëls te evalueer. Smith en Greenaway (1993) noem dat ANUFLOOD op die vloedskadefunksiekonsep wat deur White in 1945 beskryf word, gebaseer is.

Met die kennis van die werking van bogenoemde modelle as agtergrond en na gesprekke met kundiges en ondervinding van modellering, is die grondbeginsels vir TEWA ontwikkel. Die grondbeginsels is vervat in die programmering van die modules van TEWA.

Die insette van TEWA kan saamgevat word as vloedskadefunksies, perseeldata, hidrologiese data, en geografiese data. Die ontwikkeling van vloedskadefunksies is kortliks in die hoofstuk bespreek. Dit geskied volgens grondgebruike in die vloedvakte,

waarvan residensiële, kommersiële en industriële gebruike die belangrikste is en vir elkeen is 'n metode vir die ontwikkeling van vloedskadefunksies beskryf. Die hoofstuk word afgesluit deur prosedures te bespreek wat TEWA deel maak van 'n GIS wat gebruik word om insette te genereer en uitsette grafies voor te stel.



## HOOFSTUK 5

### TOEPASSING VAN DIE VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSEL

#### 5.1 INLEIDING

Hoofstuk 4 het gehandel oor die ontwikkeling van 'n stelsel waarvolgens vloedvlaktes in Suid-Afrika bestuur kan word. Die groot rede vir die ontwikkeling daarvan was omdat daar nie so 'n stelsel in Suid-Afrika bestaan nie. Hoewel maatreëls vir die vermindering in vloedskade bestaan en geïmplementeer word, bestaan daar nie 'n geïntegreerde holistiese benadering tot vloedvlaktebestuur nie. Dit beteken dat daar geen stappe bestaan waarvolgens aktiwiteite kan plaasvind om vloedskade effektief te verminder nie. 'n Verdere rede is die uitvaardiging van twee wetgewings wat op vloede van toepassing is, naamlik die Waterwet van 1998 en die Witskrif op Rampbestuur van 1999, wat voorskryf dat pro-aktief opgetree moet word. Om pro-aktief op te tree, moet 'n metode of stelsel bestaan waarvolgens dit uitgevoer kan word. So 'n stelsel is in die vorige hoofstuk ontwikkel, maar dit is nodig dat die stelsel getoets word. Die doel van hierdie hoofstuk is om die stelsel in Uitenhage, Despatch en Soweto-on-Sea te toets. Rolspelers is in die gebied besoek en een van die onderwerpe wat bespreek is, is moontlike maatreëls wat ingestel kan word om vloedskade in die gebied te verminder. Hierdie maatreëls is in 'n hipotetiese geval saamgevat om die toepassing van die stelsel en modelle te toets.

#### 5.2 'N VLOEDVLAKTEBESTUURSTELSEL VIR DESPATCH EN UITENHAGE

##### 5.2.1 VLOEDVLAKTEKOMITEE

Vir die toepassing van die vloedvlaktebestuurstelsel word Uitenhage en Despatch saamgevoeg om deur een vloedvlaktekomitee verteenwoordig te word. 'n Plan wat deur so 'n vloedvlaktekomitee voorgestel word kan eerstens ten doel hê om lewensverlies tydens 'n vloed te voorkom en tweedens skade tot die minimum te beperk. Kritiek teen so 'n plan kan wees dat enige maatreël ingestel kan word - selfs 'n 10 m hoë noodwal - en dit is nie ekonomies haalbaar nie. 'n Voorstel kan wees

dat die laaste doelwit verander moes word na: "die effektiewe bestuur van die gebiede se vloedvlaktes". Hierdie doelwit beteken dat die maatreëls wat ingestel word, ekonomies haalbaar en tot voordeel van die hele samelewing moet wees, maar ook in gedagte moet hou wat die effek van die maatreëls is. Die invloed op die natuurlewe en die feit dat die maatreëls ontwikkeling kan aanmoedig deurdat 'n skyngemoel van veiligheid bestaan wat 'n impak op die potensiaal van skade kan hê, moet in aanmerking geneem word.

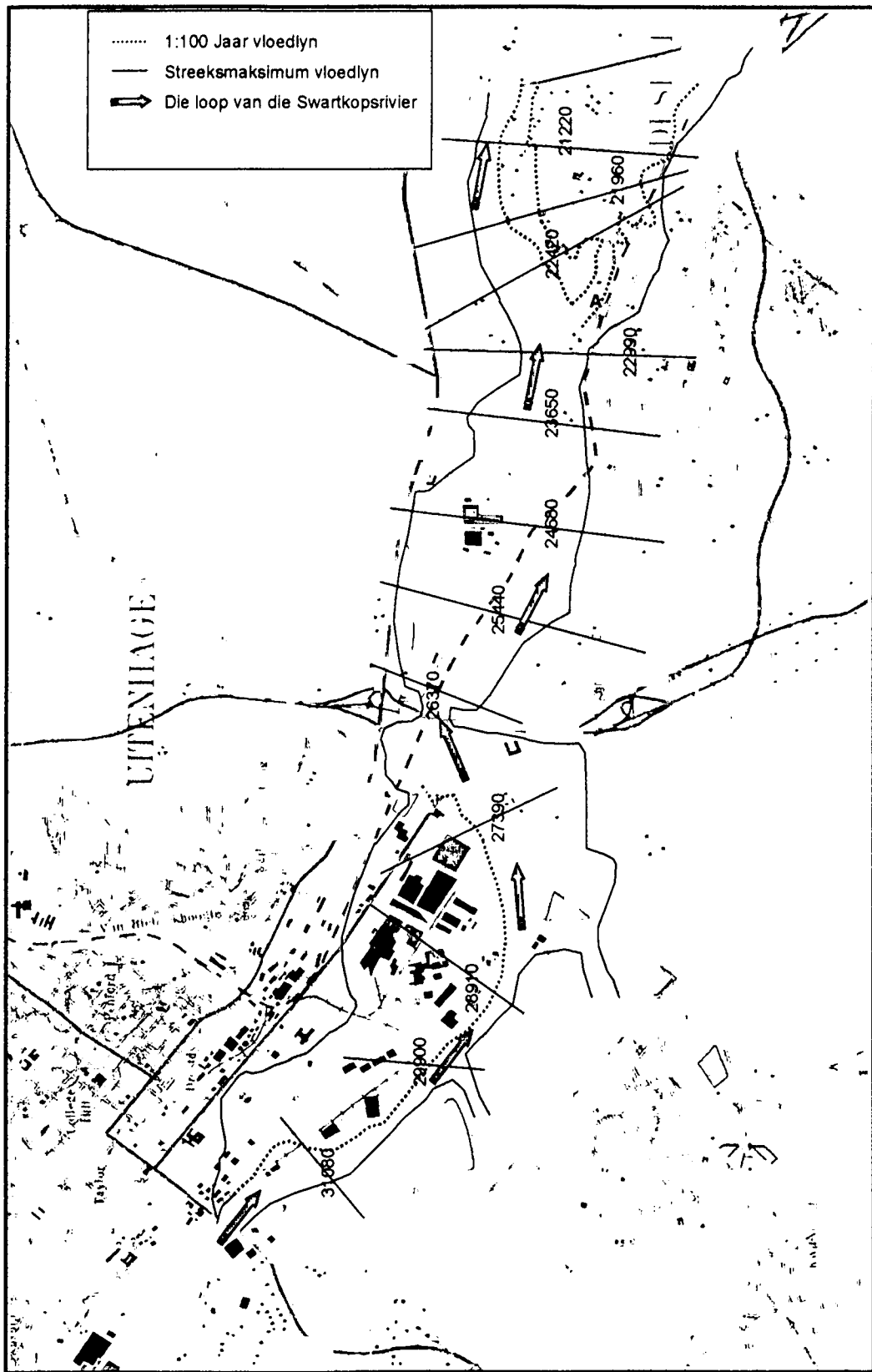
## **5.2.2 VLOEDSTUDIES**

Die eerste aksie in die uitvoering van vloedstudies is die ontwikkeling van vloedlyne vir die ondersoekgebied.

### **5.2.2.1 Vloedlyne**

#### **□ Despatch en Uitenhage**

Figuur 5.1 toon die Uitenhage- en Despatchgebiede (een van die ondersoekgebiede) wat langs die Swartkopsrivier in die Oos-Kaap geleë is. Hierdie figuur toon die dwarsnitte waaraan hidrologiese data gekoppel is en wat in die navorsing gebruik is. Vloedlyne (die 1:100 Jaar en Streeksmaksimum) word deur middel van lyne aangetoon. In die geval van Uitenhage word die 1:100 jaar vloedlyn net in die geval waar dit ontwikkeling sal beïnvloed, aangetoon.



Figuur 5.1 Die ondersoekgebied met dwarsnigte in die Swartkopsrivier

Bron: Suid-Afrika 1:50 000 vel 3325CD & 3425AB Uitenhage.  
Fitzpatrick & Braune (1996)

Hidrologiese data vir die navorsing is deur die konsultante Steffen, Robertson en Kirsten (SRK) verskaf, wat ook topokadastrale inligting by verskillende instansies vir die gebruik in die studie ingesamel het.

Omdat die opvanggebied so groot is (die totale oppervlakte van die opvanggebied beslaan 1 120 km<sup>2</sup>), is die HDYP01- en Kovacsmodelle gebruik om die vloedspitse in Tabel 5.1 te ontwikkel en is dit vergelyk met dié wat deur die Wetenskaplike Nywerheidsnavorsingsraad (WNNR) gesimuleer is.

**TABEL 5.1 VLOEDWAARSKYNNLIKHEID TEENoor VLOEI IN KUBIEKE METER PER SEKONDE VIR DIE DESPATCH- EN UITENHAGEGEBIED VOLGENS VERSKILLENDE MODELLE**

Modelle	Voorkomsintervalle (jare)/Vloei (m <sup>3</sup> /s)					
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	SMV (0.001)*
HDYP01	857	979	1345	1615	1868	8116
Konsentriese diagram van HRU 1/72	360	570	810	1350	1600	
Kovacsmodel				2361	2937	5220
WNNR					1854	
Aangepas	400	600	800	1600	1850	5500

\*Streeksmaksimumvloed

Bron: Fitzpatrick en Braune (1996).

Die gemiddelde jaarlikse neerslag (GJN) in die area wissel tussen 250 mm en 830 mm. Vir berekening van GJN vir die hele gebied is inligting oor die ruimtelike verspreiding van reënval vir die gebied nodig, daarom is 'n isohietkaart gebruik. Waar 'n area deur isohietlyne verbind is, word aangeneem dat die reënval deur dié lyne verteenwoordig word. Vir areas tussen twee lyne word die gemiddelde van die twee lyne as reënval geneem. Deur dié metode te gebruik, is 551 mm as GJN bereken.

Tabel 5.2 toon van die dwarsnitte met vlakke vir verskeie voorkomste van vloede wat in die navorsing gebruik is.



**TABEL 5.2 HIDROLOGIESE INLIGTING VIR DIE ONDERSOEKGEBIED (UITENHAGE EN DESPATCH): VLOEDVLAKKE TEENOR VLOEDVOORKOMSTE (FIGUUR 5.1)**

Afstand vanaf die Swarkopsriviermond (m)	Ligging van dwarsnitte	Vloedelevasie (m) vir verskele vloedwaarskynlikhede					
		0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	SMV (0,001)
21220		14,2	14,7	15,3	16,7	16,6	20,2
21960		16,5	16,8	17,1	18,1	18,3	20,6
22402		17,4	17,8	18,1	18,6	18,8	20,7
22990		18,7	19,7	20,0	20,5	20,7	21,5
23650		20,2	20,9	21,2	22,7	22,9	24,7
24350	Treinbrug	21,8	22,2	22,6	24,1	24,3	27,9
24680		22,2	22,6	23,0	24,4	24,6	28,0
25440		22,2	22,6	23,0	24,4	24,6	28,0
26370		25,2	25,4	25,7	26,4	26,6	28,4
26500	Brug by R75	26,0	26,3	26,6	27,7	28,0	29,7
27110	Frans Claasen-brug	30,2	30,4	30,5	31,0	31,1	32,3
27390		31,1	31,1	31,5	31,9	32,0	34,4
28890	Brug	31,1	31,4	31,7	32,6	32,9	37,1
28910		31,1	31,4	31,7	32,6	32,9	37,1
29900		32,8	33,2	33,6	34,7	35,0	37,7
31080		36,1	36,3	36,6	37,6	37,8	40,2
31830	Nivensbrug	37,8	38,1	38,3	39,5	39,8	42,3
31870		37,8	38,1	38,4	39,5	39,8	42,4
32710		41,0	41,3	41,6	42,1	42,2	44,6

In Tabel 5.2 word byvoorbeeld getoon dat by die Nivensbrug (dwarsnit 31830) 'n vloedgebeurtenis met 'n waarskynlikheid van 0,2 se watervlak 37,8 m bo seespieël

kan wees terwyl 'n vloed met 'n waarskynlikheid van 0,01 se watervlakhoogte 39,8 m is. Daar is dus 'n verskil van 2 m tussen die 1:5 jaar-vloed en 1:100 jaar-vloed.

#### □ Soweto-on-Sea

Die basiese opvanggebiedeienskappe by die R75 en die Swartkops- en Redhousepad word in Tabel 5.3 wat deur Van Bladeren (1997) opgestel is, aangegee. Verder het hy die HEC-RAS pakket gebruik om die vloedyne vir die gebied te bepaal.

**TABEL 5.3 EIENSKAPPE VAN DIE CHATTYRIVIEROPVANGEBIED**

Parameter	R75	Redhouse/Swartkopspad
Opvanggebied (km <sup>2</sup> )	106	126
Helling (%)	2,8	2,8
Stedelik: Huidig (%)	16	29
Toekomstig (%)	65	71
Stroomlengte (km)	19	27

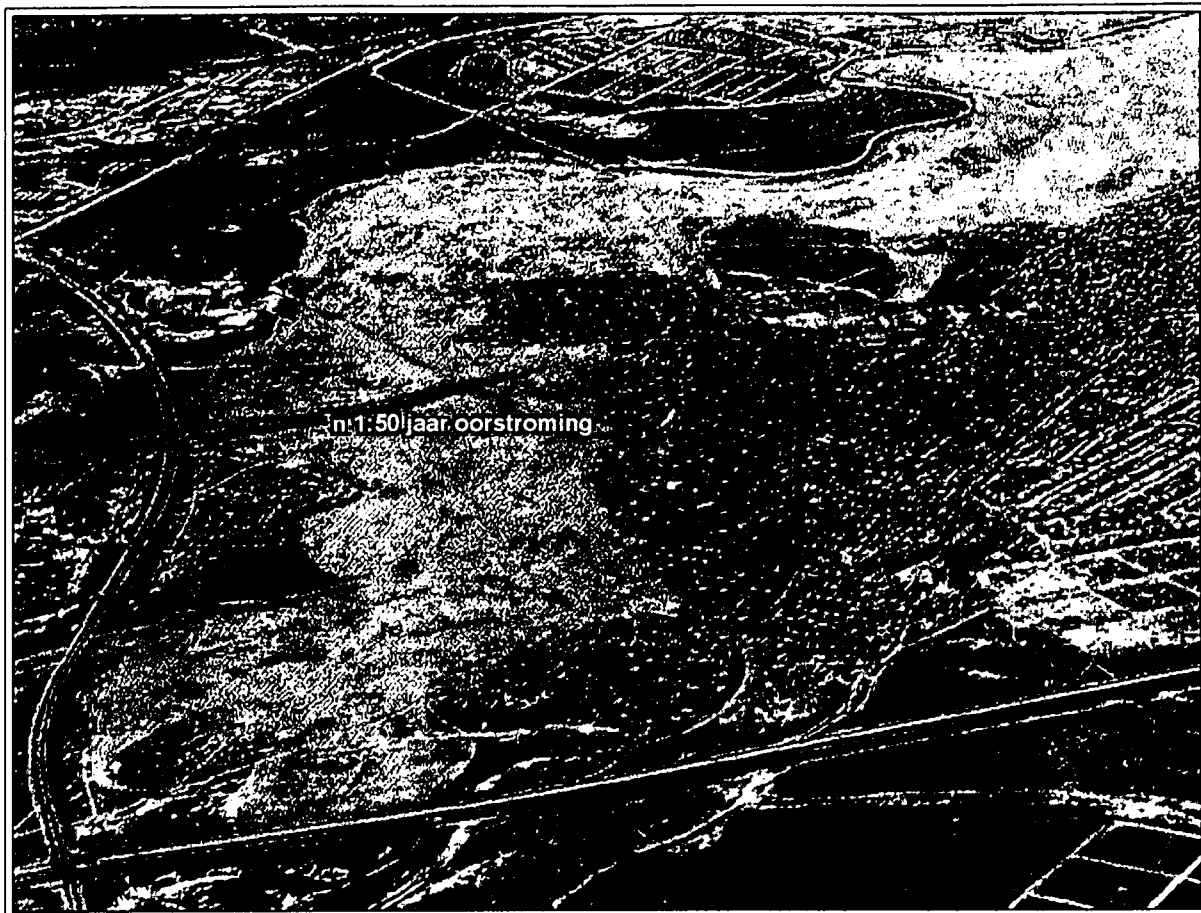
Bron: Van Bladeren (1997)



**Figuur 5.2** Skuinsfoto van Soweto-on-Sea met verskele dwarsnitte aangedul

*Bron: Die figuur is deel van 'n visuele voorlegging van Heather Mackay en Ennio Macagnano, vir die Msingizi Ontwikkelingstrust, Port Elizabeth (1994). Die dwarsnitte is bereken deur Van Bladeren (1997).*

Figuur 5.2 is 'n skuinslugfoto van Soweto-on-Sea wat die ligging van die informele nedersetting langs die Chattyrivier deur middel van die groen gedeelte aandui. Indien hierdie foto met Figuur 5.3 vergelyk word, kan die gebiede wat met 'n vloed met 'n waarskynlikheid van 0,02 oorstroom kan word, duidelik gesien word. Die potensiaal vir lewensverlies en finansiële skade is dus groot.



**Figuur 5.3** Skuinslugfoto van Soweto-on-Sea met 'n voorstelling van die 1:50 jaar-vloedlyn

*Bron: Die figuur is deel van 'n visuele voorlegging van Heather Mackay en Ennio Macagnano vir die Msingizi Ontwikkelingstrust, Port Elizabeth (1994).*

Tabel 5.4 toon die elevasie van vloede, met verskillende waarskynlikhede vir die Chattyrivier aan.

**TABEL 5.4 BERAAMDE ELEVASIE (METER BO SEESPIEËL) VIR VERSKILLENDE WAARSKYMLIKHEDE VAN VLOEDE VIR DIE CHATTYRIVIER**

Dwarssnit	Beraamde elevasie (meter bo seespieël) vir verskillende voorkomste van vloede							
	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	SMV (0.001)
590	9.6	10.1	10.5	10.8	11.2	11.5	11.7	12.1
790	9.3	9.5	9.6	9.7	9.8	10.0	10.1	10.5
970	8.9	9.1	9.2	9.2	9.2	9.4	9.5	10.4
1565	6.8	7.4	7.7	8.0	8.4	8.8	9.1	10.1
4900	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.3	5.5

**Bron: Van Bladeren (1997).**

Dit is duidelik dat die hoogte tussen vloede met 0,5 waarskynlikheid en die streekmaksimum baie kan verskil. By dwarsnit 790 is die verskil 1,2 m, maar by dwarsnit 1565 is dit 3,3 m.

#### **5.2.2.2 Berekening van diepte van oorstroming**

'n Probleem wat geïdentifiseer is, is dat laerliggende gebiede in die vloedvlakte komme vorm. By Despatch byvoorbeeld, is daar 'n gebied in die middel van die gebied wat beïnvloed word wat laer as die omringende gebiede is en dit impliseer dat die gebiede oorstrom kan word. Hoërliggende areas voorkom egter dat die gebiede gedurende sekere voorkomste van vloede oorstrom. Die GIS-sagteware wat vir die berekeninge gebruik word, kan nie hierdie probleem oplos nie en 'n besluit is geneem om die volgende metode te volg:

## □ Despatch

### ◦ 1:5- tot 1:20 jaar-vloede

Na die bestudering van Van Bladeren se verslag is dit duidelik dat 'n gedeelte in die middel van die dorp sal oorstrom indien 'n vloed van groter as die 1:5 jaar-vloed sal voorkom, maar in die praktyk is dit onwaarskynlik omdat hoërliggende areas hierdie spesifieke gebied omring en die vloedprofiel (Fitzpatrick & Braune 1996) toon dat geen water in dié gebied sal vloei nie. Die aanname word gemaak dat geen water in die gebied sal vloei nie en die grondhoogtes word sodanig in die model se databasis aangepas. Vir die 1:10 en 1:20 jaar-vloede geld dieselfde omstandighede as vir die 1:5 jaar-vloed.

### ◦ 1:50 en 1:100 jaar-vloede

Die 1:50 jaar-vloed is 'n interessante geval. Dwarsnit 22420 (Figuur 5.1) toon dat die water deur punt A vloei (Fitzpatrick & Braune 1996), wat veroorsaak dat die areas agter die hoër gebied wel sal oorstrom. Omdat die gebied oorstrom (nie soos in die geval van die 1:5- tot 1:20-vloede nie) is dit nie nodig om aanpassings aan die grondhoogtes te maak nie. Dieselfde geld vir die 1:100 jaar-vloed.

### ◦ Streeksmaksimumvloed (SMV)

Die omvang van die SMV is van so 'n aard dat die hele gebied wat binne die vloedlyn geleë is, sal oorstrom. Geen aanpassing word gemaak nie.

## □ Uitenhage

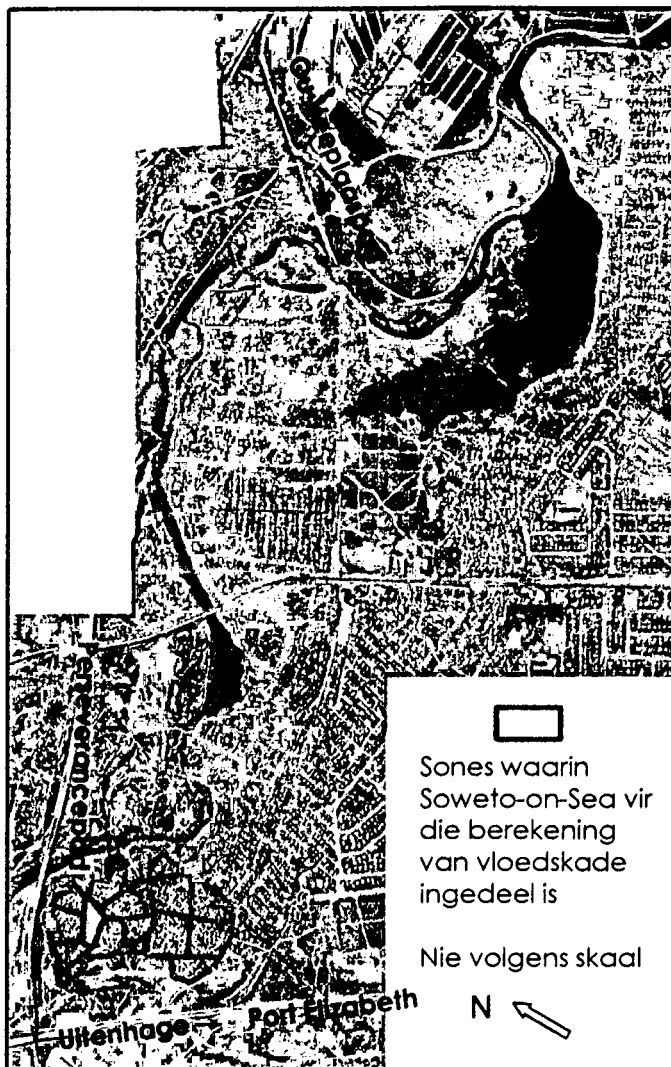
Slegs die 1:100 en SMV van die bekende vloede (1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 en SMV) sal skade aan die gebied veroorsaak. Geen aanpassings word aan die grondhoogtes gemaak nie.

### □ Soweto-on-Sea

Twee metodes is gebruik om eerstens diepte van oorstroming en later skade te bereken. Eerstens is huise in die vloedvlakte individueel hanteer en tweedens is die vloedvlaktes in 94 sones ingedeel. Vir elke sone is die diepte van oorstroming bereken.

Vir die berekening van die diepte van oorstroming is die ligging van die huise bepaal, wat die dwarsnit en sodoende ook die hidrologiese data wat in die berekening gebruik gaan word, bepaal. Vir die eerste metode is die area in 23 gebiede ingedeel en vir elke gebied is een dwarsnit toegeken. Die ligging van elke huis is vasgestel deur middel van kaarte (soos dit in 1994 gegeld het) wat deur private konsultante verskaf is.

Vir metode 2 is, soos reeds genoem, die gebied in 94 kleiner gebiede ingedeel (Figuur 5.4). Vir elke sone is 'n dwarsnit gebruik om die diepte van oorstroming te bereken.



**Figuur 5.4** Soweto-on-Sea langs die Chattyrivier opgedeel in sones vir die berekening van vloedskaad

Die foto (Figuur 5.4) word gebruik om die getal huise in elke sone te tel, waarna die diepte van oorstroming bereken word deur die aanname te maak dat al die huise in die sone met dieselfde diepte sal oorstroom. Die diepte van oorstroming word op dieselfde wyse bereken soos in Figuur 4.4 getoon. Eerstens word bepaal watter dwarsnit gebruik moet word, waarna grondhoogtes afgetrek word van die dwarsnit se vloedhoogte om die diepte van oorstroming vir die spesifieke sone te bereken. Geen aanpassing word aan grondhoogtes aangebring nie.



### 5.2.3 VLOEDVLAKTE-INVENTARIS

Omdat TEWA 'n GIS-gebaseerde toepassing is, bestaan die data vir 'n vloedvlakte-inventaris uit twee datastelle, naamlik ruimtelike of geografiese data en nie-ruimtelike of eienskapsdata.

Die geografiese data is deur middel van vier metodes saamgestel. Eerstens is kaarte in digitale formaat van die Oorgangsraad van Uitenhage verkry. Hierdie kaarte was in DXF-formaat en is in ArcView 'shapefile' formate omgeskakel. Die tweede benadering het behels dat kaarte van Despatch met 1:5 000 skaal gedigiteer is. In die geval van Soweto-on-Sea is lugfoto's wat van die Port Elizabeth Munisipaliteit verkry is, geskandeer en versyfer. Kadastrale data is ook van die Landmeter Generaal verkry waarmee van die kaarte en inligting gegenereer is. Op al die kaarte is erfnummers as identifiseerders gebruik om ruimtelike data met eienskapsdata te verbind.

#### 5.2.3.1 Eienskapsdata vir die studie

Verskeie datastelle waaruit 'n vloedvlakte-inventaris moet bestaan, is nodig vir effektiewe vloedvlaktebestuur. Eerstens is die verskillende grondgebruike wat in die vloedvlakte voorkom, nodig. Data soos grondhoogte en elewasie bo grondvlak, die kategorie huis, boumateriaal en adres moet aan eiendomme gekoppel word. Hierdie data word in 'n aparte lêer gestoor wat verbind word aan die ruimtelike data. Verskillende metodes, wat wissel in omvang, bestaan om die betrokke inligting in te samel.

Die keuse van metode hang af van beskikbare tyd en hulpbronne, die doel van die ondersoek, en die motivering van die besluitnemers. Indien 'n omvattende ondersoek vereis word, word van die sogenaamde transitometode gebruik gemaak waartydens fisies deur die gebied gery en eienskappe van elke eiendom opgeteken en in die rekenaardatabasis ingelees word.

Die grondgebruike wat ondersoek is, was hoofsaaklik residensiële, kommersiële en industrieel van aard. Hierdie verskillende grondgebruike is verder in subkategorieë gedeel, met die residensiële eiendomme in drie en die kommersiële eiendomme in

nege kategorieë ingedeel. Soos in Bylae 1 genoem, word die industriële eiendomme nie in kategorieë ingedeel nie.

Die tweede metode wat minder omvattend is, maak gebruik van lugfoto's om eiendomme in die vloedvlakte te identifiseer. 'n Besoek aan die ondersoekgebied is wel nodig om 'n algemene oorsig van die klassifikasie van die eiendom te verkry, om die klassifikasie deur middel van 'n lugfoto te vergemaklik. Figuur 5.5 toon die klassifikasie van Despatch residensiële gebied wat ooreenstem met die klassifikasies van vloedskadefunksies soos in Bylae 1 (Tabel 10, bladsy XX) bespreek word: Kategorie 1 (Klein - middel ekonomiese tipe woonhuis), Kategorie 2 (Medium - middel ekonomiese tipe woonhuis) en Kategorie 3 (Groot - middel ekonomiese tipe - woonhuis). Dieselfde klassifikasie geld vir die Uitenhage residensiële gebied en word in Figuur 5.6 aangetoon. In Figuur 5.7 word die ligging van nywerhede in die Uitenhagevloedvlakte aangetoon.



## LEGENDE

- Nie-standhoudende riviere
- Standhoudende riviere
- Hoof Paale
- Klassifikasie
  - 1
  - 2
  - 3

Figuur 5.5 Despatch residensiële klassifikasie vir die beraming van vloedskaie

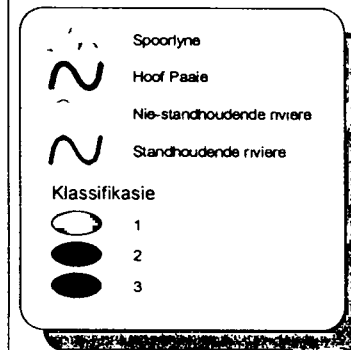
Projeksie: Transverse Mercator.  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos



0.5 0 0.5 1 Kilometers



### LEGENDE



Figuur 5.6 Uitenhage klassifikasie vir die beraming van vloedskaad

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Merdiaan: 25 Grade Oos



0.4      0      0.4      0.8      1.2 Kilometers





## LEGENDE

-  Nywerhede
-  Hoof Paaië
-  Nie-standhoudende Riviere
-  Standhoudende Riviere

Figuur 5.7 Die ligging van nywerhede in die Uitenhagevloedvlakte

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos



1 0 1 2 Kilometers

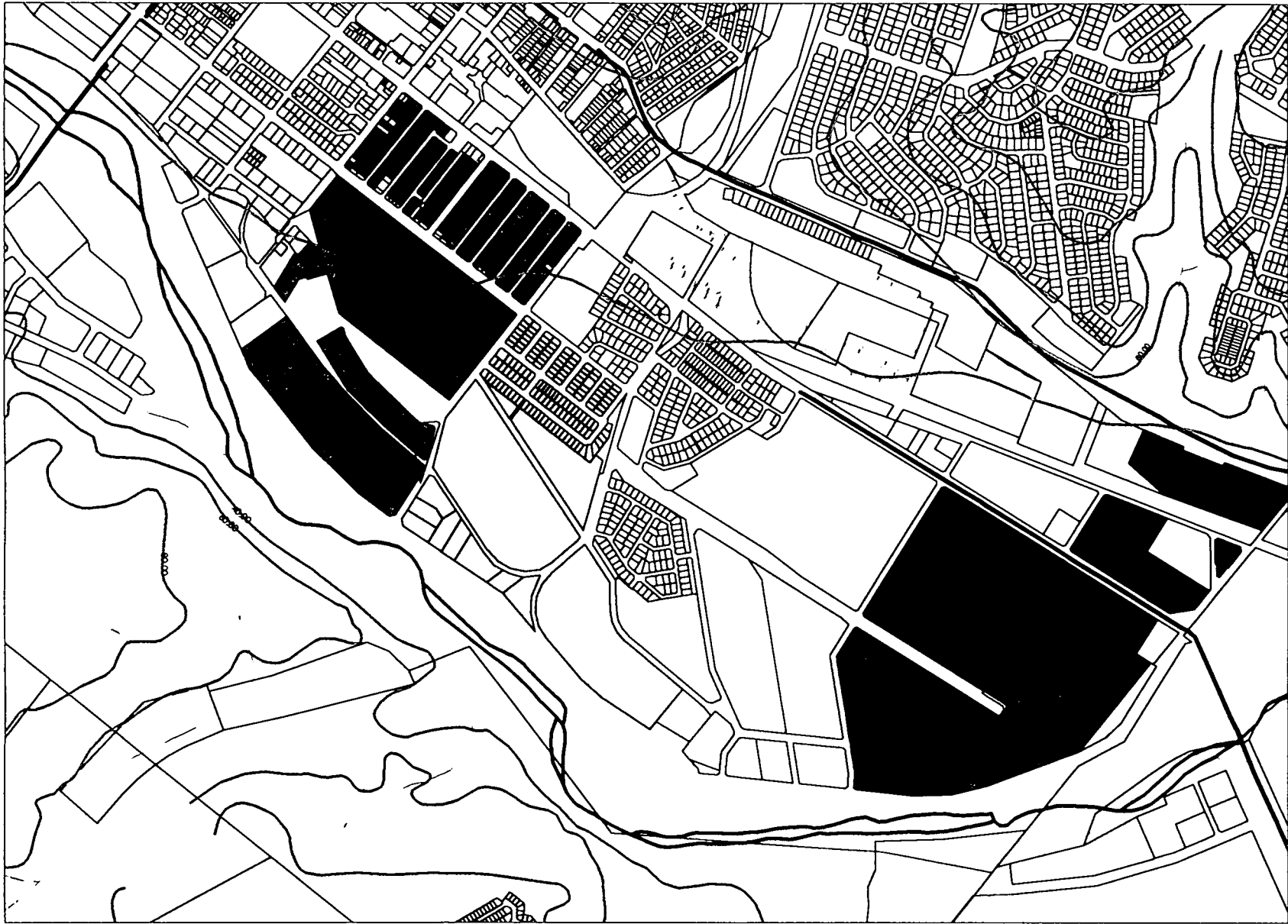
### 5.2.3.2 Inligting ingesamel

In die geval van Uitenhage is twee benaderings gevolg. Met die eerste benadering is residensiële wooneenhede geklassifiseer deur lugfoto's en ortofoto's te gebruik. Nadat die wooneenhede op die foto's met mekaar vergelyk is, is hulle in drie kategorieë ingedeel: klein, medium en groot. In die tweede benadering is die grondgebruike geklassifiseer deur in die gebied te ry en die verskille te noteer. Gedurende hierdie opname is inligting in verband met ander eienskappe van die eiendom ook ingesamel, wat algemene ligging, straatname en -nommers, hoogte bo grondvlak, hoeveelheid verdiepings, boumateriaal en sosio-ekonomiese klassifikasies insluit. Ander inligting, soos hoogte bo seespieël, is van kaarte en ortofoto's verkry. Dieselfde tipe data wat vir residensiële eiendom bekom is, naamlik algemene ligging, straatname en -nommers, hoogte bo grondvlak, boumateriaal en kandel klassifikasie is vir kommersiële grondgebruike ingesamel.










Vir die insameling van inligting vir Despatch is slegs die tweede metode soos hierbo beskryf, gebruik. Al hierdie data is in dBase-datalêers ingelees en gekombineer met die geografiese databasis.

### 5.2.4 VLOEDVLAKTESONERING

Hidrologiese eienskappe is gebruik om Despatch, Uitenhage en Soweto-on-Sea in sones in te deel. In die geval van Uitenhage is die gebied in vyf sone opgedeel en Despatch in vier. Die indeling van Soweto-on-Sea is vroeër in die hoofstuk bespreek. Omdat die hidrologiese data langs die rivier verskil, word skade per sone bereken en gesommeer om die totale vloedskade te bereken. Figuur 5.8 toon die sones vir Uitenhage, terwyl Figuur 5.9 die sones vir Despatch aantoon.



### LEGENDE

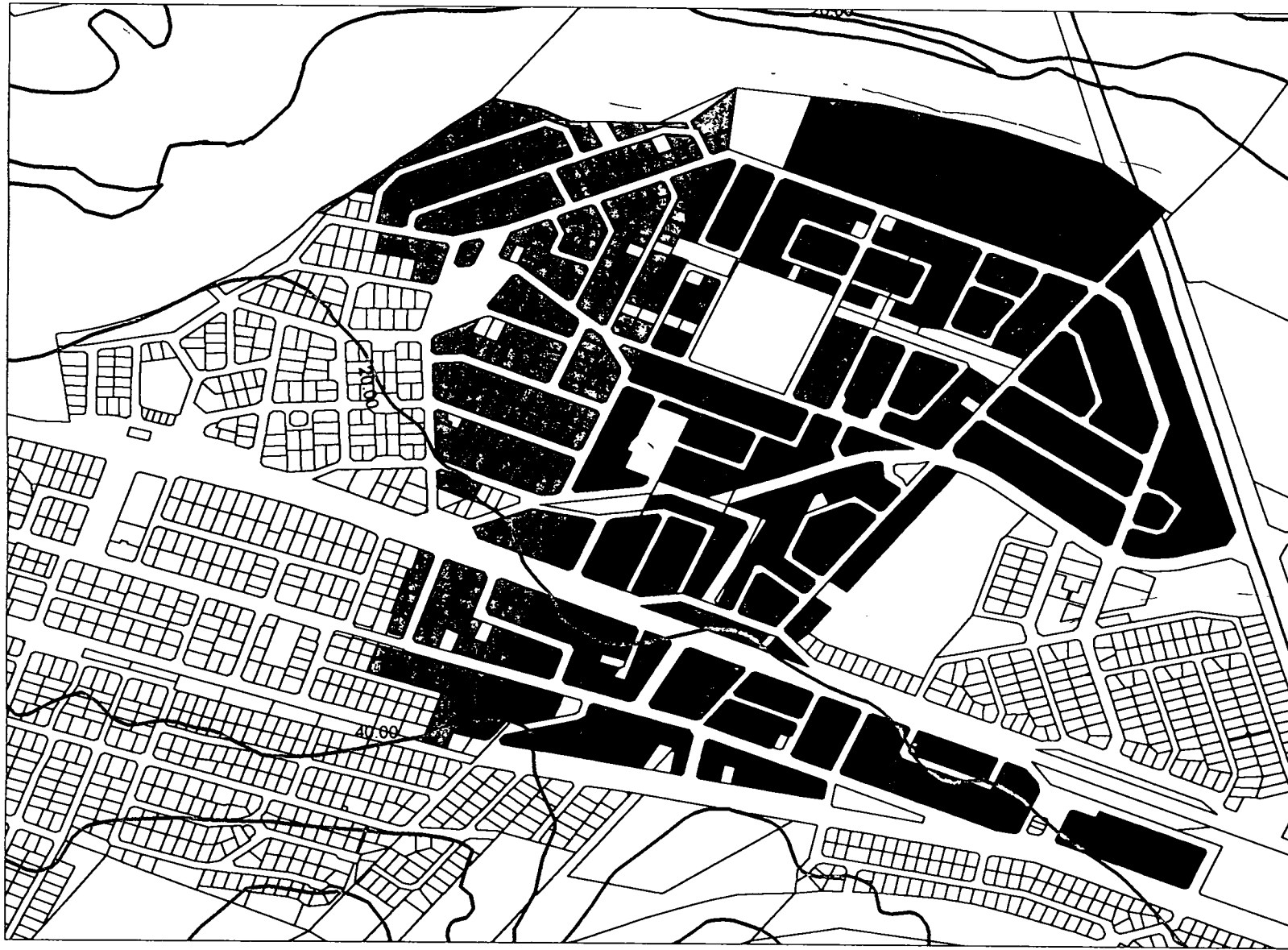
-  Hoof Paaië
-  Spoorlyne
-  Nie-standhoudende riviere
-  Standhoudende riviere
- Sones
-  1
-  2
-  3
-  4
-  5

Figuur 5.8 Voorstelling van die sones wat vir die berekening van vloedskaie in Uitenhage gebruik is

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos

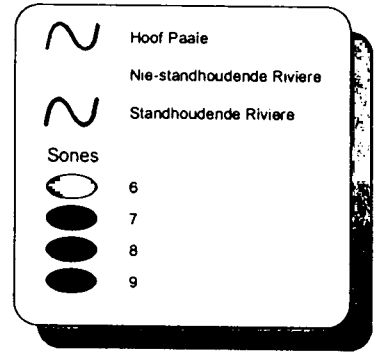


0.8                      0                      0.8                      1.6 Kilometers



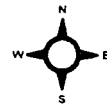
0.7                      0                      0.7                      1.4 Kilometers

## LEGENDE



Figuur 5.9 Voorstelling van die sones wat vir die berekening van vloedskade in Despatch gebruik is

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos





Die afbakening van Soweto-on-Sea vir berekening van vloedskade is alreeds aan die hand van Figuur 5.4 bespreek.

## **5.2.5 BERAMING VAN VLOEDSKADE**

Vir die beraming van vloedskade vir die gebied word skade per sektor bereken. Eerstens word die residensiële sektor hanteer, gevolg deur die kommersiële en laastens die industriële sektor.

### **5.2.5.1 Residensiële sektor**

Die Uitenhage residensiële sektor word eerstens ondersoek en skade word bereken, waarna Despatch en Soweto-on-Sea se potensiele vloedskade vasgestel word.

#### **□ Uitenhage**

Vanuit Tabel 5.5 is dit duidelik dat slegs die streeksmaksimumvloed skade aan residensiële wooneenhede sal veroorsaak. Die skadewaarde van metode 2 (wat as meer akkuraat beskou word) is laer as die waardes van metode 1.

**TABEL 5.5 POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE<sup>1</sup> IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR UITENHAGE RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999**

Sone (Figuur 5.8)	Vloedfrequentie						
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV Metode 1	SMV Metode 2
Sone 1	0	0	0	0	0	0	0
Sone 2	0	0	0	0	0	8,00	7,38
Sone 3	0	0	0	0	0	5,42	4,48
Sone 4	0	0	0	0	0	3,55	2,57
Sone 5	0	0	0	0	0	1,29	0,75
<b>TOTAAL</b>	0	0	0	0	0	20,08	15,18

**□ Despatch**

In Despatch (Tabel 5.6) begin skade alreeds voorkom met 'n klein vloed (1:5 jaar-vloed). Die potensiaal vir skade is groot wanneer die SMV voorkom en 'n waarde van R68 miljoen word beraam.

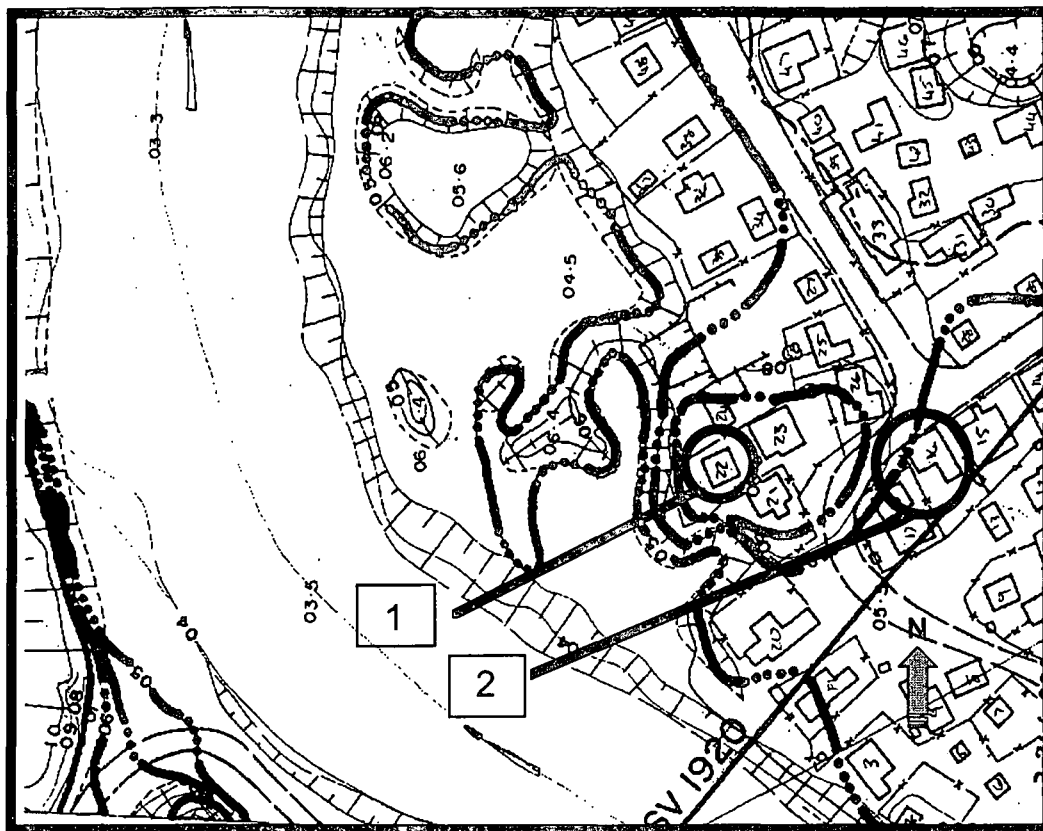
**TABEL 5.6 POTENSIËLE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR DIE DESPATCH RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999**

Sone (Figuur 5.9)	Vloedfrequentie						
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV	
Sone 6	0	0	0,02	4,38	4,68	13,20	
Sone 7	0,93	1,34	1,72	10,85	11,39	18,10	
Sone 8	0	0	0,08	14,90	14,54	27,99	
Sone 9	0	0	0	0,37	0,50	8,73	
<b>TOTAAL</b>	0,93	1,34	1,82	30,50	31,11	68,02	

<sup>1</sup> Indien na totale skade verwys word, sluit dit skade aan inhoud, struktuur en indien van toepassing indirekte skade in.

## □ Soweto-on-Sea

Die data-insette wat nodig is vir die berekening is dieselfde as dié wat vir formele nedersettings gebruik is. In Bylae 1 word twee vloedskadefunksies vir informele behuising ontwikkel: een vir 'n eenvertrekhuis en 'n tweede vir 'n huis met meer as een vertrek. Twee metodes is gebruik vir die berekening van vloedskade. Eerstens is die ligging van die huis vasgestel, wat die dwarsnit bepaal en sodoende die hidrologiese data aan die spesifieke huis verbind. Die streek is in 23 areas ingedeel en elke area word deur een dwarsnit verteenwoordig. Die ligging van elke huis is van kaarte wat deur privaat konsultante voorsien is, verkry. Alhoewel die kaarte relatief oud is (1994), is tog besluit om die data te gebruik omdat die hoofdoel van die navorsing is om modelle en metodes te ontwikkel waarmee vloedvlaktes bestuur kan word en die data kan daarvoor gebruik word. Elke huis in die vloedvlakte is gemerk en vanaf die kaarte is bepaal of die huis een of meer vertreke het. Omdat net van kaarte af gewerk is, bestaan die moontlikheid dat foute gemaak kon word met die aantal vertreke, maar die aanname is gemaak dat die foute sal uitkanselleer. In een geval sal 'n huis met een vertrek as 'n meervtrekhuis geklassifiseer word, maar die teenoorgestelde kan ook waar wees. Figuur 5.10 is 'n voorbeeld van hoe die huise gemerk is en is geskep deur 'n kaart van die gebied te skandeer omdat digitale kaarte van die gebied nie beskikbaar was nie. Alhoewel die Noordpyl aangedui word, is die figuur nie volgens skaal.



**Figuur 5.10** Deel van Soweto-on-Sea langs die Chattyrivier met twee klassifikasies van huise

Nommer 1 op Figuur 5.10 is 'n voorbeeld van 'n huis wat as 'n eenvertrekhuise en nommer 2 as 'n huis met meer as een vertrek geklassifiseer is. Beide huise word aan dwarsnit 1920 toegedeel.

In die tweede metode is die vorige twee vloedskadefunksies tot een gereduseer. Die rede hiervoor is omdat identifikasie en klassifikasie van lugfoto's af gedoen is. Al was die koëffisiënt van determinansie van die gepaste regressievergelyking laag, is dit wel gebruik om die potensiaal vir skade te bereken. Lugfoto's is ingeskandeer en die gebied is in sones ingedeel.

Die getal huise in die verskillende sones is van die foto's af getel (Figuur 5.4). Die diepte van oorstroming is op dieselfde manier as in Figuur 4.2 bereken. Eerstens is bepaal aan watter dwarsnit die sone gekoppel word. Grondhoogte is vervolgens van die dwarsnit se vloedhoogte afgetrek om die diepte van oorstroming van die sone te kry. Die aanname word gemaak dat al die huise in die sone met dieselfde

diepte as die sone se berekende diepte oorstrom. Skade wat van die vloedskadefunksie verkry word, word vermenigvuldig met die aantal huise in die sone om die totale skade per sone te bereken. Die som van skade per sone word as skadesyfer vir die ondersoekgebied geneem. Tabel 5.7 toon die potensiële skade soos bereken vir Soweto-on-Sea.

**TABEL 5.7 POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR SOWETO-ON-SEA RESIDENSIËLE SEKTOR, 1999**

Vloed-frekwensie	Metode 1	Metode 2	Verskil (Metode 2 - Metode 1)	Persentasie verskil
1:2	3,29	3,20	-0,09	-2,81
1:5	4,37	4,38	0,01	0,23
1:10	4,94	5,18	0,24	4,63
1:20	5,31	5,65	0,34	6,01
1:50	5,98	6,44	0,46	7,14
1:100	6,30	7,05	0,75	10,64
1:200	6,54	7,43	0,89	11,98
SMV	7,32	9,20	1,88	20,43

Die skade vir Soweto-on-Sea wissel van R3,3 miljoen (1:2 jaar-vloed) tot R7,3 miljoen (SMV) volgens Metode 1. Die hoë skadesyfers toon dat, alhoewel Soweto-on-Sea 'n informele nedersetting is, die potensiaal vir skade vir informele nedersettings nie onderskat moet word nie. Resultate van Metode 1 word as meer akkuraat as Metode 2 beskou omdat diepte van oorstroming en vloedskadefunksies individueel aan eiendomme gekoppel word. Uit Tabel 5.7 is dit duidelik dat die skadeverskil tussen die twee metodes vergroot namate die skade vermeerder wat deur die vloede aangerig word. Indien 'n vinnige en koepkoop metode gebruik moet word om vloedskade vir 'n informele nedersetting te bereken kan Metode 2 gebruik word. Soos reeds bespreek bereken Metode 2 skade per sone in 'n gebied en nie per individuele eiendomme nie. Dit vergemaklik die proses wat aanleiding gee tot 'n vinniger en koper opname. Alhoewel die persentasie verskil by die SMV-vloed met

20,43 persent is, kan aanbeveel word dat Metode 2 vir die berekening van skade vir kleiner vloede gebruik word.

### 5.2.5.2 Kommersiële sektor

Potensiële vloedskade aan die kommersiële sektor in die ondersoekgebied word ook per dorp, naamlik Despatch en Uitenhage, bereken. Geen kommersiële aktiwiteite is in Soweto-on-Sea geïdentifiseer nie. Tabel 5.8 toon die potensiële skade soos bereken vir die kommersiële sektor van Despatch.

#### □ Despatch

Totale skade aan die kommersiële sektor sluit direkte sowel as indirekte skade in. Volgens hierdie berekeninge is die potensiaal vir skade in die Despatch kommersiële sektor nie hoog nie, veral is dit met die residensiële sektore vergelyk word.

**TABEL 5.8 POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND BEREKEN VIR DESPATCH KOMMERSIËLE SEKTOR, 1999**

Sone (Figuur 5.9)	Vloedfrekwensie					
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV
Sone 6	0	0	0	0	0	937 620
Sone 7	0	0	0	0	0	390 127
Sone 8	0	0	0	0	0	0
Sone 9	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAAL</b>	0	0	0	0	0	1 327 747

## □ Uitenhage

Tabel 5.9 toon dat eers vanaf die 1:50 jaar-vloed word skade aangerig en is dit net die SMV wat noemenswaardige skade in Uitenhage se kommersiële sektor sal veroorsaak. Tydens 'n 1:50 jaar-vloed kan R34 000 skade verwag word, terwyl die streekmaksimumvloed R3,2 miljoen se skade kan aanrig.

**TABEL 5.9 POTENSIELE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND (MILOEN) BEREKEN VIR UITENHAGE KOMMERSIËLE SEKTOR, 1999**

Sone (Figuur 5.8)	Vloedvoorkoms					
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV
Sone 1	0	0	0	0	0	0
Sone 2	0	0	0	0	0	0
Sone 3	0	0	0	0	0	0,23
Sone 4	0	0	0	0,03	0,13	0,82
Sone 5	0	0	0	0	0	2,16
<b>TOTAAL</b>	0	0	0	0,03	0,13	3,21

### 5.2.5.3 Industriële gebied

Slegs in Uitenhage is industriële grondgebruike geïdentifiseer en aanlegte besoek om sodoende vloedskade te bereken.

In Bylae 1 is die ontwikkeling van industriële vloedskadefunksies bespreek. Uit hierdie bespreking is dit duidelik dat 'n standaardvloedskadefunksie nie vir industrieë opgestel kan word nie. Die beste alternatief is om by elke nywerheid in die vloedvlakte 'n vraelys in te vul, maar in Uitenhage se geval was dit nie moontlik nie omdat probleme ondervind is om al die nywerars se samewerking te kry.

Omdat die doel van hierdie navorsing is om 'n rekenaarmodel te ontwikkel waarmee skade bereken en verminderingsopsies getoets kan word, is besluit om wel potensiële industriële skade vir die gebiede te beraam. Potensiële skade is vir die vyf nywerhede waarvoor vloedskadefunksies wel bestaan, bereken. Die potensiële vloedskade van vyf van die nagenoeg 18 nywerhede in die Uitenhagevloedvlakte word in Tabel 5.10 getoon.

**TABEL 5.10 POTENSIËLE TOTALE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) BEREKEN VIR UITENHAGE INDUSTRIËLE SEKTOR (1999)**

Sone (Figuur 5.8)	Vloedfrekwensie					
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV
Sone 1	0	0	0	4,45	8,56	8,56
Sone 2	0	0	0	0	0	0
Sone 3	0	0	0	0	0	0
Sone 4	0	0	0	0	0	0
Sone 5	0	0	0	0	0	0
Sone 6	0	0	0	0	0	23,35
<b>TOTAAL</b>	0	0	0	4,45	8,56	31,90

Totale vloedskade sluit direkte sowel as indirekte vloedskade in. Skade aan die vyf nywerhede wissel van R4,45 miljoen vir 'n 1:50 jaar-vloed tot R31,90 miljoen vir streekmaksimumvloed. Indien in ag geneem word dat dit slegs 28 persent van die nywerhede uitmaak, kan aangeneem word dat die potensiaal vir skade vir alle nywerhede in Uitenhage baie groot sal wees.



### 5.2.5.4 Totale skade vir die hele ondersoekgebied

In Tabel 5.11 word Despatch en Uitenhage se verskillende skadekomponente saamgevoeg om 'n totale skadesyfer vir dié dorpe te kry.

**TABEL 5.11 POTENSIËLE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) VIR DESPATCH, 1999**

	Vloedfrekwensie					
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV
Residensieel	0.94	1.34	1.82	30.51	31.11	68.01
Kommersieel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11
Industrieel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAAL</b>	0.94	1.34	1.82	30.51	31.11	69.12

Die grootste skadekomponent in Despatch is die residensieële sektor. Die kommersieële sektor maak slegs 2,9 persent van die totale potensiële skade uit.

**TABEL 5.12 POTENSIËLE VLOEDSKADE IN RAND (MILJOEN) VIR UITENHAGE, 1999**

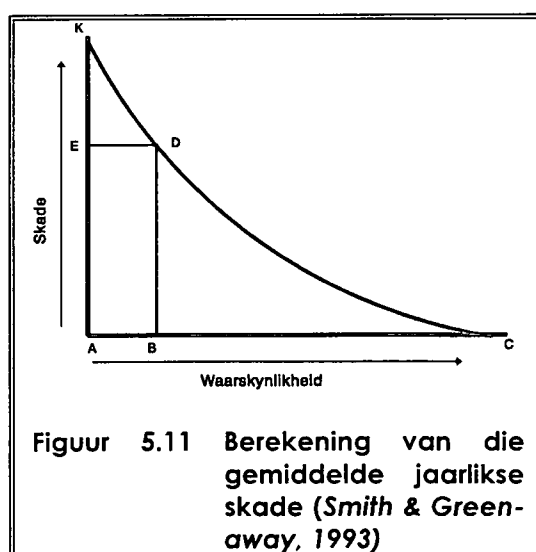
	Vloedfrekwensie					
	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	SMV
Residensieel	0	0	0	0	0	15.18
Kommersieel	0	0	0	0.02	0.12	3.21
Industrieel	0	0	0	4.45	8.56	32.19
<b>TOTAAL</b>	0	0	0	4.47	8.68	57.39

Ten spyte daarvan dat net vyf van die nagenoeg 18 nywerhede in Uitenhage ondersoek is, is die industriële skade nog steeds die grootste komponent van totale skade.

### 5.2.5.4.1 Die berekening van gemiddelde jaarlikse skade

Om verskillende vloedskadeverminderingsmaatreëls met mekaar te vergelyk (koste teenoor voordele) is dit nodig om gemiddelde jaarlikse skade te bereken. Vermindering in skade word gebruik as voordeel wat deur die instelling van 'n maatreël veroorsaak word. Handmer en Smith (1995) noem dat 'n ekonomiese evaluering noodsaak dat skade vir alle vloede beraam moet word, wat vermenigvuldig word met die waarskynlikheid van voorkoms. Hierdie waardes word gesommeer om die verwagte skade wat per jaar kan voorkom, te bereken. Byvoorbeeld 'n vloed wat elke twee jaar voorkom het 'n waarskynlikheid van 0,5 met ander woorde helfte van die skade sal getel word. Du Plessis (1995) noem egter dat gemiddelde jaarlikse skade nie bereken kan word, deur bloot skade van vloede met verskillende voorkoms met die waarskynlikheid van vloedvoorkoms te vermenigvuldig nie, omdat die waarskynlikhede nie na een op tel nie. 'n Alternatiewe metode is om die integraal onder die kurwe (byvoorbeeld Figuur 5.11), met die asse van vloedwaarskynlikhede en skade, te bereken. Du Plessis haal Van Zyl en Groenewald (1984) en Ramirez en Adamowicz (1988) aan wat gemiddelde jaarlikse skade op dieselfde wyse bereken. Handmer en Smith (1995) noem ook dat die proses vergemaklik kan word deur die integraal van die area onder die vloedskade waarskynlikheidskurwe te bereken.

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 5.11) 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.



Uit Tabel 5.13 is dit duidelik dat die informele nedersetting by Soweto-on-Sea 'n hoër voorkoms van gemiddelde jaarlikse skade toon. Dit is selfs hoër as die van die industriële sektor by Uitenhage. Die rede hiervoor is dat vloedskade reeds tydens

vloede met hoë frekwensies soos die 1:2 jaar vloede voorkom. Vloedskade kom dus meer gereeld voor, wat 'n hoë bydrae lewer tot die gemiddelde jaarlikse skade. Dit is egter belangrik om daarop te let dat die industriële skade by Uitenhage nie as volledig aanvaar word nie en die potensiaal vir skade kan baie hoër kan wees.

**TABEL 5. 13 GEMIDDELDE JAARLIKSE POTENSIELE VLOEDSKADE VIR DIE ONDERSOEKGEBIED**

	Gemiddelde jaarlikse skade in miljoen rand (1999)		
	Uitenhage	Despatch	Soweto-on-Sea (Metode 1)
<b>Residensiële sektor</b>	0.08	1.52	2.44
<b>Kommersiële sektor</b>	0,02	0,006	0
<b>Industriële sektor</b>	0,35	0	0
<b>TOTAAL</b>	0,45	1,58	2,44

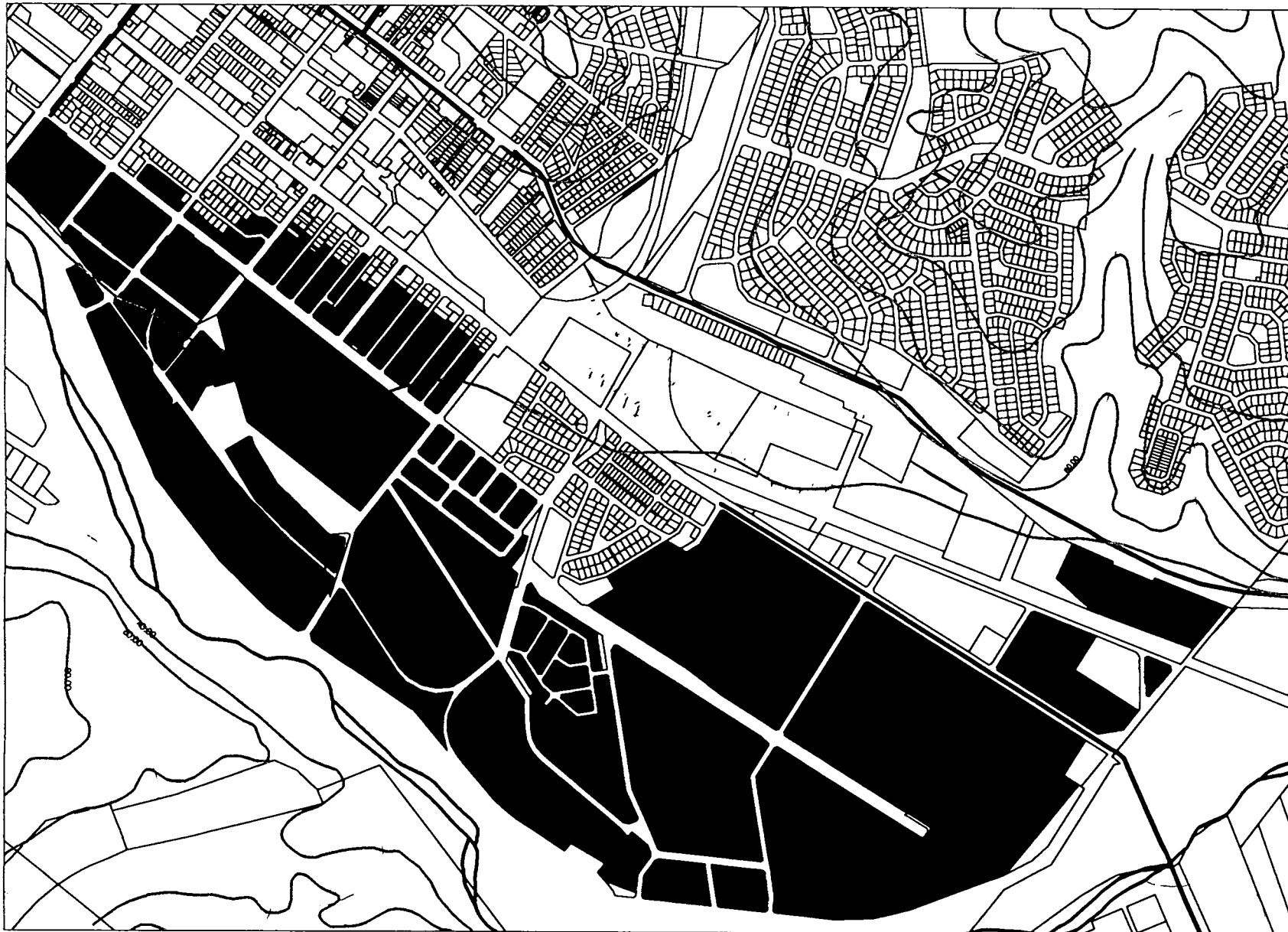
Vir die berekening van vloedskade (soos hier bo bespreek) en in Hoofstuk 4 Afdeling 4.4.4 genoem, kan 'n GIS gebruik word om inligting aan TEWA te voorsien. Nadat voldoende inligting bestaan, kan die volgende toepassings van 'n GIS in die bestuur en beplanning van 'n vloedvlakte uitgevoer word:

- Die bepaling en voorstelling van die ruimtelike verspreiding van diepte van oorstroming per vloedgebeurtenis;
- Die bepaling en voorstelling van die ruimtelike verspreiding van vloedskade per vloedgebeurtenis;
- Die voorstelling van ruimtelike verspreiding van verskillende kategorieë (vloedskadefunksies);
- Die visuele voorstelling van die impakte van maatreëls om vloedskade te verminder;
- Die voorsiening van inligting soos toegangsroetes aan nooddienste;
- Indien moontlik 'n lys van adresse en telefoonnommers van mense wat deur 'n vloed geraak kan word verskaf;
- Die stoor van inligting, soos die ligging van vloedwater, oor 'n vloedgebeurtenis en






- Inventaris byhou van vloedvlakke, soos byvoorbeeld watter besighede is in die vloedvlakke.

Al die bogenoemde inligting wat deur 'n GIS verskaf kan word, is noodsaaklik vir die bestuur van 'n vloedvlakke. Inligting soos toegangsroetes kan gebruik word om mense lewens te red terwyl die visuele voorstelling van die impakte van maatreëls gebruik word vir die vermindering in vloedskade. Vervolgens word voorbeelde gewys van inligting wat deur 'n GIS gelewer kan word.

Inligting soos op Figuur 5.12 uitgebeeld kan deur die noodrampbestuurders gebruik word om die geaffekteerde mense te ontruim indien 'n waarskuwing van 'n streeksmaksimumvloed uitgereik word. Figuur 5.13 toon die nywerhede wat sal oorstrom indien 'n 1:100 jaarvloed voorkom. Areas wat sal oorstrom (blou gedeeltes) is eerstens geïdentifiseer waarna dit met die ligging van nywerhede vergelyk word. Die ooreenstemmende gebiede word getoon (pers gedeeltes) en kan in ontruimingsplanne gebruik word.

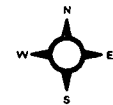


### LEGENDE

- Vloed**
-  Areas oorstrom
  -  Hoof Paaie
  -  Spoorlyne
  -  Nie-standhoudende riviere
  -  Standhoudende riviere

Figuur 5.12 Erwe wat oorstrom indien 'n streeksmaksimumvloed voorkom

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos











0.6                      0                      0.6                      1.2                      1.8 Kilometers





### LEGENDE

-  Vloedwal
-  Hoof Paasie
-  Spoorlyne
-  Nie-standhoudende riviere
-  Standhoudende riviere
-  Vloed
-  Areas oorstrom
-  Nywerhede

Figuur 5.13 Die identifisering van nywerhede wat sal oorstrom indien 'n 1:100 jaarvloed voorkom

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos



1 0 1 2 Kilometers

## 5.2.6 DIE UITVOERING VAN 'N VLOEDVLAKTEBESTUURSTUDIE

Die vloedvlaktebestuurskomitee van 'n opvanggebied of 'n vloedvlakte wat kan bestaan uit die stadsingenieur, stads- en streeksbeplanner, nood- en rampbestuurder en kundiges van die privaat sektor, stel 'n lys van moontlike vloedverlies-verminderingsmaatreëls<sup>2</sup> op. Uit hierdie lys word toepaslike maatreëls vir die ondersoekgebied vir evaluering uitgesonder.

### 5.2.6.1 Identifisering van moontlike scenario's vir die vermindering van vloedskade

In die volgende afdelings word met 'n **hipotetiese** voorbeeld getoon hoe 'n vloedvlaktebestuursplan opgestel kan word en met behulp van TEWA die optimale pakket van maatreëls verkry kan word (Booyesen *et al*, 1999).

Nadat die vloedvlaktekomitee Tabel 4.10 bestudeer het, is besluit dat die nywerheidsgebied in die Uitenhagevloedvlakte die grootste probleem ten opsigte van vloedskade is. Indien die hidrologie van die gebied nagegaan word, is dit net nywerhede wat deur die 1:100 jaar-vloed bedreig word.

Met die opgestelde doelwitte in gedagte en die vloedvlaktesonering wat in paragraaf 5.2.4 bespreek is, stel die vloedvlaktekomitee 'n lys van moontlike maatreëls op wat die twee gebiede kan beskerm.

#### □ 'n Dam stroomop

Die bou van 'n dam stroomop is die eerste opsie wat oorweeg word. Kritiek van die stadsingenieur teen hierdie idee is dat dit te duur is en dat daar reeds 'n dam in die rivier is. Na verdere bespreking word 'n punt van 2 uit 10 vir hierdie opsie gegee. Die komitee stel voor dat die Groendaldam beter bestuur word.

#### □ Die bou van noodwalle

'n Nadeel van 'n noodwal is dat die dorp estetiese waarde verloor, wat 'n invloed op toerisme sal hê. Die komitee dink tog dat die oprigting van 'n wal om

---

<sup>2</sup> Vloedverliese sluit menslike sowel as finansiële verliese in.

die twee gebiede te beskerm, ondersoek moet word. Na bespreking kry die tweede opsie 'n punt van 6 uit 10.

□ **Om die vlak van strukture te verhoog**

As gevolg van die boumateriaal wat in die gebied gebruik is, word besluit dat hierdie opsie nie uitvoerbaar is nie en dit kry dus 0 uit 10.

□ **Verandering van rivierkanaal**

Die stads- en streeksbeplanner dui aan dat die stadsraad reeds besig is om die bloekombome wat stroomop in die rivier voorkom, te verwyder. Die ontbossing hou ekologiese sowel as vloedskadeverminderingsvoordele in. Die probleem is egter 'n gebrek aan fondse. Na verdere bespreking besluit die komitee om hierdie opsie 'n 7 uit 10 te gee en 'n poging sal aangewend word om geld vir die uithaal van uitheemse bosse in die Swartskopsrivier in te samel.

□ **Vloedverskansing**

Die stadsingenieur noem dat dit 'n baie goeie voorstel is, maar dat die stadsraad nie kan sorg dat elke nywerheid en elke huishouding vloedverskansing kry nie. Hy stel voor dat die nodige inligting oor die voordele van vloedverskansing en moontlike metodes van verskansing aan inwoners verskaf word. Dit berus egter by die inwoners self om hierdie maatreëls toe te pas. 'n Punt van 8 uit 10 word aan hierdie opsie toegeken.

□ **Vloedversekering**

'n Mening word gegee dat versekering aan 'n ander maatreël gekoppel kan word. Inwoners wat in die vloedvlakte wil ontwikkel, kan byvoorbeeld verplig word om versekering uit te neem. Versekering word egter as 'n moeilik toepasbare opsie bestempel. Hoeveel die premie gaan wees en wie dit gaan hanteer, is net 'n paar van die probleme wat geopper is. 'n Punt van 4 uit 10 word toegeken.



□ **Sonering**

Volgens die stads- en streeksbeplanner sal sonering 'n lang tyd neem om resultate te lewer. Dit is egter 'n goeie opsie wat koste-effektief toegepas kan word (7 uit 10).

□ **Verwydering van eiendom**

In die huidige politieke omstandighede word hierdie opsie nie as uitvoerbaar beskou nie en 'n punt van 0 uit 10 word aan hierdie maatreël toegeken.

□ **Opvoeding**

Die komitee stem saam dat hierdie 'n baie noodsaaklike maatreël kan wees (10/10).

Bogenoemde opsies en hul relatiewe gewigte word in Tabel 5.14 saamgevat.

**TABEL 5.14 UITEENSETTING VAN MOONTLIKE VLOEDSKADEVERMINDERINGSMAATREËLS VIR UITENHAGE EN DESPATCH**

Maatreël	Punt	Aanvaar
Dam	2/10	
Noodwal	6/10	√
Vlak van strukture te verhoog	0/10	
Kanaalveranderings	7/10	√
Vloedverskansing	8/10	√
Vloedversekering	4/10	
Sonering	7/10	√
Verwydering van huise	0/10	
Opvoeding	10/10	√

### 5.2.6.2 Die evaluering van verskillende scenario's

In die volgende afdeling word die maatreëls wat bespreek is, saamgevoeg om 'n pakket van maatreëls te vorm. Die pakket bestaan uit strukturele en nie-strukturele maatreëls. Al word twee metodes in hierdie afdeling gekombineer om 'n optimale pakket voor te stel, kan ander metodes ook gebruik word. Soos in Hoofstuk 3 genoem word, bestaan verskeie ekonomiese wyses om so 'n pakket saam te stel. Een is 'n omvattende voordeel-koste analise om alternatiewe pakkette van maatreëls teen mekaar op te weeg. 'n Ander metode is die MKB-Analise waar verskillende kriteria gebruik word om pakkette te evalueer en die pakket wat die beste voldoen aan voorafopgestelde kriteria, te kies.

Die komitee besluit om die bou van 'n noodwal en vloedverskansing as opsies vir die twee gebiede te toets. Die metode wat gebruik gaan word, is die vertakings-en-grensllyn-metode wat in Afdeling 3.3.4.4 bespreek is.

Gebied 1 wat die nywerheidsgebied insluit word eerste ondersoek. Vir die ondersoek is die voordele vir die twee opsies beraam.

#### □ Noodwal vir gebied 1 (Uitenhage)

Om die voordeel wat 'n noodwal tot gevolg sal hê, te bepaal, is dieselfde benadering wat deur Smith (1993) gebruik word, gevolg. Met hierdie benadering word die skadepkurve van die gebied gebruik om die beraming te doen. Met die noodwal word 'n poging aangewend om die gebied teen 'n 1:100 jaar-vloed te beskerm. Figuur 5.13 toon die gebiede wat beskerm kan word deur so 'n wal op te rig. Om die voordeel te bepaal wat so 'n stap teweeg sal bring, word die kurwe by die 1:100 jaar-vloed "afgekap" en die jaarlikse gemiddelde skade bereken.

Met die bou van die vloedwal verminder die gemiddelde jaarlikse skade vir die nywerhede in Gebied 1 met R104 000 van R151 000 tot R47 000. Die oprigting van 'n noodwal om die gebied teen 'n 1:100 jaar-vloed te beskerm, kan dus 'n voordeel van R104 000 per jaar veroorsaak. Hierdie waarde is net vir een nywerheid in Gebied 1. Omdat daar vier nywerhede in hierdie sone val, word die waarde met vier vermenigvuldig en 'n waarde

van R416 000 word verkry. Hierdie berekening word gedoen om 'n poging aan te wend om wel geldwaarde aan die totale aksie te koppel.

Saam met De Villiers (1998) is bepaal dat 'n 2,14 m hoë wal opgerig moet word om gebied 1 teen 'n 1:100 jaar-vloed te beskerm. Van Bladeren (1998) het vir 'n hipotetiese oefening bepaal dat om die gebied te beskerm, 'n wal van 3 m opgerig moet word. 'n Wal van 1 km in lengte sal ongeveer 8 000 m<sup>3</sup> grond neem om te bou. Teen R48,80 per kubieke meter sal dit R390 400 kos om die wal te bou. Wanneer die wal klaar opgerig is, moet die wal met rhenomatrasse (draadmandjies gevul met klippe) gestabiliseer word. Drieduisend vierkante meter rhenomatrasse is nodig om die wal te pak. Teen R97,60 per vierkante meter is die koste aan die pak, wat klip en arbeid insluit, R292 800. Die noodwal plus die mandjies sal dus R683 200 kos. Hierdie syfer moet met 1,6 vermenigvuldig word om professionele fooie en ander koste in aanmerking te neem. Die finale koste is R1 093 120. Hierdie waarde is egter die totale koste en as dit met die jaarlikse gemiddelde voordeel van so 'n wal vergelyk word, moet die R1 093 120 oor die leeftyd van 'n noodwal versprei word. Na 'n gesprek met Van Bladeren is besluit om 50 jaar as die leeftyd vir die wal te neem met R18 300 per jaar instandhoudingskoste. In jaar 50 word aangeneem dat 'n 1:50 jaar-vloed voorkom en herstelkoste word as 10 persent van oprigtingskoste geneem. Al hierdie koste wat oor die 50 jaar aangegaan word, word na huidige waarde verdiskonteer (met 'n koers van 5 persent) en 'n bedrag van R1 366 000 word as huidige waarde aanvaar. Om die koste te vergelyk met gemiddelde jaarlikse skade wat voorkom sal word, moet die jaarlikse voordeel van R416 000 oor die leeftyd van die noodwal herhaal word. Die huidige waarde word as R7 590 000 beraam. Indien die huidige waarde van die koste van die noodwalopsie (wat R1 365 700 beslaan) afgetrek word van die huidige waarde van die voordeel van die noodwal, word 'n netto huidige waardevoordeel van R6 229 000 gekry. Die voordeel-koste-verhouding vir hierdie scenario is 5,56.

### □ Die oprigting van vloedverskansing

Die volgende opsie wat vir Gebied 1 getoets is, is die oprigting van vloedverskansings. Na 'n paar lopies met TEWA is gevind dat 0,5 m verskansing hoog genoeg is om vloedskade te voorkom. Die voordeel word in Tabel 5.15 geïllustreer.

**TABEL 5.15 RESIDUELE VLOEDSKADE<sup>3</sup> EN VOORDEEL WAT DEUR 0,5 METER VLOEDVERSKANSING VIR GEBIED 1 VERKRY WORD (1999)**

Vloedfrekwensie	Skade in Mijoen Rand	Residuele skade in Miljoen Rand	Voordeel in Miljoen Rand
1:5	0	0	0
1:10	0	0	0
1:20	0	0	0
1:50	4,45	0	4,45
1:100	8,56	0	8,56
SMV	8,56	8,56	0

Die gemiddelde jaarlikse skade vir 'n nywerheid in Gebied 1 sonder vloedverskansing is R151 000 en met die 0,5 m verskansing is dit R47 000, met 'n voordeel van R104 000 per jaar. Om die ander drie nywerhede ook in berekening te bring, word die waarde met vier vermenigvuldig. Die resultaat is R416 000.

Die nywerheid waarvoor hierdie skade beraam is, het alreeds vloedverskansing opgerig. 'n Uitvoerbaarheid- en kostestudie het in 1984 bevind dat die koste verbonde aan die oprigting van verskansingstrukture R16 000 sou beloop. Deur die verbruikersprysindeks (Kwartaalblaai van die Reserwebank) te gebruik, is die kostes na 1999 aangepas. In 1999 sou dit die

nywerheid R85 400 gekos het om dieselfde strukture op te rig. Indien die R85 400 met vier vermenigvuldig word om die ander drie nywerhede ook in ag te neem, asook die instandhoudingskoste oor 50 jaar vir al vier nywerhede en herstelkoste van 10 persent van 'n 1:50 jaar-vloed, is die huidige waarde R740 000. 'n Totale huidige voordeel van R7 558 000 word verkry as die gemiddelde jaarlikse voordeel van R416 000 ook oor die 50 jaar herhaal word. Die netto huidige waardevoordeel van verskansing vir Gebied 1 is dus R6 819 000, met 'n voordeel-koste-verhouding van 10,2.

As eerste stap word aanvaar dat enige opsie vir Gebied 2 (in hierdie geval, Despatch) optimaal is en word die voordeel-koste-verhoudings en netto voordeel van die maatreëls vir Gebied 1 met mekaar vergelyk. Vloedverskansing vir die vier nywerhede word as die voordeligste geïdentifiseer. Soos in die voorbeeld van die vertakking-en-grensmetode wat vroeër bespreek is, word die plan verder verdeel en op 'n noodwal by Gebied 2 besluit.

#### □ **Noodwal vir Gebied 2 (Despatch residensiële gebied)**





Vir die beskerming van Gebied 2 (Despatch) is bereken dat 'n 175 m lange en 4 m hoë wal (Figuur 5.14) die gebied teen 'n 1:100 jaar-vloed sal beskerm. Soos in Afdeling 5.2.2.2 bespreek, is daar dele wat in die middel van die ondersoekgebied sal oorstroom. Die voorgestelde wal sal hierdie gebiede beskerm. Dieselfde berekening as by Uitenhage is gedoen en is gevind dat die wal R268 400 sal kos om op te rig. Vir die beraming van huidige waarde is ook dieselfde benadering as in die geval van Uitenhage gevolg. Jaarlikse instandhoudingskoste vir die wal sal volgens Van Bladeren (1998) is as R4 500 geneem. Vir jaar 50 word 10 persent herstelkoste in aanmerking geneem wanneer aangeneem word dat 'n 1:50 jaar-vloed voorkom. Met hierdie veranderlikes in gedagte is die huidige waarde as R335 000 bereken.

---

<sup>3</sup> Residuele vloedskade is die skade wat voorkom nadat 'n vloedskadevermindering-maatreël ingestel is.



### LEGENDE

	Vloedwal
	Hoof Paale
	Nie-standhoudende riviere
	Standhoudende riviere

Figuur 5.14 Ligging van die vloedwal wat vir Despatch voorgestel word

Projeksie: Transverse Mercator  
 Sferoïde: WGS 84  
 Sentrale Meridiaan: 25 Grade Oos



Die invloed van hierdie wal op jaarlikse gemiddelde skade kan soos volg beskryf word. Voor oprigting van die wal is die gemiddelde jaarlikse skade as R1 064 000 beraam. Na oprigting van die wal is die skade as R645 000 bereken. Die verskil is dus R419 000. Indien hierdie waarde oor die 50 jaar<sup>4</sup> herhaal word, word 'n huidige voordeel van R7 650 000 met 'n netto voordeel van R7 316 000 (voordeel-koste-verhouding 22,8) verkry.

#### □ Die oprigting van vloedverskansing

Die vloedvlaktekomitee het besluit om nie vloedverskansing as 'n opsie te oorweeg nie omdat die inwoners nie bereid sou wees om self vir die oprigting te betaal nie en die stadsraad nie oor die nodige fondse beskik het nie. In dié geval is die noodwal as vloedskadeverminderingsopsie gekies.

### 5.2.7 DIE OPSTEL VAN VLOEDVLAKTEBESTUURSPLANNE

Die opstel van vloedskadeverminderingmaatreeëls vereis ander andere die volgende:

- 'n Omvattende pakket wat maatreeëls voor, tydens en na vloede insluit.
- Dit moet deurlopend toegepas word.
- Dit moet strukturele en nie-strukturele maatreeëls insluit.
- Interaksie tussen maatreeëls moet verreken word.

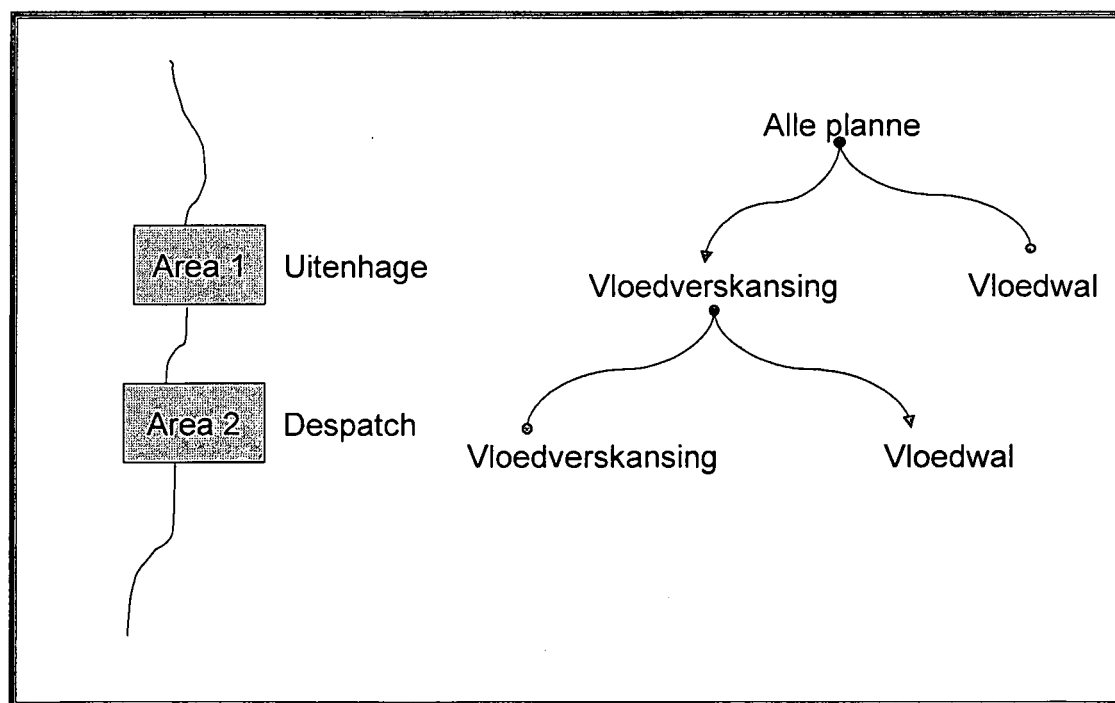
Om by die eerste twee punte aan te sluit, word in die Groenskrif op Rampbestuur wat deur die Minister van Provinsiale Sake en Grondwetlike Ontwikkeling (Republic of South Africa. Ministry for Provincial Affairs and Constitutional Development) (1998) gepromulgeer is, 'n nuwe model vir rampbestuur voorgestel. In die kontinuummodel word rampbestuur as 'n aaneenlopende proses gesien. Die bekamping van rampe, waaronder vloede ressorteer, word as 'n parallelle reeks van aktiwiteite in plaas van 'n opeenvolging van aksies gesien. Dit beteken dat nie eers voorkoming en dan herstel plaasvind nie, maar dat voorkoming saam met herstelaksies uitgevoer word.

---

<sup>4</sup> Dieselfde tydhorison geld vir Despatch as Uitenhage as gevolg van die verwagte leeftyd

Voor 'n ramp word meer voorkoming toegepas, maar na 'n vloed is die herstelaksies meer as voorkoming.

Om die doelstellings wat in die begin deur die vloedvlaktebestuurskomitee bepaal is, te bereik, kan die plan soos in Figuur 5.15 uitgebeeld, geformuleer word. In Figuur 5.15 word die kombinasie van vloedskadeverminderingsmaatreëls wat deur die vertakking-en-grenslinmetode daargestel is, getoon. Die pyle aan die regterkant van die figuur toon watter opsies vir die onderskeie gebiede gekies kan word. Alle planne toon dat alle moontlike planne soos in Tabel 5.14 aangetoon is, ge-evalueer moet word. Vloedverskansing en die bou van 'n vloedwal is geïdentifiseer. Alhoewel dit nie nodig is vir die uitvoering van hierdie metode om die totale netto voordeel van die pakket te bereken nie, word dit tog aangedui. Indien die pakket van vloedverskansing by Uitenhage en 'n vloedwal by Despatch gekies word, is die totale netto voordeel nagenoeg R14 miljoen.



**Figuur 5.15** Moontlike vloedskadeverminderingsplan vir Uitenhage en Despatch

van die vloedwal.

Toepassing van die vloedvlaktebestuurstelsel



Ander opsies wat ook oorweeg word, is die verwydering van bloekombome rivierop van Uitenhage en 'n opvoedkundige program waarmee die gemeenskap ingelig en opgelei word om die risiko van vloede te verminder. Verdere studie is nodig om die koste en voordeel van laasgenoemde maatreëls te bepaal. Dit is egter belangrik dat die eskaleringseffek wat in Afdeling 3.2.3 bespreek is, in gedagte gehou moet word. Om dié effek teen te werk, word besluit dat geen verdere ontwikkeling in die gebied toegelaat sal word nie.

'n Vereenvoudige plan kan dus soos volg daaruit sien:

- Die oprigting van vloedverskansing om nywerhede in Uitenhage te beskerm;
- Die uithaal van bloekombome rivierop (Stroomop van Uitenhage);
- Die bou van 'n vloedwal in Despatch om residensiële gebiede te beskerm en
- Opvoedingsprogramme soos aksies tydens 'n vloed en die daarstel van inligting aan die gemeenskap om die impak van vloede te toon.

### **5.2.8 SAMEVATTING, EVALUERING EN AANBEVELINGS**

In dié hoofstuk is 'n poging aangewend om die stelsel wat in Hoofstuk 3 en die rekenaarmodel wat in Hoofstuk 4 ontwikkel is, te toets. Die model is getoets deur die aksies van die vloedvlakbestuurstelsels uit te voer en die model te gebruik vir die berekening van vloedskade en evaluering van vloedskadeverminderingsopsies.

Die funksies van 'n vloedvlakbestuurskomitee is vir die toetsing van die stelsel hipoteties opgestel. Die maatreëls wat in die hoofstuk voorgestel is, is in gesprekke met rolspelers van die gebied uitgeklaar. Vir die uitvoering van vloedstudies is vloedlyne vir die ondersoekgebied deur SRK opgestel. Hierdie vloedlyne is in terme van frekwensie en watervlakke by verskillende liggings langs die riviere deur middel van dwarsnitte voorgestel.

Die watervlakke van die vloedlyne is gebruik om diepte van oorstroming wat deur die afsonderlike vloede veroorsaak kan word, te bereken. In die geval van Despatch moes van die grondhoogtes in die databasis van die model aangepas word om water uit te hou uit laerliggende gebiede wat nie sal oorstrom met sekere

voorkomste van vloede nie. Vir die ander gebiede is die oorspronklike grondhoogtes gebruik.

Gedurende die opstel van die vloedvlakte-inventaris is grondgebruike in die vloedvlakte geïdentifiseer. Dit sluit residensiële, kommersiële en industriële grondgebruike in. Industriële grondgebruike uitgesluit, is al die ander in subkategorieë verdeel. Data oor die adres, hoogte bo seespieël en boumateriaal is onder meer ingesamel om skade aan die eiendomme te bereken.

Ekonomiese en hidrologiese eienskappe is gebruik om Despatch, Uitenhage en Soweto-on-Sea in sones in te deel. Dit was nodig omdat die hidrologiese eienskappe langs die rivier verskil en die data van die sones gekoppel word aan rekords van die eiendomme in die sone. Skade is ook dus per sone bereken en gesommeer om die totale skade te bereken.

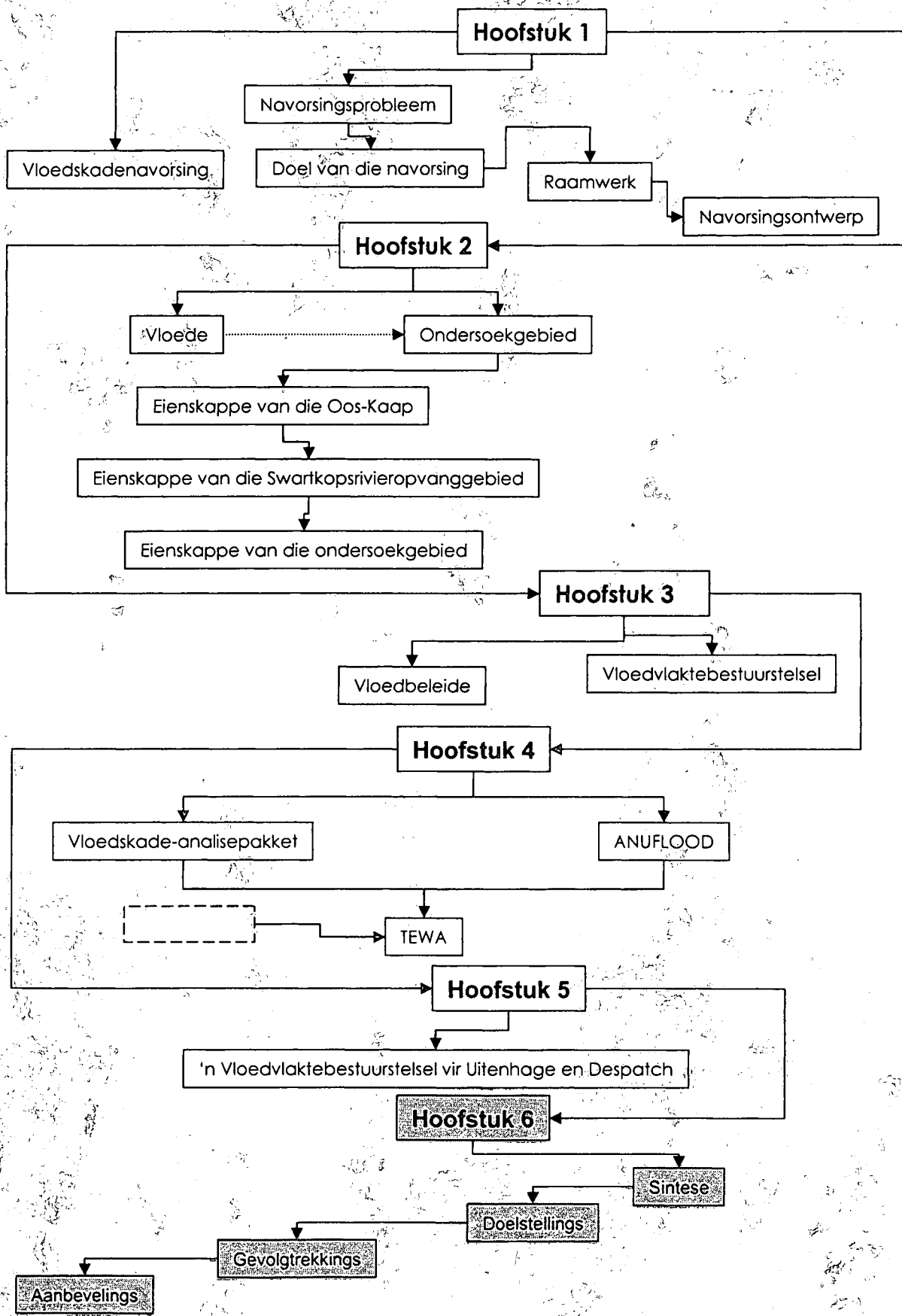
Vir die berekening van totale vloedskade vir die gebied is skade per grondgebruik bereken. Skade aan die residensiële sektor in Uitenhage, Despatch en Soweto-on-Sea is eerstens bereken. Kommersiële skade is vir Uitenhage en Despatch beraam, waarna industriële skade vir Uitenhage vasgestel is. Die afdeling is afgesluit deur die totale skade vir die gebied in tabelvorm voor te stel.

Vir die uitvoer van 'n vloedvlaktebestuurstudie is moontlike scenario's geïdentifiseer wat geïmplementeer kan word vir die vermindering van vloedskade in die gebied. Van die opsies wat ondersoek is, sluit 'n dam stroomop in, asook die bou van noodwalles, die lig van eiendomme, verandering van rivierkanaal, vloedverskansing, vloedversekering, sonering, en die verwydering van eiendomme. Uit hierdie scenario's is dié gekies wat toepasbaar is en hulle is geëvalueer om die optimale pakket van maatreëls saam te stel.

Twee opsies, naamlik die bou van 'n noodwal en vloedverskansing, is vir Uitenhage en Despatch getoets. Die benadering wat gebruik is, is die vertakkings-en grenslynmetode wat in Afdeling 3.3.4.4 bespreek is. Die resultate van die oefening dui daarop dat vloedverskansing die beste opsie vir die nywerhede in Uitenhage is en 'n vloedwal die voordeligste vir Despatch. Dit moet beklemtoon word dat daar

aannames gemaak moes word, wat die gebruik van die resultate beperk. Die doel van die navorsing was om die metodes en rekenaarmodel wat ontwikkel is, te toets.

Uit die navorsing is dit duidelik dat vir effektiewe bestuur van 'n vloedvlakte die samewerking van alle inwoners van die vloedvlakte nodig is. Dit begin by die insameling van data vir die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls tot by die vloedvlaktebestuurskomitee waarop al die belangegroepe van die omgewing verteenwoordig moet wees. Indien daar 'n gebrek aan samewerking is, kan die bestuur nie optimaal geskied nie.



## HOOFSTUK 6

---

### SINTESE, GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

#### 6.1 INLEIDING

Die afgelope paar jaar het daar 'n verandering in die benadering tot rampbestuur in die wêreld en ook in Suid-Afrika plaasgevind. Die algemene siening is dat in rampbestuur die klem moet verskuif van reaksie tot pro-aksie. Daar moet met ander woorde nie meer gewag word totdat die ramp plaasgevind het voordat gereageer word nie. Beplanning oor wat gedoen moet word, moet reeds voor die rampgebeurtenis plaasvind. Hierdie beplanning sluit nie net reaksieplanne in nie, maar ook wat voor die tyd gedoen kan word om verliese te verminder.

In Suid-Afrika het hierdie benadering reeds gestalte gevind in die Witskrif op Rampbestuur waarin een van die hoofbeginsels die pro-aktiewe optrede vir rampe wat vloede insluit, is. 'n Ander belangrike aspek wat uit die Witskrif te voorskyn kom, is dat die ontwikkeling van rampbestuurstrategieë en -planne in samewerking met relevante nasionale, provinsiale en plaaslike owerheidsinstellings gedoen moet word. Saam met hierdie opdrag moet rampbestuur ook binne die geïntegreerde ontwikkelingsbeplanningsraamwerk (IOB) plaasvind. Dit beteken dat doelwitte wat deur die beplanningsowerhede daargestel is, ook in die rampbestuursbeplanning vervat moet word - of anders gestel - moet beplanningsdepartemente of organisasies wat betrokke is by die opstel van IOB's, rampbestuur insluit. 'n Verdere belangrike aspek waaraan rampbestuur en dus ook vloedbestuur moet voldoen, is dat dit moet bydra tot die verhoging of instandhouding van die welvaart van Suid-Afrika se mense. Hierdie stelling klink miskien onvanpas, maar is gepas omdat vloedvlaktebestuur saam met die bereiking van ander beplanningsdoelwitte moet plaasvind.

Die probleem is egter dat die nodige kommunikasiestelsels en institusionele raamwerke nie bestaan om aan hierdie opdrag uitvoering te gee nie. Verder beskik owerheidsinstellings nie altyd oor die nodige kennis en hulpmiddels om rampbestuur effektief toe te pas nie.

Die klimaatsveranderinge wat deur verskynsels soos die kweekhuiseffek veroorsaak word, veroorsaak dat natuurrampe van 'n groter omvang met 'n hoër frekwensie waarskynlik in die toekoms kan plaasvind. Die impakte van vloedrampe word verder vergroot deur verstedeliking, wat veroorsaak dat al hoe meer mense langs riviere vestig. In die meeste gevalle is hierdie mense arm en vestig hulle in informele nedersettings. Verskeie redes, soos die gebrek aan toegang tot inligting, vermeerder die risiko vir lewensverlies. Hierdie mense is ook afhanklik van noodleniging na rampe en die staat lewer gewoonlik die grootste bydrae. Hulp om geaffekteerde mense weer op die been te bring, veroorsaak dat fondse wat vir ander doeleindes - byvoorbeeld die verskaffing van behuising - begroot is, nou bestee moet word aan die verligting van die impak van die vloed.

Die bogenoemde nuwe benadering, 'n gebrek aan kommunikasie en 'n institusionele ondersteuningsbasis, 'n verhoging in die voorkoms van natuurrampe, en verstedeliking, veroorsaak dat impakte van rampe - in hierdie geval vloede - kan vergroot. 'n Oplossing is die implementering van 'n stelsel wat bestuur en beplanning van 'n vloedvlakte so laat plaasvind dat bogenoemde risiko verminder.

Die probleem is egter dat so 'n stelsel nie in Suid-Afrika bestaan nie. 'n Belangrike deel van die stelsel is 'n instrument wat die impakte van maatreëls, wat deur die stelsel voorgestel word, kan evalueer. So 'n instrument bestaan ook nie in Suid-Afrika nie. Die slotsom kan dus gemaak word dat 'n stelsel en instrumente nie in Suid-Afrika bestaan om vloedrampe pro-aktief te bestuur nie. **Die doel van hierdie studie was om so 'n stelsel en instrumente te ontwikkel.**

## 6.2 SINTESE VAN DIE NAVORSING

Die spesifieke doelstelling van die studie was om stelsels, metodes en hulpmiddels wat vir stedelike vloedvlaktebestuur en -beplanning gebruik kan word, te ontwikkel. Om hierdie doelstelling te bereik is die hoofdoelstelling in drie subdoelstellings verdeel. Die eerste subdoelstelling was om verskillende vloedvlaktebeplannings- en -bestuursmeganismes te ondersoek en daardeur 'n vloedvlaktebestuurstelsel vir Suid-Afrika voor te stel. 'n Volgende subdoelstelling was die ontwikkeling van hulpmiddels wat vir die uitvoering van subdoelstelling 1

gebruik kan word. Die laaste subdoelstelling was om die vloedvlaktebestuurstelsel in 'n ondersoekgebied toe te pas.

Die doelstellings het vereis dat verskillende vloedvlaktebestuurstelsels wat internasionaal gebruik word, ondersoek moes word. Stelsels van Australië, die Verenigde Koninkryk en die Verenigde State van Amerika is ondersoek. Uit hierdie stelsels is 'n stelsel wat op alle owerheidvlakke in Suid-Afrika gebruik kan word, ontwikkel.

Vir die toepassing van die vloedvlaktebestuurstelsel moes hulpmiddels ontwikkel word. Hierdie hulpmiddels word in sekere van die stappe gebruik om inligting te genereer. Die berekening van potensiële vloedskade is 'n belangrike inset in byvoorbeeld voordeel-koste analise, wat gebruik word om maatreëls vir vloedskadevermindering te evalueer.

Die hulpmiddels, in dié geval rekenaarmodelle, benodig ook sekere insette. Een van die belangrikste insette is vloedskadefunksies. Daarom was dit nodig dat vloedskadefunksies vir verskillende grondgebruike in vloedvlaktes ontwikkel word. Vir die studie is vloedskadefunksies vir residensiële, kommersiële en industriële grondgebruike ontwikkel. Opnames is uitgevoer om die nodige inligting vir die ontwikkeling van vloedskadefunksies te bekom. Verskeie besoeke is aan belangegroepe gebring om die uitvoering van die stelsel te toets.

### **6.3 DIE BELANGRIKHEID VAN DIE STUDIE**

Bestaande sowel as nuwe wetgewing wat handel oor rampbestuur en ontwikkeling in Suid-Afrika toon 'n leemte in bestuurhulpmiddels wat beleidmakers en tegnokrate benodig om uitvoering aan hul pligte te gee. Tydens gesprekke met persone uit verskeie dele van die land het dit duidelik na vore gekom dat geen nasionale raamwerk vir rampbestuur, in hierdie geval die bestuur van vloede, bestaan nie. Selfs vir die ontwikkeling in vloedvlaktes bestaan in die meeste gevalle geen duidelike planne nie. Die implikasie hiervan is tweërlei. Eendersyds kan ontwikkeling so plaasvind dat die potensiaal vir vloedskade; selfs die risiko van vir lewensverlies, verhoog. Andersyds kan ontwikkeling in die vloedvlakte wat die welvaart van die gemeenskap moet verhoog, verminder

word. Dit is natuurlik nie wat behoort te gebeur nie, want deur oordeelkundige gebruik van vloedvlaktes kan die welvaart van die gemeenskap verhoog word.

Die studie verskaf so 'n raamwerk vir die oordeelkundige gebruik van vloedvlaktes. Die raamwerk word ondersteun deur metodes wat gebruik kan word om vloedvlaktes in Suid-Afrika te beplan en te bestuur. Van die metodes sluit in die afbakening van vloedvlaktes, die identifisering van 'n vloedstandaard, die indeling van die vloedvlaktes in sones, die identifisering van gevaargebiede, die beraming van vloedskade en die identifisering van optimale pakkette vir vloedskadevermindering. Hierdie metodes kan individueel of gesamentlik 'n groot bydrae lewer tot die bestuur van vloedvlaktes. In die geval van die afbakening van vloedvlaktes word die inligting byvoorbeeld gebruik vir ontruimingsplanne in die geval van 'n vloed. Die identifisering van verminderingsmaatreëls lei weer tot die optimale gebruik van die vloedvlakte.

Een van die belangrikste bydrae van die navorsing is die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel vir die berekening van potensiële vloedskade. Die rekenaarmodel is 'n integrale deel van die uitvoering van die hele proses. Vir die evaluering van vloedskadeverminderingsmaatreëls word die rekenaarmodel byvoorbeeld gebruik om die skade en voordele van verskillende maatreëls te bepaal. Die uitsette van die model word dan in voordeel-koste-analise gebruik om die optimale pakket van vloedskadeverminderingsmaatreëls vas te stel.

Gloobaal gesien, lewer die studie dus 'n belangrike bydrae tot die vermindering van die gebreke wat op die oomblik in Suid-Afrika ten opsigte van vloedvlaktebestuurshulpmiddels bestaan.

#### **6.4 BEREIKING VAN DIE DOELSTELLINGS**

In Hoofstuk 1 is een hoofdoelstelling gestel. Hierdie doelstelling is in drie afsonderlike subdoelstellings verdeel. Vir die afsluiting van hierdie studie is dit nodig om te ontlee of die doelstellings wel bereik is. Om hier aan uitvoering te gee, word elke doelstelling afsonderlik bespreek.



### **Doelstelling 1**

*Om verskillende vloedvlaktebeplannings- en -bestuursmeganismes te ondersoek en daardeur 'n vloedvlaktebestuurstelsel vir Suid-Afrika voor te stel.*

Hierdie doelstelling is veral in Hoofstuk 3 aangespreek. Stelsels van Australië, die Verenigde State van Amerika en die Verenigde Koninkryk is ondersoek. Uit hierdie drie stelsels en na raadpleging van ander literatuur is 'n vloedvlaktebestuurstelsel vir Suid-Afrika ontwikkel. Gebruik van die stelsel is hoofsaaklik tydens 'n toepassing in die ondersoekgebied getoets. Resultate was van so 'n aard dat die gebruik van die stelsel aanbeveel kan word. Tydens gesprekke en aanbiedings wat gehandel het oor vloedvlakte en rampbestuur, is menings oor die voorgestelde stelsel ingesamel. Die terugvoer oor die toepassingswaarde van die stelsel was oorwegend positief. Voorbeelde van sulke aanbiedings was werkwinkels wat in 2000 in Sasolburg, Pietermaritzburg en Port Elizabeth vir oorwegend ramporganisasies, streeks en plaaslike owerhede gehou is. Hierdie werkwinkels is aangebied as deel van die uitvoering van 'n projek oor tegnologie-oordrag wat deur die Waternavorsingskommissie gefinansier word.

### **Doelstelling 2**

*Die ontwikkeling van hulpmiddels wat vir die uitvoering van Doelstelling 1 gebruik kan word. So 'n hulpmiddel sluit 'n rekenaarmodel in wat gebruik kan word om potensiële vloedskade te beraam en om vloedskadeverminderingsopties te evalueer.*

In Hoofstuk 4 is rekenaarmodelle wat in Australië en die Verenigde State van Amerika ontwikkel is, ondersoek om 'n rekenaarmodel vir toepassing in Suid-Afrika te ontwikkel. Hierdie rekenaarmodel is in Hoofstuk 5 gebruik om die potensiële skade vir die ondersoekgebied te bereken. Verder is die model ook tydens studies wat nie in die proefskrif bespreek is nie, suksesvol gebruik.

Vloedskadefunksies wat in die model as inset benodig is, is ook tydens die studie ontwikkel. Gebiedspesifieke sowel as standaardvloedskadefunksies is ontwikkel. In die studie (wat in Bylae 1 bespreek word) is geslaag om

standaard-vloedskadefunksies vir residensiële en kommersiële grondgebruikte te ontwikkel. In lyn met die literatuur is standaardvloedskadefunksies nie vir industriële grondgebruike ontwikkel nie.

### **Doelstelling 3**

*Die toepassing van die vloedvlakbestuurstelsel in die ondersoekgebied.*

In Hoofstuk 5 is die vloedvlakbestuurstelsel sowel as die rekenaarmodelle suksesvol getoets. Die potensiaal vir skade is vir verskeie vloedvoorkomste bereken. Die jaarlikse gemiddelde skade is ook vir die ondersoekgebied bereken. Hierdie skadesyfers is in 'n voordeel-koste-analise gebruik om verskillende maatreëls te evalueer. Uit hierdie evaluasie kon getoon word hoe te werk gegaan kan word om 'n optimale pakket van maatreëls vir die ondersoekgebied saam te stel.

## **6.5 GEVOLGTREKKING**

Een gevolgtrekking wat uit die studie gemaak kan word, is dat navorsing wat handel oor die daarstel van 'n vloedvlakbestuurstelsel en hulpmiddels vir die bestuur van vloedvlaktes, se doel behoort te wees om lewens en ekonomiese verliese tot die minimum te beperk. Hierdie punt word verder uitgelig deurdat daar tydens die vloede van 1999 en begin 2000 net op reaksie-maatreëls staatgemaak is. Min gevalle het bestaan waar pro-aktief opgetree is om die impak van vloede te verminder. Pro-aktiewe optrede ten opsigte van vloedrampe word eersdaags verpligtend gemaak deur wetgewing en om dit moontlik te maak is daar hulpmiddels soortgelyk aan dié wat in die studie ontwikkel is, nodig.

'n Verdere gevolgtrekking wat gemaak kan word, is dat die tyd verby is dat rampbestuur in 'n vakuum kan plaasvind. Vir die bereiking van nasionale doelwitte, soos die verhoging van die welvaart van die bevolking van Suid-Afrika, is dit nodig dat die beplanning van rampbestuur in Suid-Afrika as deel van die geïntegreerde ontwikkelingsproses (IOB-proses) moet plaasvind. Soos vermeld, kan vloede tweeledig tot die verlaging van welvaart bydra. In die eerste geval veroorsaak die skade dat welvaart direk geraak word. In die tweede geval moet

fondse uit die begrotings van ander departemente, byvoorbeeld behuising, weggeneem word om mense ná vloede te help. 'n Oplossing hiervoor is pro-aktiewe beplanning van vloedvlaktes. Geld word vooraf gespandeer om studies, soos die afbakening van vloedvlaktes, uit te voer, maar die eindresultaat is dat skade verminder word en sodoende die nadelige impak op welvaart.

## 6.6 AANBEVELINGS

Soos reeds genoem, is die toepassing van die vloedvaktebestuurstelsel net in 'n hipotetiese geval getoets en die aanbeveling word gemaak dat dit ten volle in 'n werklike praktiese toepassing getoets word. Dit is ook belangrik dat, wanneer die stelsel toegepas word, dit as deel van die IOB-proses moet plaasvind en nie as 'n entiteit op sy eie nie. Die rede hiervoor is omdat die IOB reeds bestaan en dus as 'n meganisme gebruik kan word. Dit veroorsaak dat pro-aktiewe rampbestuur bevorder word. Die IOB-proses bestaan uit die ontwikkeling van 'n werksplan; die formulering van grondontwikkelingsdoelwitte (GD) (*land development objectives*); die formulering van geïntegreerde ontwikkelingsplanne, waaronder waterdienste en 'n rampbestuursplan; sowel as implementering en moniteringsplanne. In die proses van die opstel van GOD's word sekere sake wat as belangrik vir die provinsie of plaaslike raad beskou word, geïdentifiseer. Van dié sake kan behuising, vervoer, watervoorsiening en die omgewing insluit. 'n Aspek wat egter ook aandag in die proses moet geniet, is rampbestuur. Omdat dit sake is wat aandag op provinsale vlak moet kry, moet sodanige planne opgestel word. So byvoorbeeld moet 'n behuisingsplan, 'n vervoerplan en ook 'n rampbestuursplan opgestel word. Vir gebiede waar vloede as 'n gevaar geïdentifiseer is, moet vloedbestuursplanne opgestel word. So vorm vloedvaktebestuur deel van die geïntegreerde ontwikkelingsbeplanning.

'n Aanbeveling vir die gebruik van vloedskadefunksies is dat dit voortdurend opgedateer moet word. Die opdatering kan plaasvind deur opnames na vloede uit te voer. Die data wat tydens hierdie opnames ingesamel sal word, moet met bestaande inligting gekombineer word. Dit sal onder andere verseker dat die vloedskadefunksies met meer vertroue gebruik kan word.

'n Verdere aanbeveling is dat die vloedskadefunksies wat in 1977 deur Penning-RowSELL en Chatterton ontwikkel is en in hierdie studie gebruik is, verder ondersoek word en na gelang van die huidige omstandighede aangepas word. Dit kan gedoen word met opvolgnavorsing oor die ontwikkeling van vloedskadefunksies.

Vir die akkurate berekening van vloedskade vir ondersoekgebiede waar nywerhede geleë is, word aanbeveel dat 'n volledige opname by die nywerhede uitgevoer word. Die rede hiervoor is die groot bydrae wat deur dié sektor tot totale vloedskade gelewer word. Daar is in die studie gevind dat dit moeilik is om samewerking van nyweraars te kry, maar dit is belangrik dat inligting wel vanaf hulle verkry word. 'n Moontlike strategie is om deur middel van die rampbestuurskomitee van die gebied samewerking te versoek. 'n Ander metode kan wees om 'n goeie bekendstellingsveltog in die gebied te hou waartydens die waardes van die uiteindelijke resultate vir nyweraars, die metode van opname, asook die vertroulikheid van inligting, verduidelik en beklemtoon word.

- Alexander, W.J.R., 1993: *Flood risk reduction measures*. Pretoria: Universiteit van Pretoria, Department Siviele Ingeneurswese.
- Appelbaum, S.T., 1985: Determination of urban flood damages. *Journal of Water Resources Planning and Management* 111 (3): 269-283.
- Aronoff, S., 1989: *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publications. Ottawa.
- Atenucci, J.C. (Ed.), 1995: *Geographic Information System: A Guide to Technology*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Australian Government. Department of Resources and Energy, 1985: *Guidelines for floodplain management in Australia*. (Water Management Series No. 6.) Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Baker, J.R., Jennings, D.E., Miller, A.C., Parsond, J.S., Resh, V.H. & 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, Kentucky: University of Kentucky Water Resources Research Institute.
- Baker, V.R., Kochel, R.C. & Patton, P.C., 1988: *Flood geomorphology*. New York: John Wiley & Son.
- Beard, L.R., 1989: Expected annual damages and uncertainties in flood frequency estimation. *Journal of Water Resources Planning and Management* 116(6): 847-850.
- Beeld, 1996: Mpumalanga: vyf lewens al geëis deur swaar reën. 14 Februarie.
- Beeld, 1999: SANW verlig nood na vloed in Mosambiek Ooste in ramp verwoes; kos raak op. 11 Maart.

- Bhowmik, M., 1996: Impacts of 1993 floods on the Upper Mississippi and Missouri river basins in the U.S.A. *Water International* 21(3):158.
- Booyesen, H.J. & Viljoen, M.F., 1999: Flood damage functions, models and a computer program for irrigation and urban areas in South Africa, Volume 2. Water Research Commission, WRC Report No: 690/2/99, Pretoria.
- Booyesen, H.J., 1994: Die ontwikkeling van 'n rekenaarmodel vir vloedskadebepaling in die stedelike gebiede van die Republiek van Suid-Afrika. M.A. Verhandeling, Departement Geografie, Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- Booyesen, H.J., Viljoen, M.F. & De Villiers, G. du T., 1996a: The need for and the importance of adequate hydrological data for the accurate calculation of potential flood damage. IAHR Southern African division bi-ennial congress From flood to droughts Proceedings. Lost City, South Africa, 5 - 7 Augustus 1996.
- Booyesen, H.J., Viljoen, M.F. & De Villiers, G. du T., 1996b: Konstruering van vloedskadefunksies vir die residensiële sektor van Upington. *Water SA* 22(1) 1-6.
- Booyesen, H.J., Viljoen, M.F. & De Villiers, G. du T., 1999: Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereening. *Water SA* 25(1): 41-46.
- Brandon, T.W., (Red.), 1987: *River engineering - part 1, design principles*. (London, England) :The institution of water and environmental management.
- Burdge, R.J. & Ludtke, R.L., 1970: *Factors affecting relocation in response to reservoir development*. Lexington: University of Kentucky, Water Resources Institute.
- Business Day*, 1996: Thousands left homeless as rivers overflow. 16 Februarie.

- Chan, N.W., 1995: Choice and constraints in floodplain occupation: the influence of structural factors on residential location in peninsular Malaysia. *Disasters* 19(4) 287 - 304.
- Chrisman, N.R., 1997: *Exploring Geographic Information Systems*. Wiley. New York.
- Chunnett, Fourie & 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 & Vennote.
- Dangermond, J., 1989: Trends in geographic information systems. *Ekistics* 338: 318-331.
- Das, S. & Lee, R., 1988: A nontraditional methodology for flood stage-damage calculations. *Water Resources Bulletin* 24(6): 1263-1272.
- Davis, D.W., 1978: Comprehensive flood plain studies using data management techniques. *Water Resources Bulletin* 14(3): 587-604.
- Day, H.J. & Kwang, K.L., 1976: Flood damage reduction potential of river forecast. *Journal of the Water Resources Planning and Management Division* 102 (1): 77-87.
- 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. & 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.

Dempsey, C.R., 1968: *The effects of geographical and climatic settings on the economic advantages of alternative flood control measures*. Lexington, Kentucky: (University of Kentucky, Water Resources Institute.)

Departement van Waterwese, 1986: *Bestuur van die waterhulpbronne van die Republiek van Suid-Afrika*. Kaapstad: CTP Boekdrukkers.

Departement van Waterwese, 1986: *Die bestuur van waterhulpbronne van die Republiek van Suid-Afrika*. Pretoria.

Department of Economic and Social Affairs, (s.a.), *Guidelines for Flood Loss Prevention and Management in Developing Countries*. (Natural Resources/ Water Series no.5.) Pretoria: The Government Printer.

Department of Water Affairs, Directorate Strategic Planning, 1993: *Revision of the flood management policy. Supporting documentation for Task 2, formulated as the determination and evaluation of the nature of flood impacts and the interpretation of the lessons learnt for application in a flood management policy*. (Prepared by Flood Management Consultants.) Pretoria: Directorate Strategic Planning.

Department of Water Affairs, Directorate Strategic Planning, 1994: *Revision of the Flood Management Policy for South Africa. Report on Task 9: Establishment of the form and nature of loss functions suitable for use in a flood management system*. Pretoria: Directorate Strategic Planning.

Dingman, S.L. & Platt, R.H., 1977: Floodplain zoning: implications of hydrologic and legal uncertainty, *Water Resources Research* 13(3): 519 - 523.

Du Plessis, L.A., 1995: Die ontwikkeling van verliesfunksies en 'n rekenaarmodel vir die bepaling van vloedskade en vloedbeheerbeplanning in die Benede-Oranjeriviergebied. M.A. Verhandeling, Departement Landbou Ekonomie, Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.



- Du Plessis, P.B., 1984: *Documentation of March - May 1981 floods in the South Eastern Cape*. (Technical Report TR 120.) Pretoria: Department of Water Affairs.
- Ericksen, N., 1985: *Anuflood in New Zealand, Part 1: approaches to urban flood-loss reduction in New Zealand*. (CRES Working Paper 1986/2.) Hamilton: University of Waikato, Department of Geography.
- Ericksen, N., 1986: *Creating flood disasters: New Zealand's need for a new approach to urban flood hazard*. (Water & Soil Miscellaneous Publication No. 77.) Wellington: s.n.
- Fitzpatrick, L. & Braune, M., 1996: Water Research Commission, WRC project 490 (ANUFLOOD model), Floodline study of the Swartkops Rivier. (Report 207878/1.) Steffen, Robertson and Kirsten. Johannesburg.
- Floodplain Management In Australia, Best Practice Principles and Guidelines, 2000: SCARM Report 73. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing.
- Ford, D.T. & Otp, A., 1989: Floodplain-management plan enumeration. *Journal of Water Resources Planning and Management* 115(4): 472-485.
- Foster, F.H., 1977: Flood management: who benefit and who pays. *Water Resources Bulletin* 12(5): 1029 - 1039.
- Graham, G.J. & Yang, T.Y., 1996: Dam safety and nonstructural damage reduction measures. *Water International* 21(3): 138 - 143.
- Green, C.H., 1983: *Evaluating road traffic disruption from flooding*. (Geography Planning Papers No. 1.) Enfield, Middlesex: (Social Science Faculty Office, Middlesex Polytechnic. Queensway.)
- Green, C.H., Parker, D.J. & Emery, P.J., 1983; *The real cost of flooding to households: intangible costs*. (Geography Planning Papers No. 6). Enfield. Middlesex: (School of Geography and Planning. Middlesex Polytechnic. Queensway.)

Green, C.H., Parker, D.J., Thompson, P. & Penning-Rowsell, E.C., 1983: *Indirect losses from urban flooding: an analytical framework*. (Geography Planning Papers Papers No. 6). Social Science Faculty Office, Middlesex Polytechnic. Queensway. Enfield. Middlesex.

Guidlines for Flood Loss Prevention and Management in Developing Countries, 1976: Natural Resources / Water Series No. 5, United Nations. New York

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

Handmer, J.W. & Smith, D.I., 1995: *Cost-effectiveness of flood warnings. Volume 2: Assessing flood warning systems*. (A report prepared for the Bureau of Meteorology.) Canberra: Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.

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

Hanley, N. & Spash, C.L., 1993: *Cost benefit analysis and the environment*. Bodmin, Cornwall: Hartnolls Limited.

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

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

Homan, A.G. & Waybur, B., 1960: *A study of procedure in estimating flood damage to residential, commercial and industrial properties in Canada*. (SRI Project Nos. I-2541 en I-2880.) Menlo Park: Stanford Research Institute.

- Hooper, B.P. & Duggin, J.A., 1996: Ecological riverine floodplain zoning: its application to rural floodplain management in Murray - Darling Basin. *Land Use Policy* 13(2): 87 - 99.
- Hopkins, I.H., Brill, E.D. Jr., Kurtz, K.B. & Wenzel, H.G. Jr., 1981: Analyzing floodplain policies using an interdependent land use allocation model. *Water Resources Research* 17(3): 469-477.
- International Commission on Irrigation and Drainage, 1999: Manual on non-structural approaches to flood management. International Commission on Irrigation and Drainage. New Delhi. India.
- James, L.D., 1967: Economic analysis of alternative flood control measures. *Water Resources Research* 3(2): 333.
- Jones, C.B., 1997: Geographical Information Systems and Computer Cartography. Essex; Longman.
- Kates, R.W. & 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.
- Kates, R.W., 1965: *Industrial flood losses: damage estimation in Lehigh Valley*. (Research Paper No. 98.) Chicago: University of Chicago, Department of Geography.
- Krutilla, J.V., 1966: An economic approach to coping with flood damage. *Water Resources Research* 2(2):183-190.
- Leblanc, D. & Ouellette, P., 1988: A probabilistic benefit-cost analysis of a zoning program for flood plains. *Water Resources Bulletin* 24(2): 341 - 345.

- Lind, R.C., 1967: Flood control alternatives and the economics of flood protection. *Water Resources Research* 3(2): 345-357.
- Lubke, R.A., Gess, F.W. & Brutonn, M.N., (Reds.), 1988: *A Field Guide to the Eastern Cape Coast: a Wildlife Handbook..* Centre of the Wildlife Society of Southern Africa. Pretoria.
- Lustig, T.L., Smith, D.I. & Handmer, J.W., 1986: Estimating actual from potential flood damages, and assessing alternative floodplain management strategies. (Hydrology and Water Resources Symposium, Griffith University, Brisbane.)
- Macbean, E.A., Gorrie, J., Fortin, M., Ding, J. & Moulton, R., 1988a: Flood depth-damage curves by interview survey. *Journal of Water Resources Planning and Management* 114(6): 613-634.
- Macbean, E.A., Gorrie, J., Fortin, M., Ding, J. & Moulton, R., 1988b: Adjustment factors for flood damage curves. *Journal of Water Resources Planning and Management* 114(6): 635-647.
- Mackay, H., Van Eeden, A., Van Der Merwe, R., Hops, J., Mccarthy, J. & Banzana, M., 1994a: Development options for the Chatty River floodplain, Port Elizabeth. (Water Quality Information Systems Programme.) Division of Water Technology, CSIR. Pretoria.
- Mackay, H., Van Eeden, A., Van Der Merwe, R., Hops, J., Mccarthy, J. & Banzana, M., 1994b: *Development options for the Chatty River floodplain, Port Elizabeth: Appendices.* (Water Quality Information Systems Programme, Division of Water Technology, CSIR.) Pretoria: CSIR.
- Magura, L.M. & Wood, D.E., 1980: Flood hazard identification and flood plain management on alluvial fans. *Water Resources Bulletin* 16(1):56-62.
- Maharaj, R., 1991: Flood perception and flood damage during the September 1987 flood in the Mloti river floodplain. M.A. (Geography) dissertation, University of Durban-Westville, Durban.

Managing the Floodplain, Guide 3., 1999: *Emergency Management Practice Volume 3*. Canberra, Australia: Guidelines Union Offset Printers.

*Merkel's Builders' Pricing and Management Manual.*, 1992: Randburg.

Middleton, B.J., Lorrentz, S.A., Pitman, W.V. & Midgley, D.C., 1981a: Surface water resources of South Africa, Volume V Drainage Regions MNPQRRST the Eastern Cape Part 1 (text). Report No 12/8. Hydrological Research Unit, University of the Witwatersrand, Johannesburg.

Middleton, B.J., Lorrentz, S.A., Pitman, W.V. & Midgley, D.C., 1981b: Surface water resources of South Africa, Book of Maps, Volume V, WRC Report No 298/5.2/94

Miller, B.A., Whitlock, A. & Hughes, R.C., 1996: Flood management - The TVA Experience. *Water International* 21:119-130.

Milliman, J.W., 1984: A needed economic framework for flood plain management. *Water International* 9 119-126.

Mugara, L.M. & Wood, D.E., 1980: Flood hazard identification and flood plain management on alluvial fans. *Water Resources Bulletin* 16(1): 56-62.

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

New South Wales Government, Department of Water Resources, 1990: *NYNGAN April 1990 flood investigation: summary report*. Parramatta: Department of Water Resources.

Newkirk, R.T., 2000: Reducing downstream storm water impacts using design stage modelling in urban development. *Environments*. 28 (1): 65-74.

Parker, D.J., 1995: Floodplain development policy in England and Wales. *Applied Geography* 15(4): 341-361.

- Parker, D.J., Green, C.H. & Thomp, P.M., 1987: *Urban flood protection benefit: a project appraisal guide*. Aldershot: Gower Technical Press.
- Penning-Rowsell, E.C. & Chatterton, J.B., 1977: *The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques*. Saxon House, Teakfield Limited.
- Rapport, 1996: Kinders verdrink in nuwe vloede; 310 gesinne gered. 24 Februarie.
- Rassam, J.C., 1987: Flood Management of Ottawa river system under Uncertainties. *Water Resources Management* 1:143-154.
- Republic of South Africa, Ministry for Provincial Affairs and Constitutional Development, 1998: *Green Paper on Disaster Management*. Pretoria: Government Printers.
- Robillard, P.D., Walter, M.F. & Allee, D.J., 1979: Computer based methodology for analysis of nonstructural flood management alternatives. *Water Resources Bulletin* 15(5): 1430-1443.
- Roth, C.P. & Van Veelen, M., 1994: Flood management policy study. Task 10: Value of flood control. s. l.: BKS Incorporated.
- Schoeman, N.J., 1991: Impak van vloede: perspektief ten opsigte van gemiddelde jaarlikse vloedskade. Universiteit van Pretoria, Departement Ekonomie.
- Schoeman, N.J., 1991: *Impak van vloede: perspektief ten opsigte van gemiddelde jaarlikse skade*. Universiteit van Pretoria, Departement Ekonomie. Pretoria.
- Schofield, J.A., 1987: *Cost-benefit analysis in urban & regional planning*. London: Allen & Unwin.
- Sentrale Statistiekdiens, Republiek van Suid-Afrika, 1988: *Standaardnywerheidsklassifikasie van alle ekonomiese bedrywighede*. (4de uitgawe.) Pretoria: Die Staatsdrukker.

- Shaw, Qhw. & Basson M.S., (s.a.), *Flood management policy study. Task 7: Flood warning systems.* (First draft report.) s. l.: BKS Incorporated.
- Shaw, Qhw. & Basson, M.S., (s.a.), *Flood management policy study. Task 8: Flood absorption storage.* (First draft report.) s. l.: BKS Incorporated.
- Shrubsole, D. & Scherer, J., 1996: *Floodplain regulation and the perceptions of real estate sector in Brandford and Cambridge, Ontario, Canada,* (Geoforum Vol. 27 No.4.) Great Britain: Elsevier Science Ltd.
- Smith, D.I. & Greenaway, M.A., 1988: *The computer assessment of urban flood damages: Anuflood.* Chapter 26. Desktop Planning. Microcomputer applications for infrastructure and services planning and management. Editors: Newton, PW, Taylor, MAP & Sharpe, R. Melbourne: Hargreen Publishing Company.
- Smith, D.I. & Greenaway, M.A., 1992a: *Anuflood, A Field Guide.* Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- Smith, D.I. & Greenaway, M.A., 1992b: *Anuflood, Programmer's Guide and User's Manual.* Caberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- Smith, D.I. & Greenaway, M.A., 1993: An introduction to urban flood damage assessment. (Paper presented to the Department of Water Affairs, Johannesburg.)
- Smith, D.I. & 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. & Handmer, J.W., 1984: Urban flooding in Australia: Policy development and implementation. *Disasters* 8/2/1984.

- Smith, D.I. & Handmer, J.W., 1989: *Flood insurance and relief in Australia*. Canberra: The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- Smith, D.I., (s. a.), *Flooding in Australia. Progress to the present and possibilities for the future*. Canberra: Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- Smith, D.I., 1985: *Anuflood in New Zealand, Part 3: ANUFLOOD development and application*. (CRES Working Paper 1986/4.) Hamilton: University of Waikato: Department of Geography.
- Smith, D.I., 1986: ANUFLOOD in New Zealand: Part 3, ANUFLOOD development and application. (CRES Working Paper 1986/4.) ISBN 0867401990
- Smith, D.I., 1990: Floodwarnings, response and damage reduction: The Australian Experience. (Paper presented at the Flood Plain Management Conference, Regal Constellation Hotel, Ontario, Canada, 12-14 March 1990.)
- Smith, D.I., 1993: Greenhouse climate change and flood damage, the implications. *Climatic-Change* 25 (3): 4.
- Smith, D.I., 1994: Flood damage estimation – A review of urban stage-damage curves and loss functions. *Water SA* 20 (3): 231-238.
- Smith, D.I., 1996a: *Greenhouse climate change and urban flood damage Australian examples*. (Paper presented at the 28<sup>th</sup> International Geographical Congress, The Hague, The Netherlands.)
- Smith, D.I., 1996b: *National and state residential flood damages for Australia*. (Prepared for the Insurance Council of Australia, Canberra, Australia.) CRES, ANU.



- Smith, D.I., Handmer, J.W. & Lustig, T.L., 1986: *An approach to assessing the effectiveness of urban floodplain management in Australia*. Hydrology and Water Resources Symposium held at the Griffith University in Brisbane.
- Smith, D.I., Handmer, J.W., Greenaway, M.A. & Lustig, T.L., 1990: *Losses and lessons from the Sydney floods of August 1986, Volume 1 and Volume 2*. Canberra: Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- Smith, D.I., Handmer, J.W., Mckay, J.M., Switzer, M.A.D. & Williams, B.J., 1995: *Non-structural measures for flood mitigation, current adoption in urban areas: Volume 1*. Canberra: The 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. & Spies, P.H., 1981: *Guidelines for assessing flood damage in South Africa*. Pretoria: Water Research Commission.
- Smith, K. & Tobin, G.A., 1979: *Human adjustment to the flood hazard*. Bungay, Suffolk, Great Britain: Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd.
- Spies, P.H., Viljoen, M.F. & 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 Ondersoek.
- Stanford Research Institute, 1960: *A Study of Procedure in Estimating Flood Damage to Residential, Commercial, and Industrial Properties in California*: Berkeley, California: The United States Soil Conservation Service.
- Stewart, T.J., Joubert, A., Scott, T. & Low, T., 1997: *Multiple Criteria Decision Analysis: Procedures for Consensus Seeking in Natural Resource Management*. Rondebosch: Department of Statistical Sciences, University of Cape Town.

- Sugden, R. & Williams, A., 1978: *The principles of practical cost-benefit analysis*. Walton Street, Oxford: Oxford University Press.
- Tang, J.C.S., Vongvisessomjai, S. & Sahasakmontri, K., 1992: Estimation of flood damage cost for Bangkok. *Water Resources Management* 6: 47-56.
- Thampapillai, D.J. & Musgrave, W.F., 1985: Flood damage mitigation: a review of structural and non-structural measures and alternative decision frameworks. *Water Resources Research* 21(4): 411-424.
- U.S. Army Corps of Engineers, 1975: *Urban storm water runoff: "Storm"*. (Generalized Computer Program, 723-S8-L2520.) U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. (Davis.)
- U.S. Army Corps of Engineers, 1979: *DAMCAL: Damage reach state-damage calculation. User's manual*. The Hydrologic Engineering Center. Water Resources Support Center, California. (Davis.)
- U.S. Army Corps of Engineers, 1989a: *An integrated software package for flood damage analysis*. (Technical paper no. 125.) The Hydrologic Engineering Center. Water Resources Support Center. California. (Davis.)
- U.S. Army Corps of Engineers, 1989a: *EAD: Expected annual flood damage computation. User's manual*. The Hydrologic Engineering Center. Water Resources Support Center, California. (Davis.)
- U.S. Army Corps of Engineers, 1989b: *SID: Structure inventory for damage analysis. User's manual*. The Hydrologic Engineering Center. Water Resources Support Center. California. (Davis.)
- U.S. Army Corps of Engineers, 1994: *Flood damage analysis package on the microcomputer. Installation and User's Guide*. Training document no. 3. The Hydrologic Engineering Center. Water Resources Support Center, California. (Davis.)

- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 1976: *Guidelines for flood loss prevention and management in developing countries*. (Natural Resources/Water Series No. 5.) New York: United Nations.
- United Nations, Economic Commission for Europe, 1976: *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.
- Van Bladeren, D., 1997: Department of Water Affairs and Forestry, Chatty River Floodline Study. (Report 223555/1.) STEFFEN, ROBERTSON and KIRSTEN.
- Van Bladeren, D., 1999: Hydrological hydraulic and capital cost estimates for flood control measures along the Chatty River at Soweto-on-Sea and along the Swartkops River from Uitenhage to Despatch. (Report 207878/3.) Steffen, Robertson and Kirsten. Johannesburg.
- Van Duivendijk, H., [s.a], *Flood control: a modern systematic and global approach*. Nijmegen: Haskoning.
- Van Eeden, A., 1991: *Task 12: The formulation of a strategy for educating individuals regarding flood hazards and for positively influencing the perceptions of all sectors of the public regarding their social responsibility for meaningful individual and community action in the event of flooding*. s. l. National Productivity Institute.
- Van Zyl, J. & Groenewald, J.A., 1988: Vloedskadeversekering: 'n studie op die Benede-Umfolozivlakte. *Agrekon* 27(3): 33-43.
- Viljoen, M.F. & Smith, D.J.G., 1982: *Vloedskadebepaling en vloedskadebeheer as onderdeel van die ekonomie van waterbenutting*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

Viljoen, M.F. & Vos, J.A., 1984: *Riglyne vir die ontwikkeling van vloedskadevoorspellingsmodelle*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

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., Smith, D.J.G. & Spies, P.H., 1978: *Vloedskade in sekere riviertrajekte van die Republiek van Suid-Afrika, deel IV: 'n evaluering van die problematiek rondom vloedskadebepaling in die Republiek van Suid-Afrika*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale & Ekonomiese Navorsing.

Viljoen, M.F., Vos, J.A. & Marais, P.J., 1977: *Vloedskades in sekere riviertrajekte van die Republiek van Suid-Afrika, deel III (volume 1 en volume 2): bevindings rakende die 1974-vloedskades vir verskillende riviertrajekte 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. & Prinsloo, J.W., 1980: *Die 1975-vloedskades vir verskillende trajekte van die Vaalrivier, Volume 1*. Bloemfontein: Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

*Volksblad, Die*, 1999: Oorvol damme bedreig KZN Meer as 700 gesinne haweloos, 23 Desember.

*Volksblad, Die*, 2000: Lyke van vloedslagoffers in massagrafte begrawe Desperate poging om uitbreek van siektes te voorkom, 9 Maart.

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

Vos, J.A., 1982: Die bepaling van vloedskades binne stedelike nedersettings na aanleiding van die 1975-oorstromings in die Vaalrivier asook riglyne vir die vermindering van vloedverliese, deel I en deel II. Ph.D.-verhandeling, Departement Aardrykskunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

Walsh, P.D. & Brassington, F.C., (s.a.), *Application of weather forecasts and meteorological products for river management*. National Rivers Authority, North West Region.

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

Wood, D.W., Gooch, T.C., Pronovost, P.M. & Noonan, D.C., 1983: Development of a flood management plan. *Journal of Water Resources Planning and Management* 111(4): 417-433.

#### **PERSOONLIKE KOMMUNIKASIE**

Burger, J.W., 1993, 1994: Bouer, onderhoud en vraelys, Upington.

Crawford, B., 1993: Vereeniging Trust. Onderhoud. Vereeniging.

De Villiers, G. du T., 1993, 1994, 1998, 2000: Onderhoude en gesprekke. Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

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

Kruger, 1993: Onderhoud, Allied Vereeniging, Vereeniging.

Lazenby, C., 1997: Gesprek, Universiteit van die Oranje Vrystaat, Bloemfontein.

Santam, 1993: Onderhoud, Vereeniging.

Smith, D.I., 1993, 1995 & 1999: Onderhoud, gesprek en briewe. Centre for Resource and Environmental Studies, the Australian National University, Canberra.

Van Bladeren, D., 1998: Onderhoud, Johannesburg: SRK.

Viljoen, M.F., 2000: Gesprekke, Universiteit van die Oranje Vrystaat, Bloemfontein.

Venter, S., 2000: Onderhoud, Bloemfontein.

Westgate (Cranfield University, USA), 1999: Gesprekke, Kaapstad.

## BYLAE 1

---

### DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR VERSKILLEDE GRONDGEBRUIKE

#### 1) PROSEDURE OM VLOEDSKADEFUNKSIES TE ONTWIKKEL (ALGEMEEN)

Volgens Parker *et al.* (1987) en Penning-Rowse en Chatterton (1977) is grondgebruik, asook die eienskappe van die vloedwater- en skadeverminderingsaksies deur die inwoners die belangrikste faktore wat vloedskade beïnvloed. Homan en Waybur (1960) beskou die diepte en duurre van oorstroming, die vloeisnelheid van die water, die hoeveelheid sediment, die 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-verwantskappe statisties die beduidendste is (Viljoen, Vos & Marais, 1977; Spies, Viljoen en Smith, 1977; Vos, 1982; Appelbaum, 1985; MacBean *et al.* 1988a, 1988b; Smith 1994). Die waarde van die strukture en die inhoud word ook as belangrik beskou. Volgens Vos (1982) is die diepte van oorstroming ook die belangrikste onafhanklike veranderlike in die modelle wat hy gebruik. Uit bogenoemde is aanvaar dat die twee belangrikste onafhanklike veranderlikes in die beraming van vloedskade en die opstel van skadefunksies die diepte van oorstroming en die waarde van die eiendom wat ondersoek word, is.

MacBean *et al.* (1988a) noem ook dat die diepte van oorstroming, die tyd van die jaar, vloeisnelheid, die duur van die vloed, sediment in die water en waarskuwingstyd, 'n effek op vloedskade het. Verder sê hulle dat al hierdie faktore 'n invloed op vloedskade het, maar net diepte van oorstroming in die meeste gevalle gebruik word. Die insluiting van die ander faktore word gewoonlik as 'n "ekstra" of as 'n persentasiefaktor hanteer.

Vir die ontwikkeling van skadefunksies kan twee benaderings gevolg word (Smith, 1994). 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 die diepte en duur van oorstroming bereken word. Die tweede benadering is om skadefunksies uit inligting van werklike vloedskade te

ontwikkel. Toepassing van die sintetiese benadering vereis dat daar eers besluit moet word watter tipe skade ingesluit gaan word en watter nie. Dit voorkom dat oorskotting kan plaasvind. Verder moet 'n keuse gemaak word tussen diepte/skade- of diepte/persentasie-benaderings. By die diepte/skade-verhouding word skade as 'n geldwaarde uitgedruk en by diepte/persentasie word skade as 'n persentasie van 'n waarde, byvoorbeeld die waarde van eiendom of voorraad, bereken. Die diepte/persentasie en die diepte/skade-verhoudings is beide vir doeleindes van die navorsing ondersoek. Probleemvrae soos watter waardes met persentasies verbind moet word om 'n skadesyfer te verkry, het veral by die residensiële sektor ontstaan. Moet die verkoopswaarde (markprys) of die munisipale waarde gebruik word? Volgens huismarkkenners en ander kundiges (Smith 1996; Persoonlike Kommunikasie Lazenby, 1997) is daar 'n groot variasie in huispryse. Hierdie variasie kan veroorsaak dat 'n 10 persent skade aan een huis in een deel van die land nie dieselfde is as 'n 10 persent skade aan presies dieselfde kategorie huis in 'n ander deel van die land nie. Smith (1994) beveel nie dié metode aan nie. Volgens hom is daar 'n swak verwantskap tussen markwaarde en die vatbaarheid vir vloedskade.

Om hierdie probleem op te los, het Smith (1993) die diepte/skade-benadering gevolg. Hy het kategorieë geïdentifiseer deur van die vooraansigte van huise gebruik te maak. Dié metode is deur Booysen (1994) in Suid-Afrika gebruik, wat diepte/skade-funksies vir elke kategorie woonhuise opgestel het. Vloedskadefunksies is ook vir verskillende grondgebruike in twee ondersoekgebiede, naamlik Uppington en Vereeniging, opgestel. Residensiële, kommersiële en industriële grondgebruike is ondersoek, waarna vloedskadefunksies ontwikkel is. Met opvolgnavorsing (Despatch en Uitenhage) is gevind dat hierdie benadering wel suksesvol toegepas kan word en is daar besluit om die diepte/skade-benadering verder in hierdie navorsing te gebruik.

## **2) DIE ONTWIKKELING VAN RESIDENSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES**

Vir die skep van residensiële vloedskadefunksies word die skadefunksie in twee gedeel. Skadefunksies vir huisinhoud en huisstruktuur word naamlik eers opgestel en daarna 'n gekombineerde skadefunksie. Penning-Rowsell en Chatterton (1977)



verdeel 'n wooneenheid in twee kategorieë, naamlik die geboustruktuur en huisinhoud. Hierdie kategorieë word verder soos volg ingedeel: huisinhoud in huishoudelike items, verwarmingstoerusting, elektriese toerusting, meubels en persoonlike items. Geboustruktuur sluit versierings aan geboue, elektriese bedrading, loodgieterswerke, heinings en hekke in. Vir elk van die kategorieë word 'n vloedskadefunksie opgestel. MacBean *et al.* (1988a) verdeel vloedskadefunksies ook in twee, naamlik struktuurskade, wat skade aan geboue insluit, en inhoudskade wat skade aan roerende items beskryf. Laastens word die inhoud- en struktuurskadefunksies gekombineer om totale vloedskadefunksies vir verskillende kategorieë op te stel.

#### a) **DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR FORMELE BEHUISING**

##### **Die ontwikkeling van struktuurskadefunksies vir formele behuising**

Om moontlike struktuurskade vir huise in die studiegebied te voorspel, word in hierdie gedeelte gepoog om metodes vir die beraming van struktuurskade te ontwikkel. Gebousskade is 'n belangrike deel van residensiële skadefunksies. Verskeie benaderings om die struktuurskade te beraam, bestaan, Penning-Rowsell en Chatterton (1977) maak onder andere gebruik van argitekte en bourekenaars om die skade wat aan elektriese bedrading en pleisterwerk deur verskillende dieptes van oorstroming veroorsaak word, teoreties te bereken. Smith, Handmer & Lustig (1990) verwys voorts na bogenoemde metode en 'n metode waar inligting van werklike vloede gebruik word.

In hierdie navorsing is van menings van deskundiges gebruik gemaak om skade aan strukture te bepaal. Deskundiges is in Upington- en Vereeniging (wat gedurende 1988 deur 'n vloed geteister is) geïdentifiseer en vraelyste is deur hulle voltooi. Die volgende weerspieël die algemeenste 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 dikwels nie nodig is dat pleisterwerk vervang moet word nie, moet gewag word totdat die pleister droog is voor dit geverf kan word.
- Met 'n oorstroming van selfs so min as 10 cm oor die vloer sal die vertrekke uitgeverf moet word. As gevolg van die kleurverskille is dit nie prakties om net die oorstroomde gedeelte te verf 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 sypelriool is, mag dit nodig wees om 'n nuwe put te grawe, aangesien die modderneerslag die deurvloei verstop.
- Normaalweg is daar geen probleme met die loodgieterswerke nie, maar soms sou die massa en die spoeleffek van die water die pype laat breek, wat dan herstel moet word.

Tabel 1 verskaf skades wat opgestel is aan die hand van menings van kundiges in die boubedryf. Die waardes in Tabel 1 verteenwoordig skade wat aan 'n huis aangerig kan word. Alhoewel meer items aan 'n huis kan beskadig, is op hierdie algemene items saam met die kundiges besluit.

TABEL 1 VLOEDSKADEFUNKSIES VIR HUISSTRUKTURE (1999)

Diepte oorstroom (m)	Tipe skade	Waarde in Rand van die items	Totaal in Rand per diepte van oorstroming
0 - 0,10	Vloerbedekking	5 000	
	Volvloermatte	7 400	
	Keramiekteëls	900	
	Vinielteëls		
Totaal		13 300	13 300
0,10 - 0,6	Verf	13 700	
	Muurproppe	500	
	Kaste en rakke	16 700	
	Deurkosyne	2 500	
Totaal		33 400	46 700
1,2	Skakelaars	1 000	
Totaal		1 000	47 700
2,4 +	Plafon en dakkappe	9 000	
	Dakhout en bout	14 000	
Totaal		23 000	70 700

In 'n poging om waardes aan items wat deur bogenoemde kundiges identifiseer is, te koppel is Merkel se *Builders' pricing and management manual* (1992) gebruik. Die handleiding word deur bourekenaars regoor die land gebruik om boukoste te bereken. Die 1992-waardes is vir 'n Water-navorsingskommissieverlag na 1993-waardes aangepas (Booyesen *et al.*, 1996). Dieselfde waardes is met inflasie na 1999 aangepas. Alhoewel hierdie waardes per struktuur kan verskil is besluit om dit verder in die navorsing gebruik.

Die metode wat in Tabel 1 gevolg word bepaal skade aan slegs een kategorie huis. Om die skadefunksie in verskillende vloedvlaktes toe te pas, moet dit egter voorsiening maak vir meer as een kategorie. Navorsing wat in Sydney, Australië gedoen is, word gebruik om Tabel 1 se waardes na meer as een kategorie te verwerk. Na persoonlike kommunikasie met Smith (1993; 1996) is op hierdie benadering besluit omdat vloedskade-eienskappe tussen die twee lande ooreenstem. Die waardes wat uit die Sydneynavorsing verkry is, word verwerk sodat verhoudings tussen die waardes van twee lae ekonomiese kategorieë huise en 'n hoë ekonomiese kategorie huis verkry kan word (Tabel 2). Die verhouding tussen die

lae (Kategorie 1) en hoë (Kategorie 3), asook medium (Kategorie 2) en hoë kategorieë in die Sydneyverslag word per diepte van oorstroming bereken. Met 1 m oorstroming is skade aan Kategorie 1 R2 333,99 en dit is 33 persent van die skade wat aan Kategorie 3 (R7 058) aangerig word. In die geval van 2 m is dit 67 persent. Deur hierdie verhoudings op die Suid-Afrikaanse waardes toe te pas, kan die nodige aanpassings gemaak word om voorsiening te maak vir meer as een struktuur kategorie.

**TABEL 2 DIE VERHOUDING TUSSEN DIE VERSKILLENDE RESIDENSIËLE WAARDE-KATEGORIEË IN SYDNEY, AUSTRALIË**

Diepte oorstrom (m)	Skade in 1993 (R) Kategorie 1	Verhouding *	Skade in 1993 (R) Kategorie 2	Verhouding **	Skade in 1993 (R) Kategorie 3
0,2			1 797	0,46	3 934
1	2 333,99	0,33	4 283	0,61	7 058
2	7 082,46	0,67	4 591	0,43	10 624

\* Die verhouding tussen kategorie 1 en kategorie 3 se vloedskade

\*\* Die verhouding tussen kategorie 2 en kategorie 3 se vloedskade

Tabelle 1 en 2 word vervolgens gebruik om struktuurskadefunksies vir gebruik in Suid-Afrika op te stel. Om oorskatting van vloedskade te voorkom, word Tabel 1 eerstens as hoë ekonomiese kategorie geneem, waarna Tabel 2 gebruik word om twee skadefunksies vir laer ekonomiese kategorieë te ontwikkel. Tabel 3 weerspieël die struktuurskadefunksies wat in die ondersoek gebruik word om strukturele skade te bepaal.

**TABEL 3** STRUKTUURSKADEFUNKSIES IN RAND VIR DIE SUID-AFRIKAANSE RESIDENSIËLE STEDELIKE KOMPONENTE, 1999

	Skade in Rand per diepte van oorstroming in meter				
	0	0,1	0,6	1,2	2,4 +
Lae ekonomiese kategorie huise	0	6 118	15 411	15 741	47 369
Middel ekonomiese kategorie huise	0	6 118	28 487	29 097	30 401
Hoë ekonomiese kategorie huise	0	13 300	46 700	47 700	70 700

Vir 'n diepte van oorstroming van 0,6 m is skade aan die hoë ekonomiese kategorie R46 700. Skade vir 'n lae ekonomiese kategorie huis word bereken deur 0,33 (verhouding tussen lae en hoë ekonomiese kategorie huis in Tabel 2) te vermenigvuldig met R46 700. 'n Verdere voorbeeld is dat 'n vloeddiepte van 1,2 m, skade van R15 741 ( $0,33 \times R47\,700$ ) kan veroorsaak.

### Inhoudskadefunksies

Viljoen, Vos en Marais (1977) bespreek die metodiek wat in verskillende lande gevolg is. Hulle verwys na die Verenigde Koninkryk, Verenigde State van Amerika (VSA) en sekere ander lande. In die Verenigde Koninkryk verdeel Penning-Rowsell en Chatterton (1977) die stedelike gebied in sosiale kategorieë wat die mense se bestedingsvermoë verteenwoordig. Binne hierdie sosiale kategorieë het Penning-Rowsell tipiese huise en tipiese inventarisse van die inhoud van die huise geïdentifiseer. Kosteberekenaars het vloedskades vir verskillende dieptes en duurte van oorstroming vir elke inventaris opgestel. Die ligging van geboue is vanaf lugfoto's en kontoerkaarte geïdentifiseer en die woonhuise is dan in verskillende kategorieë van enkel- tot dubbelverdiepings 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 die VSA is meestal

voortgebou op White [soos aangehaal deur Viljoen *et al.* (1977)] en Kates en Burton (1986a,b) se benadering van vloedskadefunksies.

In die Forbes-studie, wat in Australië gedoen is, word die skadeberamings deur respondente self gedoen (Higgins & Robinson, 1981). Alhoewel daar 'n groot variasie tussen individuele beramings by dieselfde diepte was, is aanvaarbare skadefunksies verkry deur die ingesamelde data op die basis van diepte van oorstroming te groepeer.

In 'n verslag oor vloedskade in Sydney 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 die volgende ses stappe ingedeel (Smith en Tobin, 1979):

- 'n Lys word vir die belangrikste huishoudelike items in 'n wooneenheid opgestel.
- 'n Verteenwoordigende steekproef van die inwoners van die verskillende subkategorieë eiendomme word besoek om die lys in te vul.
- Die ingevulde vraelyste van elke subkategorie word geanaliseer om 'n lys van verteenwoordigende huisinhoud per huishouding op te stel.
- 'n Geldwaarde word aan elke item toegewys en die kwaliteit en die toestand daarvan word in aanmerking geneem.
- Die hoogte bo die vloervlak waar elke item beskadig is, word genoteer.
- Die inligting word gekombineer om skadefunksies vir elke subkategorie saam te stel.

#### □ **Skadefunksies vir die verskillende huishoudelike items in Suid-Afrika**

Data oor die inventaris van die huisinhoud van verskillende huishoudings is deur middel van vraelyste ingesamel (Booyesen, 1994). Huisinhoud is in afsonderlike items soos sitkamerstelle, yskaste en slaapkamerstelle verdeel. Vir elk van hierdie items is

'n skadefunksie ontwikkel. Hierdie skadefunksies, wat deur Smith (1993) 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. Om te verseker dat hierdie data in die studie toegepas kan word, is kundiges in die veld om hul menings gevra. Venter (2000) het die tabel in Bylae 2 ondersoek en hy was van mening dat die tabel wel gebruik kan word.

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

$$S = OW \times V_i \times n$$

S = skade op 'n spesifieke hoogte van oorstroming

OW = oorblywende waarde

$V_i$  = vatbaarheid vir skade op die spesifieke hoogte

n = hoeveelheid

OW =  $W_v \times p$

$W_v$  = waardeverminderingsfaktor

p = prys van die item<sup>1</sup>

$W_v = (L_d - O) / L_d$

$L_d$  = lewensduurte

O = ouderdom van die item

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

---

<sup>1</sup> Die meeste items se pryse is by handelaars vasgestel. 'n Gemiddelde prys van elke item is gebruik.

**Oorblywende waarde** is wat die item op daardie tydstop werd is en nie die prys van 'n nuwe item nie (Penning-Rowell & Chatterton, 1977). Verder beveel die outeurs aan dat pryse van tweedehandse artikels nie gebruik word nie, want dit veroorsaak dat die waarde onderwaardeer word omdat tweedehandse verkope 'n geforseerde transaksie is. MacBean *et al.* (1988a) gebruik vervangingswaarde (*replacement cost*) wat bereken word deur die koopprys van die item met depresiasie aan te pas, wat 'n waardeverminderingfaktor as resultaat het.

**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 as riglyn in hierdie studie besluit, ongeag ouderdom.

Die **vatbaarheid** vir skade is van Bylae 2 afgelei. Indien 'n item tot en met 'n sekere hoogtes oorstrom, sal 'n sekere persentasie van die oorblywende waarde beskadig wees.

**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 *The Australian National University*, ontwikkel.

Die items waarvoor skadefunksies volgens Metode 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 van hoe die items sal beskadig nie. Die probleem word ook nie in die literatuur aangespreek nie. Al hierdie losgoed sal egter nie 100 persent beskadig wees nie. Daar is in oorleg met waardeerders en in 'n poging om 'n oorberaming van skade te voorkom, op 'n skadewaarde van 20 persent van die huidige waarde



van die items besluit. Die skadefunksie wat vir die losgoed deur metode B ontwikkel is, word in die volgende voorbeeld verduidelik: Die waarde van ornamente wat tussen 0,5 m en 2 m bo vloervlak voorkom, is op R10 000 beraam. Wanneer die vloedwater 1 m deur die huis vloei, word aanvaar dat die ornamente met 0,5 meter oorstroom (1 m - 0,5 m); 33,33 persent van die ornamente ( $0,5/1,5 \times 100$ ) oorstroom dus. Die skade aan die ornamente is R 666 [ $33,33\% \times (0,2 \times 10\ 000)$ ]. As die huis 2 m oorstroom, sal die ornamente in die huis 1,5 m onder water wees (2 m - 0,5 m), wat 100 persent van die ornamente is. Die skade is dus R2 000 vir 2 m oorstroming. (100% van R10 000 x 0,2). Muurbehangsels soos skilderye word as 100 persent beskadig beskou as die watervlak die onderste deel van die skildery bereik. As die interval van die muurbehangsel byvoorbeeld tussen 1 m en 2 m is en die waarde van die muurbehangsels R50 000 is, sal die skade R50 000 wees as die huis met meer as 1 m oorstroom. Die waarde wat deur die respondent verskaf word, word in die geval van antieke items as oorblywende waarde beskou. Vir die berekening van skade word vatbaarheid vir skade aan die antieke items op dieselfde manier as die gewone huishoudelike items gehanteer.

In Bylae 2 is vir elke huishoudelike item 'n nommer gegee wat in Tabel 4 verbind kan word met metode A of B. Dit toon watter metode vir watter items gebruik is.

**TABEL 4 DIE ITEMS EN DIE BETROKKE METODES VIR DIE BEREKENING VAN INHOUDSKADEFUNKSIES**

Metode	Item nommer (Bylae 2)
A	2 tot 49, 54 tot 71, 76 tot 92
B	50, 51, 52, 72, 73, 74, 75 en ander los goed

#### □ Skadefunksies vir die verskillende kategorieë huise

Die skade (op verskillende dieptes van oorstroming) aan die inventaris word gesommeer om 'n inhoudskadefunksie vir 'n betrokke woonhuis te kry. Die som-totaal verteenwoordig die totale skadefunksie vir die huis. Nadat die skadefunksies vir die huise waar die vraelyste ingevul is, ontwikkel is, word die skadefunksie vir kategorieë waarin die betrokke woonhuise geklassifiseer is, deur middel van kwadratiese regressievergelykings vasgestel. Klassifikasie is volgens die eksterne

kwadratiese regressievergelykings vasgestel. Klassifikasie is volgens die eksterne aansigte van die huise gedoen (Smith & Greenaway 1988). Huise word volgens hierdie klassifikasie in verskillende kategorieë ingedeel. Kwadratiese regressie pas die data beter as 'n reguitlynregressie en die korrelasiekoëffisiënt ( $R^2$ ) is deur die kwadratiese vergelyking verhoog.

$$y = b_0 + b_1X + b_2X^2$$

$$y = \text{skade per hoogte-interval}$$

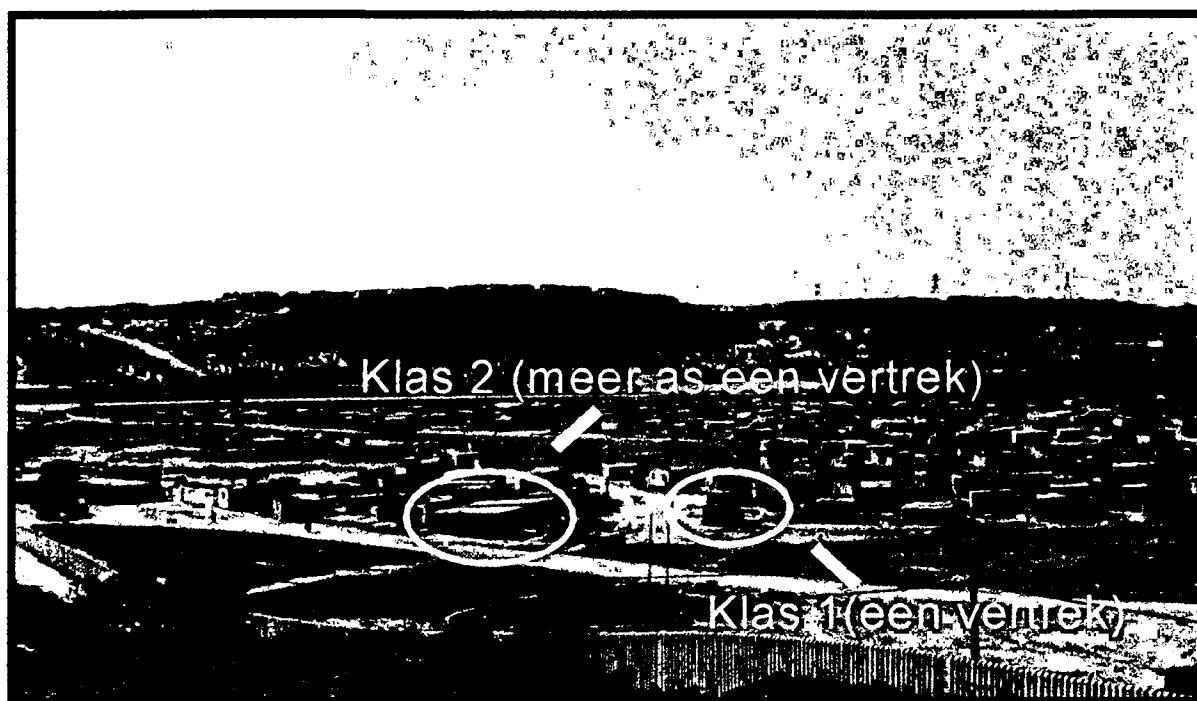
$$X = \text{hoogte-interval}$$

$$b_i = \text{konstante}$$

Die tweede deel van die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir die kategorieë wooneenhede in die ondersoekgebied, is die byvoeging van struktuurskade. Die struktuurskadefunksies wat in afdeling a ontwikkel is, word as struktuurskadesyfers gebruik.

## **b) DIE ONTWIKKELING VAN VLOEDSKADEFUNKSIES VIR INFORMELE BEHUISING**

Vloedskadefunksies vir informele nedersettings is nog nie vantevore in Suid-Afrika ontwikkel nie, maar die nedersettings kom wel in Suid-Afrikaanseloedvlaktes voor. Dit is ook die geval in die ondersoekgebied, Soweto-on-Sea langs die Chattyrivier. Hierdie gebied is gebruik om vloedskadefunksies vir informele nedersettings te ontwikkel. Tydens 'n voorafopname is huise in dieloedvlakte in twee kategorieë verdeel, naamlik Kategorie 1 (as die huis net uit een vertrek bestaan) en Kategorie 2 (wanneer daar meer as een vertrek in die huis is). In Figuur 1 word die twee tipes aangedui.



**Figuur 1** Voorbeelde van verskillende kategorieë huise wat in Soweto-on-Sea voorkom

Alhoewel daar nie op die sosiale impak van 'n vloed op 'n plakkergemeenskap ingegaan word nie, is so 'n impak baie groot. Die sterftes gedurende die 1996-vloed in Mpumalanga (Beeld, 14/02/1996) is 'n sprekende voorbeeld hiervan. In hierdie navorsing word egter net na die finansiële implikasies van vloede gekyk en die vloedskadefunksies wat in hierdie bylae ontwikkel is, is met behulp van finansiële data opgestel.

### **Struktuurskadefunksies**

Uit 'n grondgebruiksopname is vasgestel dat die twee hoof konstruksiemateriaal tipes sinkplaat en hout is. Die metodes wat gebruik word om eiendomme in die vloedvlakte te identifiseer, maak dit nie moontlik om te bepaal uit watter konstruksiemateriaal die huise bestaan nie<sup>2</sup>. As gevolg hiervan word die aanname gemaak dat die huise van sinkplaat is en dat die skade aan die betrokke struktuur die vervangingswaarde van die sinkplate is. Die gemiddelde prys van 'n sinkplaat

<sup>2</sup> In Hoofstuk 4 word van twee metodes gebruik gemaak om wooneenhede in die Soweto-on-Sea se vloedvlakte te identifiseer, naamlik lugfotos en kaarte.

(0,61 m x 1 m) is R16,25 (1999). Vir 'n huis van 40 m<sup>2</sup> (gemiddeld in die studiegebied) sal ongeveer 82 sinkplate nodig wees. Die potensiële skade kan dan bereken word as R1 332. Hierdie waarde sluit net die uitgawe aan sinkplate in en arbeid en ander koste word nie in berekening gebring nie. In die vraelyste is respondente ook versoek om 'n beraming van die waarde van hul huise te maak en die berekende gemiddeldes van al twee kategorieë wissel tussen R1 165 en R1 240. Die waardes vergelyk goed met die benadering waar nuwe sinkplate gebruik is. Uit gesprekke met boere wat plaaswerkershuise gedurende die 1988-vloede in die Oranjerivierfloedvlakte (Upington) verloor het, is bepaal dat plakkershuise meegesleur sal word met 'n vloeddiepte van 0,5 m tot 1 m. Die berekende struktuurskade en die skadesyfers wat deur die respondente van al twee kategorieë verskaf is, stem ooreen, daarom is aanvaar dat as die plakkershuise met 0,5 m of meer oorstroom, die skade aan die struktuur R1 200 per huis sal beloop, ongeag of dit kategorie 1 of 2 is.

### **Inhoudskadefunksie**

Vir die ontwikkeling van inhoudskadefunksies is 'n totaal van 103 vraelyste deur 'n groep opgeleide veldwerkers by inwoners in die Soweto-on-Seagebied voltooi. In die vraelys (Bylae 3) moes 'n lys van die items in elke huis opgestel word. Dieselfde metode wat vir formele behuising gebruik is (Afdeling 2, Bladsy ii), is ook vir informele behuising gebruik. Skade aan elke item in die wooneenheid is per diepte van oorstroming bepaal, waarna die skadewaardes gesommeer is om die totale skadefunksie per wooneenheid op te stel. Hierdie vloedskadefunksie is gekombineer om funksies vir die twee kategorieë te ontwikkel. In die formules wat gebruik is om vloedskadefunksies op te stel, is twee waardes as oorblywende waarde gebruik. Eerstens, is die waarde wat deur die respondent verskaf is gebruik en tweedens is die pryse van nuwe items (met veroudering in ag genome) as oorblywende waarde gebruik. Tabel 5 is die resultaat van die oefening.

**TABEL 5 INHOUDVLOEDSKADEFUNKSIES IN RAND (1999) SOOS ONTWIKKEL VIR INFORMELE BEHUISING IN DIE SOWETO-ON-SEAVLOEDVLAKTE**

Kategorieë	Diepte oorstrom bo grondvloer in meter									
	0	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
Kategorie 1*	15	270	385	690	930	1 110	1 225	1 280	1 280	1 280
Kategorie 1**	40	940	1 350	2 410	3 220	3 780	4 090	4 155	4 155	4 155
Kategorie 2	180	1000	1 370	2 350	3 105	3 635	3 950	4 045	4 045	4 045
Kategorie 2**	90	1 915	2 740	4 885	6 510	7 620	8 215	8 300	8 300	8 300

\* waardes deur respondente verskaf in Rand

\*\* Vervangingswaarde in Rand

### **3) DIE ONTWIKKELING VAN RESIDENSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES WAT NASIONAAL TOEGEPAS KAN WORD**

Die belangrikste gebruik van vloedskadefunksies is die beraming van potensiële vloedskade wat weer 'n belangrike inset in vloedvlaktebestuur is. Potensiële vloedskade kan eerstens as indikator vir vloedskaderisiko gebruik word (Hoofstuk 3), waarna die impak van vloedskadeverminderingsaksies op potensiële vloedskade getoets word. Op die oomblik is daar vloedskadefunksies vir net vier stedelike gebiede in Suid-Afrika, naamlik Upington, Vereeniging, Despatch en Uitenhage. Wanneer vloedvlaktebestuur op ander gebiede toegepas moet word, ontbreek die nodige vloedskadefunksies. Twee benaderings bestaan om hierdie probleem te oorkom. Eerstens kan 'n volledige opname in die gebied gedoen word waartydens die nodige inligting ingesamel word. Die tweede benadering is om standaard vloedskadefunksies (funksies wat in meer as een gebied gebruik kan word) te gebruik.

In hierdie afdeling word twee metodes, wat dit moontlik maak om vloedskadefunksies sonder uitgebreide opnames saam te stel, ondersoek. Eerstens word skade as 'n persentasie van totale waarde van items in huisvertreke uitgedruk. Tweedens word die vloedskadefunksies wat vir Upington, Vereeniging (Booyesen, 1994), Despatch en Uitenhage ontwikkel is, gekombineer om standaard vloedskadefunksies daar te stel.

**a) SKADE AS PERSENTASIE VAN TOTALE WAARDE**

Huisinhoud is volgens die tabel in Bylae 2 in kategorieë wat met vertrekke (sitkamer, eetkamer/kombuis en slaapkamers) in 'n huis ooreenstem, ingedeel. Nog kategorieë is muurbehangsels, ornamente en items soos stofsuiers, wasmasjiene en beddegoed wat as "ander" geklassifiseer word. Skilderye word deur muurbehangsels verteenwoordig.

Vir die opstel van persentasiefunksies word skade as 'n persentasie van totale waarde in spesifieke vertrekke uitgedruk. Die totale waarde van die items in elke vertrek word bereken deur al die items in die vertrek se huidige waarde by mekaar te tel. Huidige waarde is wat die item op daardie stadium werd is en nie die prys van 'n nuwe item nie; dus word ouderdom en waardevermindering in ag geneem. In Tabel 6 word 'n voorbeeld van die berekening verskaf waar die totale waarde van die items in die spesifieke vertrek R80 560 is.

**TABEL 6 'n VOORBEELD OM DIE PERSENTASIE VERTREKINHOUDESKADE TE BEPAAL**

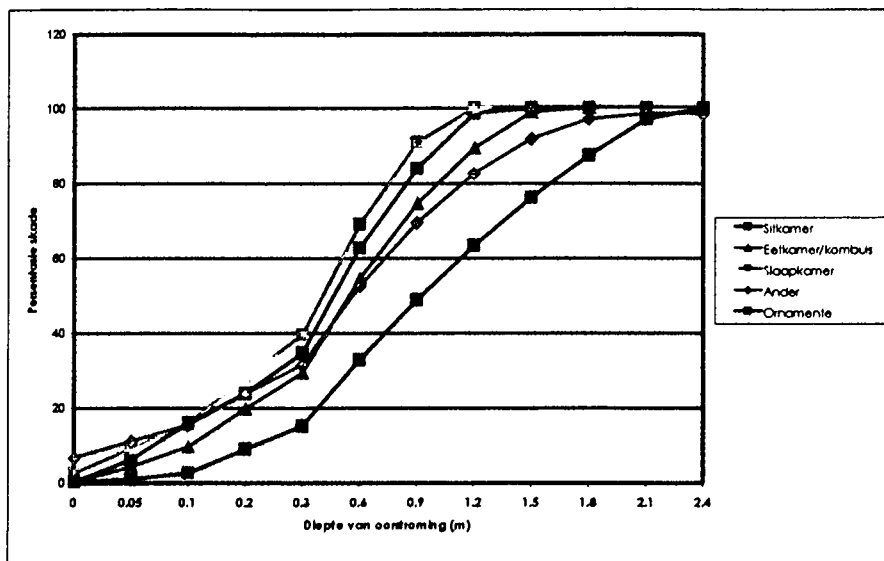
Diepte oorstroom	0,1 m	0,3 m	0,6 m	1,2 m	1,5 m	2,4 m
Skade (R)	5 120	12 258	28 012	62 023	76 300	80 560
%	6	15	35	77	95	100

Op 0,3 m sal die skade R12 258 wees, wat 15 persent van R80 560 is. Die persentasie skade vir elke huis se vertrekke is op bogenoemde wyse bereken. Oorspronklike skadedata per wooneenheid wat met vraelyste ingesamel is, is verdeel in die vertrekkategorieë en as persentasie van totale waarde uitgedruk. Al die persentasies van dieselfde kategorieë (byvoorbeeld sitkamer) is saamgevoeg en 'n kromlynige regressie-analise is tussen diepte van oorstroming en persentasie skade uitgevoer.

**Sitkamer**

$$Y = 4,43 + 115,66x - 32,81x^2$$

$$R^2 \text{ van } 0,89$$



**Figuur 2** Inhoudskade (R) vir huise as persentasie van totale huidige waarde van die inhoud van 'n kategorie (1999)

**TABEL 7** INHOUDSKADE (R) VOLGENS DIEPTE VAN OORSTROMING UITGEDRUK AS PERSENTASIE VAN TOTALE HUIDIGE WAARDE VAN INHOUD VAN 'n KATEGORIE

	Skade teenoor diepte van oorstroming (m)									
	0	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
<b>Sitkamer</b>	0	23,71	34,49	62,45	83,81	98,60	100	100	100	100
<b>Eetkamer/kombuis</b>	0	19,59	29,15	54,35	74,37	89,18	98,81	100	100	100
<b>Slaapkamer</b>	2,37	27,87	39,36	68,81	90,73	100	100	100	100	100
<b>Ander</b>	6,55	23,54	31,38	52,30	69,32	82,42	91,62	96,91	98,30	98,30
<b>Ornamente</b>	0	8,82	15,05	32,67	48,71	63,15	76,01	87,28	96,96	100

Vir die omskakeling van hierdie persentasie skadefunksie na vloedskade in monetêre waarde moet vraelyste vir 'n ondersoekgebied ingevul word. In hierdie vraelyste word die totale huidige waarde van die items in 'n vertrek gevra. Die totale huidige waarde word met persentasies uit Tabel 7 vermenigvuldig om skade per diepte van oorstroming te bereken. Totale waarde van die inhoud in byvoorbeeld 'n sitkamer van 'n respondēt word met 34,49 persent vermenigvuldig om die skade met 0,3 m oorstroming te kry.

**Eetkamer/kombuis**

$$y = -1,258 + 110,00x - 28,86x^2$$

$$R^2 = 0,93$$

**Slaapkamer**

$$y = 2,37 + 135,85x - 41,86x^2$$

$$R^2 = 0,92$$

**Ornamente**

$$y = -4,17 + 66,70x - 8,83x^2$$

$$R^2 = 0,89$$

**Ander**

$$y = 6,55 + 89,28x - 21,71x^2$$

$$R^2 = 0,83$$

Waar  $y$  = persentasie skade van totale inhoudwaarde per vertrek

$x$  = diepte van oorstroming in meter

**Muurbehangsels**

Omdat die korrelasiekoëffisiënt van die regressievergelyking van skade aan muurbehangsels te laag is (Vereeniging 0,386), is besluit om nie 'n funksie vir muurbehangsels voor te stel nie. Om muurbehangsels in 'n vloedskadefunksie te akkommodeer, kan 'n aparte afdeling in 'n vraelys aan muurbehangsels afgestaan word. In Figuur 2 en Tabel 7 word die vloedskadefunksies wat deur bogenoemde metode ontwikkel is, grafies en in tabelvorm voorgestel.



**b) DIE OPSTEL VAN STANDAARDVLOEDSKADEFUNKSIES**

Standaardvloedskadefunksies is funksies wat in verskillende ondersoekgebiede gebruik kan word en word ontwikkel deur 'n verskeidenheid van wooneenhede in verskillende dele van die land te ondersoek. Kategorieë van wooneenhede wat vir die verskillende gebiede geïdentifiseer is, kan gekombineer word om standaard residensiële kategorieë te kry. Vier gebiede wat alreeds in Suid-Afrika ondersoek is, is die munisipale areas van Upington, Vereeniging, Despatch en Uitenhage. Upington se residensiële gebied is in agt kategorieë, Vereeniging in 15 en Despatch en Uitenhage in drie kategorieë ingedeel. In Tabelle 8 tot 10 word die verskillende kategorieë vir die residensiële gebiede van Upington, Vereeniging, Despatch en Uitenhage in tabelvorm weergegee. In Bylae 4 word die kategorieë deur foto's van huise voorgestel.

**TABEL 8 WOONEENHEIDKATEGORIEË VIR DIE RESIDENSIËLE GEBIED IN DIE UPINGTON VLOEDVLAKTE**

Kategorieë	Beskrywing
Kategorie 1	Klein - lae ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 2	Medium - middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 3	Groot - middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 4	Klein - middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 5	Medium - hoë ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 6	Groot - hoë ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 7	Medium - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)
Kategorie 8	Groot - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)

**TABEL 9 WOONEENHEIDKATEGORIEË VIR DIE RESIDENSIEËLE GEBIED IN DIE VEREENIGING VLOEDVLAKTE**

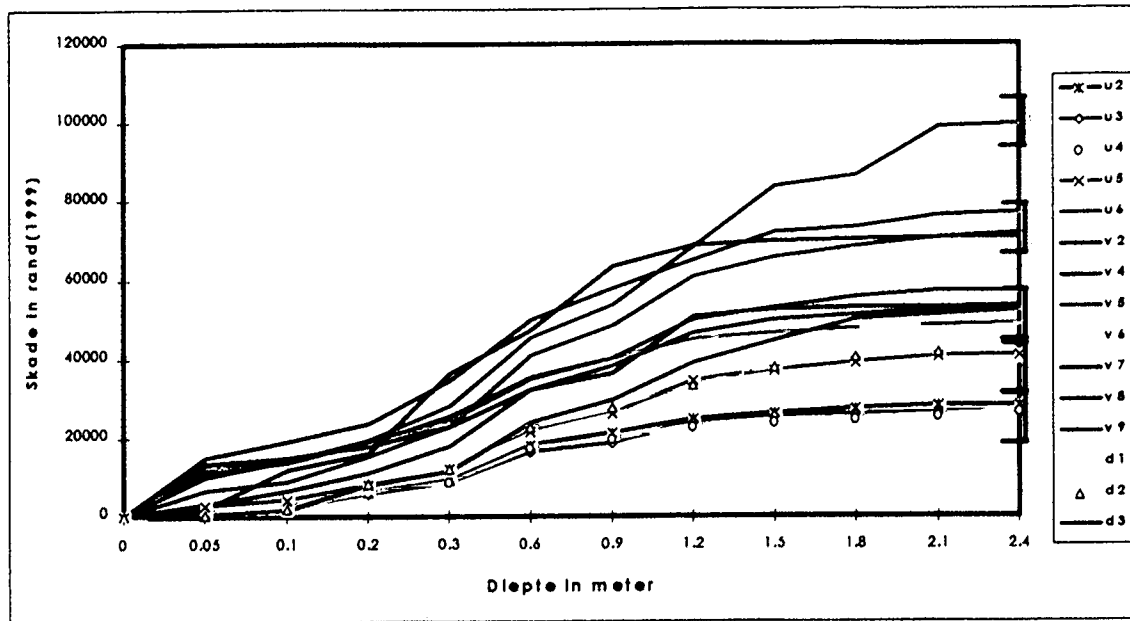
Kategorie 1	Klein woonstelle*
Kategorie 2	Groot/medium woonstelle
Kategorie 3	Klein meenthuise*
Kategorie 4	Groot/medium meenthuise
Kategorie 5	Klein woonhuise
Kategorie 6	Medium woonhuise
Kategorie 7	Groot woonhuise
Kategorie 8	Luukse groot woonhuise
Kategorie 9	Villas
Kategorie 10	Groot/medium woonstelle (dubbelverdieping)
Kategorie 11	Groot/medium meenthuise (dubbelverdieping)
Kategorie 12	Klein woonhuise (dubbelverdieping)
Kategorie 13	Groot woonhuise (dubbelverdiepings)
Kategorie 14	Luukse groot woonhuise (dubbelverdieping)
Kategorie 15	Villas (dubbelverdieping)

\* Geen respondente

**TABEL 10 WOONEENHEIDKATEGORIEË VIR DIE RESIDENSIEËLE GEBIED IN DESPATCH EN UITENHAGE SE VLOEDVLAKTE**

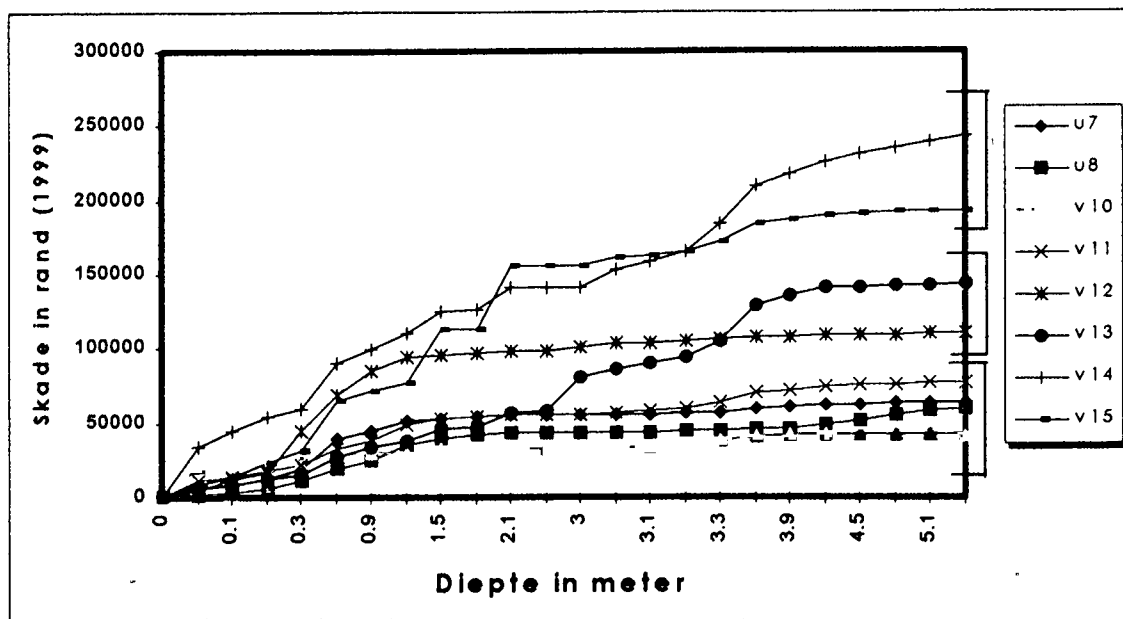
Kategorieë	Beskrywing
Kategorie 1	Klein - middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 2	Medium - middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 3	Groot - middel ekonomiese tipe - woonhuis

Nadat die vier studiegebiede se residensiële vloedskadefunksies met mekaar vergelyk is, is verskillende kategorieë saamgevoeg om nuwe kategorieë te vorm. Die samevoeging het volgens die huisinhoudvloedskadefunksies van die onderskeie kategorieë geskied. Die indeling word in Figure 4 en 5 voorgestel.



(D= Despatch en Uitenhage, U = Upington, V = Vereeniging)

**Figuur 3** Inhoudskadefunksies vir enkelverdiepingwooneenhede in Upington, Vereeniging, Despatch en Uitenhage



**Figuur 4** Inhoudskadefunksies (1999) vir dubbelverdiepingwooneenhede in Upington en Vereeniging

In Tabel 11 word die kategorieë van Figure 3 en 4 in agt nuwe kategorieë geklassifiseer waarvan vyf enkelverdiepings en drie dubbelverdiepings verteenwoordig.

**TABEL 11 UPINGTON-, VEREENIGING-, DESPATCH- EN UITENHAGE-KATEGORIEË WAT SAAMGEVOEG IS VIR DIE BEREKENING VAN STANDAARD VLOEDSKADEFUNKSIES**

Kategorieë	Kategorieë
Kategorie 1	V9
Kategorie 2	V7, U6, V8
Kategorie 3	V2, V4, V5, V6, D3
Kategorie 4	U5, D1, D2
Kategorie 5	U2, U3, U4
Kategorie 6	V19, V19
Kategorie 7	V14, V12
Kategorie 8	V11, U7, U8, V2

(D= Despatch en Uitenhage, U = Upington, V = Vereeniging)

Nadat die wooneenhede in die nuwe kategorieë geklassifiseer is, is kromlynige regressiepassings op die wooneenhede wat saamgevoeg is, se vloedskadefunksies gedoen om funksies vir die verskillende standaardkategorieë te ontwikkel. Die resultaat word in Tabel 12 getoon.

**TABEL 12 DIE STATISTIESE FUNKSIE VIR DIE STANDAARD VLOEDSKADEFUNKSIES**

Kategorieë	Funksie	Korrelasiekoeffisiënt
Kategorie 1	$y = 12\,313 + 85\,706x - 21\,962x^2$	$R^2\,0,66$
Kategorie 2	$y = 5\,835 + 84\,735x - 21\,272x^2$	$R^2\,0,63$
Kategorie 3	$y = 1\,915 + 49\,186x - 12\,544x^2$	$R^2\,0,49$
Kategorie 4	$y = 229 + 39\,182x - 9\,114x^2$	$R^2\,0,54$
Kategorie 5	$= 342 + 27\,475x - 7\,234x^2$	$R^2\,0,69$
Kategorie 6	$= 24\,583 + 63\,030x - 4\,908x^2$	$R^2\,0,291$
Kategorie 7	$y = 35\,702 + 10\,172x + 2\,064x^2$	$R^2\,0,25$
Kategorie 8	$= 12\,507 + 22\,211x - 2\,328x^2$	$R^2\,0,26$

Waar  $y$  = skade in R-waarde (1999)  $x$  = diepte van oorstroming in meter

In Tabel 13 word die nuwe saamgevoegde kategorieë beskryf en in Tabelle 13 en 14 word die inhoudskadefunksies getoon. Alhoewel die verskillende kategorieë in Tabel 13 in tabelvorm beskryf word, word die kategorieë in Bylae 4 meer in detail met foto's aangetoon.

**TABEL 12 KATEGORIEË WOONEENHEDE WAARVOLGENS STANDAARD-VLOEDSKADEFUNKSIES INGEDEEL KAN WORD**

Kategorieë	Beskrywing
Kategorie 1	Groot luukse woonhuis
Kategorie 2	Groot - hoë ekonomiese tipe wooneenheid
Kategorie 3	Medium - hoë ekonomiese tipe wooneenheid
Kategorie 4	Medium/ middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 5	Klein/ middel ekonomiese tipe woonhuis
Kategorie 6	Groot luukse - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)
Kategorie 7	Groot - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)
Kategorie 8	Groot/medium - hoë ekonomiese tipe wooneenheid (dubbelverdieping)

**TABEL 13 STANDAARDHUISINHOUDVLOEDSKADEFUNKSIES VIR ALGEMENE GEBRUIK (ENKELVERDIEPING)**

	Skade in Rand (1999) vir diepte van oorstroming (m)								
	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Kategorie 1	12 268	35 918	55 628	71 400	83 232	91 125	95 081	95 097	91 174
Kategorie 2	5 814	29 234	48 839	64 629	76 605	84 765	89 110	89 641	86 357
Kategorie 3	1 908	15 485	26 812	35 890	42 718	47 297	49 626	49 706	47 536
Kategorie 4	227	11 122	20 382	28 007	33 999	38 355	41 077	42 165	41 618
Kategorie 5	342	7 905	14 172	19 141	22 812	25 187	26 264	26 044	24 527

TABEL 14      STANDAARDHUISINHOUDEVLOEDSKADEFUNKSIES      VIR      ALGEMENE      GEBRUIK  
(DUBBELVERDIEPING)

	Skade in Rand (1999) vir diepte van oorstroming (m)										
	0	0.6	0.9	1.5	2.1	3	3.6	4.2	4.5	5.1	5.4
<b>Kategorie 6</b>	24 351	71 158	94 561	141 367	188 177	258 391	305 203	352 015	375 421	422 235	445 642
<b>Kategorie 7</b>	44 187	52 863	58 042	70 084	84 369	110 006	129 902	152 042	163 953	189 460	203 055
<b>Kategorie 8</b>	15 480	30 936	37 886	50 229	60 496	72 007	77 087	80 092	80 816	80 708	79 877

Laastens word die struktuurskadefunksies wat in Afdeling 2 (bladsy II) ontwikkel is, by die inhoudskadefunksies gevoeg. Kategorie 1 (struktuurskadefunksie) word saam met Kategorie 5 (huisinhoudskadefunksie) gebruik, terwyl Kategorie 2 saam met Kategorieë 4 en 6 en Kategorie 3 saam met Kategorieë 1 tot 3, 7 en 8 gebruik word. Kategorie 1 verteenwoordig 'n lae ekonomiese tipe wooneenheid en word dus aan Kategorie 5 toegedeel omdat Kategorie 5 ook 'n lae ekonomiese tipe huis verteenwoordig. Net so word Kategorie 2 ('n middel ekonomiese tipe wooneenheid) aan Kategorieë 4 en 6, wat middel ekonomiese tipe huisinhoud voorstel, gekoppel, terwyl Kategorie 3 aan Kategorieë 1, 3, 7 en 8 toegedeel word, wat hoë ekonomiese tipe wooneenhede voorstel.

#### 4)      DIE ONTWIKKELING VAN KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES

Na gesprekke met Smith (Persoonlike Kommunikasie, 1993) is besluit om skade vir die afsonderlike besighede, in terme van skade aan voorraad, geboustruktuur, toerusting, asook die verlies aan inkomste, afsonderlik te bereken. Om vloedskadefunksies vir afsonderlike besighede te ontwikkel, is dit nodig dat al die bogenoemde elemente van vloedskade in ag geneem word. Die metodes wat gevolg word om die skade aan die verskillende komponente te beraam, is ontwikkel deur Penning-Rowell en Chatterton (1977) en verfyn deur Parker *et al.* (1987). In die volgende gedeelte word die verskillende skadekomponente afsonderlik behandel.

**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 oorstrom, te bereken.

$$TS = W \times V$$

$$TS = \text{Totale skade}$$

$$W = \text{Waarde van die voorraad}$$

$$V = \text{Vatbaarheid vir skade}$$

Die waarde van die voorraad word verkry vanaf die vraelyste wat by eienaars van sakeondernemings in die ondersoekgebied ingevul is. Die persentasie vatbaarheid vir skade word in Bylae 2 aangetoon en is deur Penning-Rowse en Chatterton (1977) ontwikkel. Die spesifieke ondersoek het in 1977 plaasgevind, en alhoewel die resultate in 1994 en 1996 (Booyen 1994; Booyen *et al.*, 1996) gebruik is, is persone in die kleinhandel gevra om die waardes in die tabel te evalueer. Die doel van hierdie aksie was om te bepaal of die waardes wel in die studie gebruik kon word. Vyf kundiges in die kleinhandelbedryf is in 2000 genader en gevra om na die tabel te kyk en hul mening oor die toepasbaarheid te gee. Die algemene gevoel was dat die waardes in die tabel wel toegepas kon word. Van die verandering wat voorgestel word, is goedere soos babastootwaentjies waar vatbaarheid vir skade van 65 persent voorkom. Ander goedere soos horlosies sal in sekere gevalle nie afgeskryf word nie en skade aan wynprodukte kan tot 35 persent wees.

In die vorige vergelyking is net die totale skade verkry wanneer die voorraad heeltemal oorstrom word. Om 'n skadefunksie vir voorraad daar te stel, is dit nodig om die skade-per-hoogte intervalle te bereken en die totale skade word dan met die hoogteverspreiding van die voorraad vermenigvuldig. Die volgende vergelyking is gebruik:

- S = TS x I  
 S = Skade-per-hoogte-interval  
 TS = Totale skade  
 I = Ruimtelike verspreiding van die voorraad in die winkel (Tabel 15)

Tabel 16 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 en Chatterton dit wel as wyer aanwendbaar. Daar sal byvoorbeeld R6 020 skade aan voorraad met 'n oorstroming van 1,2 m wees (60,2 persent van die totale skade, wat R10 000 is). Dieselfde kundiges waarna vroeër verwys is, is gevra om na die tabel te kyk en hul mening oor die toepasbaarheid te gee. Die meerderheid het saam gestem dat die waardes nog steeds gebruik kan word. Van die veranderinge wat voorgestel is, is dat die gemiddelde verspreiding van voorraad op 0,9 m 10 persent kan wees; op 1,8 m kan dit 60 persent wees; op 2,4 m kan dit 70 persent wees en op 2,7 m kan die verspreiding tot 100 persent wees.

**TABEL 15 DIE GEMIDDELTE PERSENTASIE HOOGTEVERSPREIDING VAN VOORRAAD IN KLEINHANDELWINKELS**

Hoogte (m)	Perentasie voorraad op die hoogte gestoor
0,3	11,7
0,6	25,9
0,9	43,0
1,2	60,2
1,5	76,4
1,8	88,7
2,1	95,2
2,4	99,0
2,7	99,6

Bron: Penning-Rowsell en Chatterton, 1977



In die opname by die ondernemings in die ondersoekgebied (Despatch en Uitenhage) se vloedvlakte is 'n lys deur middel van 'n vraelysopname opgestel 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 17), gebruik. Dit was moontlik om vatbaarheid vir skade van 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 16 VERALGEMEENDE VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE VAN TOERUSTING IN KLEINHANDELWINKELS (ENGLAND)**

Winkelkategorie	Vatbaarheid vir skade (persentasie van toerusting se waarde)			Grootste komponente van skade
	0,2 m	1,2 m	1,5 m	
Kruideniers- en Algemene voedselvoorraad	21	57	100	Koelkaste, verwarmers en lugversorgers in die plafon
Slaghuse	0	5	8	Koelkaste
Vishandelaars en Plumveehandelaars	31	56	98	Koelkaste, verwarmers en lugversorgers
Groente- en vrugtehandelaars	37	58	74	Rakke, vertoonkaste en koelkaste
Drankwinkels	11	14	17	Rakke en vertoonkaste
Bakkerie, tabakverkopers en nuusagente	19	28	46	Rakke en vertoonkaste
Skoenwinkels	0	6	29	Rakke en vertoonkaste
Mans- en seunsklerewinkels	14	36	52	Rakke en vertoonkaste
Dames- en dogtersklerewinkels en linnewinkels	22	45	45	Rakke en vertoonkaste
Meubelwinkels	10	20	50	Onbekend
Radio's en elektriese ware	3	12	33	Rakke, vertoonkaste en elektriese toebehore
Radio- en televisiewinkels	14	26	27	Elektriese toebehore
Hardeware, breekware, muurpapier en verf-winkels	1	3	30	Kasregisters en lugversorgers
Apteke en foto-Grafiese winkels	26	26	28	Rakke en vertoonkaste
Juweliers, 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-Rowell en Chafferton, 1977*

Dieselfde persone van die kleinhandel is genader om hul mening oor die vatbaarheid vir skade van die toerusting te gee. Weereens was die algemene mening dat die waardes in die studie gebruik kon word. 'n Voorstel is gemaak dat vir groter winkels masjinerie, verkoelers, groot ligte en alarmstelsels in ag geneem moet word, indien oorstromings van meer as 4 m sou plaasvind.

**Indirekte vloedska** (verlies aan inkomste) het twee veranderlikes wat die omvang van die skade bepaal (Penning-Rowse & Chatterton, 1977), naamlik die omset wat die onderneming het en die tydsduur van ontwrigting. Ontwrigting kan op twee maniere veroorsaak word:

- Die onderneming self kan oorstrom word; en/of
- die toegangsweë van die onderneming kan afgesny word.

Parker *et al.* (1987) klassifiseer ontwrigting van 'n besigheid, wat spruit uit 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, omdat die verbruikersvraag van 'n huishouding wat onderhewig is aan oorstroming, as gevolg van verlies aan inkomste, kan verander. Hierdie verandering word veroorsaak deur verpligte afwesigheid van die werk; die vervanging of herstel van beskadigde eiendom wat kan veroorsaak dat die vraag na ander produkte verskuif; 'n vertraging of slegs gedeeltelike vergoeding deur versekeringsuitbetalings; en die tyd om op te ruim. Die effek van oorstroming op huisgesinne en winkels kan in Tabel 18 waargeneem word.

**TABEL 17 DIE MOONTLIKE EFFEK OP KLEINHANDELBSIGHEDE AS GEVOLG VAN OORSTROMING VAN HUISHOUDINGS EN WINKELS**

Tipe kleinhandelgoedere	Huishouding oorstrom: vraag na kleinhandelprodukte is:	Winkels oorstrom: vraag na kleinhandelprodukte is:
Voedsel en noodsaaklike goedere	Onveranderd	oordraging en/of plaasvervanging
Nie-duursame inkomste en elastiese produkte	Verminder	verlore of uitgestel
Huishoudelike duursame produkte	Vermeerder	uitgestel

**Bron: Parker et al., 1987**

Die twee aspekte, omset en ontwrigting, word op verskillende maniere deur verskillende navorsers gebruik om indirekte skade te bereken. Penning-Rowse 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

weeklikse omset wat hulle deur middel van vraelyste insamel, asook die bruto handelswins tot omsetverhouding wat hulle van sekondêre bronne verkry. Parker *et al.* (1987) se kritiek is dat berekening van skade deur Penning-Rowse en Chatterton se metode sal lei tot 'n onderskatting van verliese. Volgens hulle 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:

$$IS = PTW + VP$$

$$PTW = o.BU.GP + (GP.PV)(1 - OP)$$

of

$$PTW = BUW.W.BU.GP + (GP.PV)(1 - O)$$

IS = indirekte skade

PTW = potensieel-toegevoegde waarde

o = totale omset per dag

BU = gedeelte van die bruto uitset wat deur die onderneming bygevoeg is

GP = aantal dae van geen produksie/verkope

GP = aantal dae van gedeeltelike produksie/verkope

PV = gedeelte van produksieverlies gedurende GP

OP = gedeelte van die produksie/verkope wat opgemaak kan word

VP = potensiële koste van die verhaling van verlore produksie/verkope

O = gedeelte van verlore verkope wat opgemaak is

BUW = bruto uitset per werker per dag

W = aantal werkers

Indirekte skade kan deur enige van die twee vergelykings bereken word. Parker *et al.* (1987) beveel egter aan dat die tweede vergelyking 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. Totale verlies aan besigheid word deur Higgins en Robinson (1981) deur statistiese formules bereken. Die waarde wat hulle 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. 'n Verdere voorbeeld van indirekte skade is die vermoë om te spandeer, wat as gevolg van die voorkoms van vloede kan verander (Higgins & Robinson, 1981).

Smith *et al.* (1990) 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 en dit dus moeilik is om dit te bepaal.

Uit die literatuurstudie is die volgende metode saamgestel en in hierdie ondersoek gebruik:

$$V = BM \times D$$

$$V = \text{verlies aan omset}$$

$$BM = \text{bruto marge}$$

$$D = \text{dae van ontwingting (Tabel 18)}$$

$$BM = BUd \times T$$

$$BUd = \text{bruto uitset per dag}$$

$$T = \text{gedeelte van die bruto uitset wat deur die onderneming toegevoeg is}$$

Die verlies aan inkomste word bereken deur die bruto marge te vermenigvuldig met die aantal dae wat die onderneming nie sake doen nie. Bruto marge is bruto inkomste minus veranderlike koste soos elektrisiteit en vervoer en vaste koste word ook nie in berekening gebring nie. Bruto marge in dié geval word bereken deur die bruto uitset per dag te vermenigvuldig met toegevoegde waarde. Soos reeds genoem, het tydperk van ontwingting 'n invloed op indirekte skade. Die tydperk van ontwingting wat in hierdie ondersoek gebruik word, is deur Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en Parker *et al.* (1987) bepaal (Tabel 19).

**TABEL 18** SAKEONDERNEMINGS: TYDPERK VAN ONTWRIGTING VIR DIE VERSKILLENDE DIEPTES VAN OORSTROMING (PENNING-ROUSELL EN CHATTERTON (1977) EN PARKER ET AL. (1987))

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

Indien 'n sakeonderneming oorstrom met 'n diepte van 0,9 m, word aangeneem dat daardie onderneming vir 14 dae nie sake sal doen nie. Vir supermarkte word aanvaar dat die tydperk vier dae sal wees.

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

Na gesprekke met Smith (Persoonlike Kommunikasie, 1993) en ander kundiges is daar besluit om in hierdie studie 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-Rowsell & Chatterton, 1977).

### **Die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir verskillende sakeondernemings**

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 daarvoor is omdat daar groot verskille in skadepotensiaal en oppervlakte van dieselfde tipe besigheid bestaan. ANUFLOOD<sup>3</sup> bied 'n praktiese oplossing deur kommersiële en industriële eiendom afsonderlik te hanteer.

Om skadefunksies vir gebruik in ANUFLOOD te ontwikkel, moet die onderskeie besighede in kategorieë verdeel word. Die veranderlikes waarop die indeling berus, is die waarde en die vatbaarheid vir vloedskade van die voorraad en die oppervlakte van die besigheid. Drie groottekategorieë en vyf waardekatégorieë word deur Smith *et al.* (1990) onderskei. Smith (1994) bevestig die benadering gedurende 'n besoek aan Suid-Afrika en in 'n artikels wat gedurende hierdie besoek gepubliseer het. Groottekategorieë wissel tussen klein (minder as 186 m<sup>2</sup>), medium (186 - 650 m<sup>2</sup>) en groot (groter as 650 m<sup>2</sup>) vloeroppervlakte. Die groot kategorie se skadefunksie word as skade per vierkante meter beraam, terwyl die ander kategorieë se skade as totale skade weergegee word. Volgens Smith (1994) kan groot variasies tussen besighede voorkom. Hy noem die verskil tussen vroue klerewinkels as voorbeeld. 'n Modehuis met minder, maar duur uitrustings, verskil van 'n gewone klerewinkel met baie klere. Skade aan die eersgenoemde winkel kan baie hoër wees. Smith (1994) stel voor dat die toekenning van waardeklasse gedurende 'n veldopname gebruik kan word om hierdie probleem te oorkom. Verder kan vraelyste oor die waarde van die voorraad en toerusting ook gebruik word om die waardeklasse te bevestig.

Gedurende 'n studie in New Zealand (Smith, 1985) waartydens tasbare stedelike vloedskade beraam is, is dieselfde benadering gevolg. Die kommersiële sektor is in drie waardeklasse naamlik laag, medium en hoog ingedeel. Voorbeelde van besighede wat in die lae waarde klas val, is bloemiste, kafees, kantore en publieke geboue. Onder die medium klas val slaghuise, bakkerie, afdelingswinkels, hardewarewinkels en kerke. Winkels wat elektriese goedere verkoop, klerewinkels, apteke, bottelstore en motorverkope is van die besighede wat in die hoë waardeklas geval het.

---

<sup>3</sup> ANUFLOOD is 'n rekenaarmodel wat deur die Australië Nasionale Universiteit ontwikkel is. Die metodes wat deur die model gevolg word, is deur Smith ontwikkel.

Beide hierdie twee aanbevelings en die inligting van New Zealand is in Suid-Afrika gebruik om waardeklasse vir die opstel van kommersiële vloedskadefunksies op te stel. 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.

In die volgende afdeling word eerstens vloedskadefunksies vir Despatch en Uitenhage ontwikkel, waarna dié funksies met funksies wat in 1993 vir Vereeniging (Booyesen, 1994) ontwikkel is, gekombineer word om standaardfunksies te skep. Soos reeds in Hoofstuk 2 genoem, kom kommersiële grondgebruik oorwegend in Despatch voor, maar in Uitenhage is ook van dié grondgebruike teenwoordig. Die metode wat vir die ontwikkeling van vloedskadefunksies gebruik is, is dieselfde as wat Booyesen (1994) toegepas het.

#### **a) DIE ONTWIKKELING VAN KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES VIR DIE DESPATCH- EN UITENHAGEGEBIED**

Die metodes wat in die voorafgaande afdelings ontwikkel is, word in die volgende afdeling gebruik om vloedskadefunksies vir die ondersoekgebiede Despatch en Uitenhage op te stel.

Die eerste stap was om besighede wat in die vloedvlakte geleë is, te identifiseer. Inligting is vanaf hierdie ondernemings verkry deur vraelyste te laat invul. Uit die data wat ingesamel is, is gepoog om vir elke onderneming waar 'n vraelys ingevul is, 'n skadefunksie op te stel. 'n Skadefunksie is vir voorraad, toerusting, struktuur en die verlies aan inkomste opgestel. Om 'n totale vloedskadefunksie vir die onderneming te kry, word skade aan die verskillende komponente bymekaar getel. Vir die inkorporering van kommersiële struktuurskade is hoë ekonomiese kategorie huise (Tabel 3), van residensiële klassifikasie, se struktuurskade as struktuurskade vir ondernemings geneem.

Die ondernemings word nou in verskillende kategorieë wat deur die grootte en waarde van die voorraad bepaal word, ingedeel. Vloedskadefunksies vir die verskillende kategorieë van kommersiële aktiwiteite word bereken deur die



gemiddelde skade vir spesifieke diepte-intervalle te bereken. Elke onderneming van die spesifieke kategorie se vloedskadefunksie word saam met die ander ondernemings van dieselfde kategorie se vloedskadefunksies gegropeer en die gemiddelde per diepte word dan bereken. In Tabel 19 word die vloedskadefunksies wat vir Despatch en Uitenhage ontwikkel is, getoon. 'n Onderneming met hoë waarde, byvoorbeeld 'n duur klerewinkel en 'n winkeloppervlakte groter as 650 m<sup>2</sup>, se skade met 'n diepte van oorstroming van 1,2 m, is ongeveer R100 000 (650 x R155).

**TABEL 19 KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES (1999) SAAMGESTEL VIR DESPATCH EN UITENHAGE (SONDER STRUKTUURSKADE)**

Grootte-kategorie	Waarde-kategorie	Skade in Rand veroorsaak deur diepte van oorstroming in meter							
		0.3	0.6	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
1	1	8 100	18 100	26 000	27 400	28 400	29 000	54 500	54 600
1	2	23 800	54 037	102 000	117 400	129 100	135 300	170 500	171 000
1	3	169 000	376 200	847 800	1 059 300	1 220 000	1 304 900	1 386 000	1 393 800
2	1	46 500	105 500	218 000	259 900	291 700	308 500	349 800	351 400
2	2	17 100	38 600	67 100	74 000	79 300	82 100	115 200	115 500
2	3	41 900	92 600	186 100	210 700	229 300	239 200	276 500	277 400
3	1	23	53	100	117	129	136	170	171
3	2	52	106	220	236	248	255	284	285
3	3	35	79	155	159	162	163	179	179

#### **b) DIE ONTWIKKELING VAN STANDAARD KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES**

Met hierdie navorsing sowel as uit die literatuur is gevind dat die opstel van standaardvloedskadefunksies vir die kommersiële sektor moeiliker is as vir die residensiële sektor. Deur Smith en Greenaway (1993) se benadering te volg, is dit tog moontlik om standaardfunksies saam te stel. Gebiede wat reeds ondersoek is, is Vereeniging, Despatch en Uitenhage. Data vir hierdie drie ondersoekgebiede is saamgevoeg en 'n poging is aangewend om 'n standaardfunksie saam te stel.

Hierdie vloedskadefunksies is die totale vloedskadefunksies wat struktuurskade uitsluit.

Omdat dieselfde benadering vir die opstel van vloedskadefunksies by al drie gebiede gevolg is, is besluit dat die data bymekaar gevoeg kan word om standaardfunksies te ontwikkel. Omdat Vereeniging se opname reeds in 1993 plaasgevind het, is die waardes na 1999 aangepas. Die aangepaste waardes verskyn in Tabel 20 verskyn.

**TABEL 20 KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIE VIR VEREENIGING (1999) SONDER STRUKTUURSKADE**

Groot- tekatogorie	Waarde- katogorie	Skade in Rand veroorsaak deur oorstroming (diepte in meter)							
		0.3	0.6	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
1	1	21 600	46 500	78 900	81 200	81 200	81 200	112 700	112 700
1	3	17 000	37 600	64 900	75 200	81 700	85 000	118 400	118 700
1	4	26 400	57 500	110 000	129 100	140 800	147 000	182 000	182 600
1	5	70 800	156 900	322 300	372 200	406 000	424 000	466 000	467 800
2	1	16 600	30 500	48 300	56 800	56 800	56 800	88 300	88 300
2	2	33 300	58 100	112 400	144 700	149 200	151 500	184 400	184 600
2	3	30 900	69 600	136 400	163 300	180 500	189 600	226 400	227 200
2	4	50 900	112 700	229 600	269 300	298 300	313 600	354 000	355 400
2	5	205 700	455 000	1 026 600	1 282 000	1 473 100	1 574 100	1 664 600	1 673 900
3*	2	28	65	124	141	153	159	190	190
3*	3	74	167	361	419	463	487	505	508

\* Skade per vierkante meter

Vir die opstel van standaardvloedskadefunksies is na die oorspronklike datastelle van Vereeniging, Despatch en Uitenhage teruggegaan en al die individuele

vloedskadefunksies is weer volgens voorraadwaarde en eiendomsoppervlakte geklassifiseer. Waarde van voorraad is in die volgende vyf kategorieë ingedeel:

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| • R0 <sup>4</sup> (geen voorraad) | Banke                        |
| • Kleiner as R60 000              | Haarsalonne en klein kafees  |
| • R60 000 - R250 000              | Slaghuisse en klerewinkels   |
| • R250 000 - R1 300 000           | Drankwinkels en motorverkope |
| • Groter as R1 300 000            | Hardeware en vdeowinkels     |

Dit is belangrik om daarop te let dat bogenoemde slegs voorbeelde uit die ondersoekgebiede is en dat van die ondernemings ook in ander kategorieë kan val. Ander ondernemings wat nie genoem is nie, kan ook in dié kategorieë val. Die klassifikasie sal afhang van die waarde van voorraad. Na die indeling volgens voorraadwaarde is die stel verder verdeel. Hierdie verdeling het volgens die vloeroppervlakte wat in Afdeling 4 (bladsy xxxiv) aanbeveel is, plaasgevind. Die gemiddelde skade per diepte van oorstroming is vir elke kategorie bereken en word in Tabel 21 saamgevat.

---

<sup>4</sup> Waardes in terme van 1999 uitgedruk.

TABEL 21

## STANDAARD KOMMERSIËLE VLOEDSKADEFUNKSIE VIR ALGEMENE TOEPASSING

Waarde- kate- gorie	Grootte- kate- gorie	Skade in Rand (1999) veroorsaak deur diepte van oorstroming in meter							
		0.3	0.6	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
1	1	24 100	50 400	89 400	98 700	101 900	103 600	136 000	136 200
1	2	36 900	81 100	158 000	180 500	195 400	203 300	239 400	240 200
2	1	12 000	26 100	41 400	46 300	49 100	50 500	80 200	80 400
2	2	29 900	57 800	111 600	137 400	147 900	153 500	188 300	188 800
2	3*	41	93	184	201	214	220	250	250
3	1	31 800	70 700	138 600	161 700	176 800	184 900	221 000	221 800
3	2	29 600	65 800	127 900	150 000	166 100	174 500	210 900	211 700
3	3*	62	99	226	240	251	257	290	290
4	1	81 800	186 900	383 400	430 900	466 400	485 200	527 600	529 400
4	2	23 900	75 000	187 700	240 000	280 900	308 700	342 600	362 400
4	3*	48	111	222	233	242	247	265	265
5	1	188 600	467 700	1 127 900	1 445 300	1 695 300	1 840 300	1 943 500	1 977 400
5	2	157 800	351 700	783 700	968 000	1 106 900	1 180 400	1 254 800	1 261 600
5	3*	50	113	243	282	311	327	342	343

\* Skade per vierkante meter

## 5) DIE ONTWIKKELING VAN INDUSTRIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES

Uit die literatuur bevind Booysen (1994) dat industriële vloedskadefunksies nie soos residensiële en kommersiële vloedskadefunksies volgens kategorieë opgestel kan word nie. Die rede hiervoor is dat aanlegte soveel verskil. Van die verskille lê in metodes van produksie, bestuursverskille en die grootte van aanlegte. Vir die beraming van industriële vloedskade is die prosedure dus om vraelyste by elke aanleg in die ondersoekgebied te laat invul en 'n funksie vir elkeen op te stel. Met die ondersoek in Uitenhage het samewerking deur nyweraars gewissel. Van die nyweraars het dadelik hul samewerking gegee en vraelyste ingevul, terwyl ander

onderhoude toegestaan het, maar vraelyste is nooit van hierdie persone terug ontvang nie. In totaal is slegs ses vraelyste verwerk.

**a)                    TEORIE VIR DIE OPSTEL VAN INDUSTRIËLE VLOEDSKADEFUNKSIES**

Kates (1965) het vroeg in die sestiger jare metodes ontwikkel om industriële skade te bepaal. Hy het alreeds gedurende daardie tydperk bevind dat 'n standaard vloedskadefunksie nie vir industrieë ontwikkel kan word nie.

Penning-Rowsell en Chatterton (1977) verdeel die vraelys om industriële skade te beraam in nege afdelings. In Figuur 5 word hierdie indeling uiteengesit.

Afdelings ses tot tien word in vraelyste gebruik. Vraag ses handel oor die huidige waarde van die aanleg en toerusting, vraag sewe oor grondstowwe en onvoltooide goedere wat op die perseel gestoor word, vraag agt oor voltooide goedere, vraag nege oor totale fisiese skade en vraag tien oor gemiddelde weeklikse omset. Weeklikse omset of verlies aan inkomste word nie direk in die vloedskadefunksie verreken nie, maar word later bygevoeg sodra bepaal is hoe lank die aanleg uit produksie was.

1.	Naam van maatskappy	
2.	Tipe besigheid	
3.	Totale area van perseel	
4.	Totale area van grondvloer	
5.	Hoogte van grondvloer	
6.	Aanleg en toerusting	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
7.	Grondstowwe en onvoltooide goedere	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
8.	Voltooide goedere	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) vertikale verspreiding</li> <li>(b) huidige netto waarde</li> <li>(c) vatbaarheid vir waterskade</li> </ul>
9.	Totale fisiese skade	verwagte skade van vloedorstroming vir verskillende dieptes
10.	Gemiddelde weeklikse omset	
11.	Vermoë om produksie te verskuif	
12.	Vermoë om produksie te verplaas	

**Figuur 5 Inligting benodig vir die beraming van potensiële industriële skade**

Waardes waarmee skade aan aanleg, toerusting, grondstowwe, onvoltooide goedere, voltooide goedere en struktuur bepaal word, word deur die respondente verskaf. Ander inligting soos vatbaarheid vir skade, word ook deur die respondente verskaf. Hierdie benadering word deur Penning-Rowse en Chatterton (1977) en Smith (1993) aanbeveel. In Tabel 22 word die vrae aangetoon wat handel oor skade aan aanleg en toerusting wat in die vraelys gestel is. Respondente is gevra om aan te dui wat die waarde van toerusting is; watter persentasie van die toerusting by verskillende hoogtes voorkom; en watter persentasie van die waarde van die toerusting sal beskadig indien dit met verskillende dieptes oorstroom. Uit hierdie inligting word 'n vloedskadefunksie vir die drie komponente (aanleg en toerusting, grondstowwe, asook onvoltooide en voltooide goedere) opgestel, wat weer bymekaar gevoeg word om 'n skadefunksie vir die aanleg op te stel.

**TABEL 22 VOORBEELD VAN VRAAG WAT TYDENS 'n OPNAME TE UITENHAGE AAN NYWERAARS GEVRA IS**

8.a	Wat is die totale huidige waarde van die aanleg en die toerusting (geboue uitgesluit)?/What is the total current value of this plant and equipment (buildings excluded)?	R.....				
8.b	Watter persentasie van die aanleg en toerusting (geboue uitgesluit) word by die volgende hoogtes aangetref?/What percentage of plant and equipment (buildings excluded) is kept at the following heights?	0 m - 0,5 m	0,5 m - 1 m	1 m - 2 m	2 m - 3 m	+3 m
		%	%	%	%	%
8.c	Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan deur vloedskade?/What percentage of this value would be lost as a result of flood damage?	%	%	%	%	%
		R	R	R	R	R

Indirekte skade is moeiliker om te bereken en die besluit is geneem om Parker *et al.* (1987) se benadering aan te pas en dit in die navorsing te Uitenhage te gebruik. Na hulle kritiek op bestaande metodes en die aanpassing van Penning-Rowsell en Chatterton (1977) se benadering, besluit Parker *et al.* (1987) op 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 soos oortydbetaling, verhoging in elektriese koste of die koste van die verskuiwing van produksie binne die onderneming, en laer produktiwiteit as gevolg van oorstroming moet by die verlies by toegevoegde waarde getel word.

#### **b) VLOEDSKADEFUNKSIES VIR INDIVIDUELE NYWERHEDE IN DIE UITENHAGEVLOEDVLAKTE**

Die volgende tabelle is saamgestel uit inligting wat deur nyweraars in die Uitenhagevloedvlakte verskaf is. Skade aan verskillende skadekomponente van die

aanleg word in die tabelle aangegee en gesommeer om sodoende die totale vloedskadefunksie vir die aanleg te bereken. Na opstelling van die vloedskadefunksie word 'n volgende tabel opgestel wat die invloed van waarskuwingstyd op die vloedskadefunksie aantoon. Verskillende waarskuwingstye wat wissel van twee uur tot twee dae, is aan die respondente voorgehou. Die vraag was: Watter persentasie van die grondstowwe, produkte en los toerusting sal ontruim word met verskillende waarskuwingstye? Die persentasie goedere of produkte wat oorbly, word met die waardes wat in die vraelyste verskaf is, vermenigvuldig om sodoende die residuele skade te bereken.

Vervolgens word die verskillende nywerhede se vloedskadefunksies in tabelvorm aangegee. Om vertroulikheidsredes word na die nywerhede verwys as Nywerheid 1, ensovoorts.

**Nywerheid 1** met 'n oppervlakte van 7 886 m<sup>2</sup> vervaardig draad vir motorbande.

**TABEL 23 VLOEDSKADEFUNKSIE VAN NYWERHEID 1 IN DIE UITENHAGEVLOEDVLAKTE, 1999**

Skade aan:	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
	0.5	1	2	3
Aanleg en toerusting	2 431 100	6 077 700	4 375 900	4 862 200
Grondstowwe en onvoltooid goedere	1 050 200	1 969 200	2 188 000	2 188 000
Voltooid goedere	291 700	875 200	1 312 800	1 458 600
Struktuur	0	0	0	0
Totaal	3 773 000	8 922 100	7 876 700	8 508 800
Skade in R/m <sup>2</sup>	478	1131	999	1079

Die respondent kon nie 'n aanduiding gee van wat die skade aan struktuur kon wees nie. Daar word dus verwag dat die skadepotensiaal heelwat hoër is.



TABEL 24

## DIE RESIDUELE VLOEDSKADEFUNKSIE VIR VERSKILLENDEN WAARSKUWINGSTYE VAN NYWERHEID 1, 1999

Waarskuwing in ure	Persentasie wat verwyder kan word	Persentasie wat oorbly	Skade in Rand vir diepte van oorstroming in meter			
			0.5	1	2	3
2	0.1	0.9	3 395 700	8 029 900	7 089 000	7 658 000
4	0.2	0.8	3 018 400	7 137 700	6 301 400	6 807 000
12	0.25	0.75	2 829 800	6 691 600	5 907 500	6 381 600
24	0.3	0.7	2 641 100	6 245 500	5 513 700	5 956 200
48	0.3	0.7	2 641 100	6 245 500	5 513 700	5 956 200

Nywerheid 2 met 'n oppervlakte van 17 000 m<sup>2</sup> vervaardig krukasse en stuurmeganismes.

TABEL 25

## VLOEDSKADEFUNKSIE VAN NYWERHEID 2 IN DIE UITENHAGEVLOEDVLAKTE, 1999

Skade aan:	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
	0.5	1	2	3
Aanleg en toerusting	3 889 700	19 448 700	19 448 700	19 448 700
Grondstowwe en onvoltooide goedere	344 000	1 720 000	2 580 000	2 580 000
Voltooide goedere	303 900	303 900	303 900	303 900
Struktuur	954 200	2 862 600	4 771 000	5 725 200
Totaal	549 200	24 335 100	27 103 500	28 057 700
Skade in R/m <sup>2</sup>	267	1 263	1 314	1 314

TABEL 26

## DIE RESIDUELE VLOEDSKADEFUNKSIE VIR VERSKILLEDE WAARSKUWINGSTYE VAN NYWERHEID 2, 1999

Waarskuwing in uur	Persentasie wat verwyder kan word	Persentasie wat oorbly	Skade in Rand vir verskillende diepte van oorstroming in meter			
			0.5	1	2	3
2	0.01	0.99	4 492 200	21 257 800	22 109 200	22 109 200
4	0.015	0.985	4 469 600	21 150 400	21 997 500	21 997 500
12	0.02	0.98	4 446 900	21 043 100	21 885 900	21 885 900
24	0.025	0.975	4 424 200	20 935 700	21 774 200	21 774 200
48	0.06	0.94	4 265 400	20 184 200	20 992 600	20 992 600

Nywerheid 3 met 'n oppervlakte van 16 000 m<sup>2</sup> vervaardig motorkomponente.

TABEL 27

## VLOEDSKADEFUNKSIE VAN NYWERHEID 3 IN DIE UITENHAGEVLOEDVLAKTE, 1999

Skade aan:	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
	0.5	1	2	3
Aanleg en toerusting	0	82 050 000	182 330 000	212 700 000
Grondstowwe en onvoltooide goedere	0	1 455 000	2 425 000	3 233 000
Voltooide goedere	0	27 000	137 000	304 000
Struktuur	1 215 500	60 800 000	182 300 000	243 100 000
Totaal	1 215 500	144 332 000	367 192 000	459 337 000
Skade in R/m <sup>2</sup>	0	5 221	11 556	13 516

TABEL 28

## DIE RESIDUELE VLOEDSKADEFUNKSIE VIR VERSKILLENDIGE WAARSKUWINGSTYE VAN NYWERHEID 3, 1999

Waarskuwing in ure	Persentasie wat verwyder kan word	Persentasie wat oorbly	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
			0.5	1	2	3
2	0.1	0.9	0	75 178 000	166 404 000	194 631 000
4	0.2	0.8	0	66 825 000	147 914 000	173 006 000
12	0.25	0.75	0	62 649 000	138 670 000	162 193 000
24	0.35	0.65	0	54 295 000	120 180 000	140 567 000
48	0.5	0.5	0	41 766 000	92 446 000	108 128 000

Nywerheid 4 met 'n oppervlakte van 450 m<sup>2</sup> vervaardig motoruitlaatstelsels. As gevolg van onvoldoende inligting aangaande ontruimingstyd, kon residuele skade vir nywerheid 4 en 5 nie bereken word nie.

TABEL 30

## VLOEDSKADEFUNKSIE VAN NYWERHEID 4 IN DIE UITENHAGE VLOEDVLAKTE, 1999

Skade aan:	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
	0.5	1	2	3
Aanleg en toerusting	88 000	729 000	729 000	729 000
Grondstowwe en onvoltooide goedere	30 000	122 000	122 000	122 000
Voltooide goedere	60 000	134 000	134 000	134 000
Struktuur	438 000	730 000	730 000	730 000
Totaal	616 000	1 715 000	1 715 000	1 715 000
Skade in m <sup>2</sup>	396	2 188	2 188	2 188

Nywerheid 5 met 'n oppervlakte van 162 m<sup>2</sup> vervaardig motornommerplate.

TABEL 29 VLOEDSKADEFUNKSIE VAN NYWERHEID 5 IN DIE UITENHAGE VLOEDVLAKTE, 1999

Skade aan:	Skade in Rand vir verskillende dieptes van oorstroming in meter			
	0.5	1	2	3
Aanleg en toerusting	9 000	58 000	231 000	231 000
Grondstowwe en onvoltooide goedere	4 600	18 000	59 000	73 000
Voltooide goedere				
Struktuur				
Totaal	13 600	76 000	290 000	304 000
Skade in m <sup>2</sup>	85	469	1 790	1 876

Indien na die verskillende nywerhede se skadekomponente gekyk word, is dit duidelik hoe die waardes verskil. Skade aan aanleg en toerusting wat deur 2 m oorstroming veroorsaak word, wissel van R0,23 miljoen (Tabel 30) tot R182 miljoen (Tabel 28). Verder wissel die totale skade tussen R1 876 en R13 516 per m<sup>2</sup>. Hierdie verskil toon net die groot variasie wat daar tussen nywerhede bestaan, wat dit bykans onmoontlik maak om standaardfunksies op te stel.

## 6) SAMEVATTING, GEVOLGTREKING EN AANBEVELING

In hierdie bylae is vloedskadefunksies vir drie grondgebruike opgestel. Eerstens is vloedskadefunksies vir residensiële gebruike ontwikkel. Onder residensiël is formele sowel as informele behuising hanteer. Vloedskadefunksies is eerstens vir Despatch en Uitenhage ontwikkel (formele behuising), waarna hierdie funksies met funksies wat in 1993 vir Upington en Vereeniging ontwikkel is, gekombineer is om gesamentlike vloedskadefunksies saam te stel. By hierdie gekombineerde funksies is 'n persentasie- sowel as standaard vloedskadefunksie benadering toegepas.

Vloedskadefunksies is vir informele behuising op dieselfde manier as vir formele behuising ontwikkel. Eerstens is inhoudskadefunksies opgestel, waarna dit met struktuurskade gekombineer is om die totale vloedskadefunksie te verkry.

Na hierdie studie bestaan daar nou drie metodes om residensiële vloedskadefunksies vir 'n betrokke studiegebied te ontwikkel. Die eerste metode behels 'n omvattende opname waar die hele inventaris van 'n betrokke huis opgeteken en vloedskadefunksies daarvolgens opgestel word. Ten tweede, kan 'n verkorte vraelys gebruik word. In hierdie vraelys kan byvoorbeeld gevra word wat die waarde is van die items in die sitkamer (ornamente en muurbehangsels uitgesluit). Die waarde wat verkry is, word aan 'n persentasie gekoppel om skade per vertrek te bereken en dit word dan omgeskakel in totale vloedskadefunksies per huis. Derdens kan 'n standaard vloedskadefunksie gebruik word. Hierdie funksies kan aangepas word na gelang vloedskadedata meer raak. Die vereiste graad van akkuraatheid sal bepaal watter drie van die metodes gevolg gaan word. Die eerste metode sal meer akkurate inligting verskaf as die tweede en derde metodes, maar die laaste twee se voordele is weer koste- en tydbesparing.

Kommersiële vloedskadefunksies is ook vir Despatch en Uitenhage ontwikkel. Potensiële skadefunksies is vir individuele sakeondernemings ontwikkel. Skade aan voorraad, toerusting, struktuur en verlies aan wins is saamgevoeg om die verliesfunksies te voltooi. Die voltooide verliesfunksies is met verliesfunksies wat in Vereeniging ontwikkel is, gekombineer om standaard kommersiële vloedskadefunksies op te stel. Laastens is vloedskadefunksies vir vyf nywerhede in die Uitenhage vloedvlakte ontwikkel. Uit hierdie tabelle is dit duidelik wat die verskil in vloedskadefunksies van die verskillende nywerhede is. Die verskille veroorsaak dat standaard vloedskadefunksies nie vir nywerhede opgestel kan word nie.

Aanbevelings wat gemaak kan word sluit in verdere navorsing vir die uitbreiding en opdatering van inligting wat deur Penning-Rowse *et al.* (1977) gebruik is en 'n vollediger struktuurskade ondersoek.

## **BYLAE 2**

**TABEL A: DIE LEEFTYD EN VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE  
VAN ITEMS WAT IN EN OM WOONEENHEDE VOORKOM**

**TABEL B: DIE VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE VAN  
VOORRAAD IN KLEINHANDELWINKELS**

TABEL A: VERALGEMENE VATBAARHEID VIR VLOEDSKADE VAN INHOUD VAN WOONEENHEDE IN PERSENTASIE VAN DIE OORBLYWENDE WAARDE (AFDELING 2, BYLAE 1) UITGEDRUK

ITEM	NO.	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	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM MATTE	3	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN MATTE	4	10	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SITKAMERSTEL	5	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
LOS BANKE	6	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
LOS STOELE	7	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
TAFELS GROOT	8	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	9	10	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	10	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUUREENHEID	11	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KLEUR TELEVISIE GROOT	12	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	13	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	14	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
SWART EN WIT TELEVISIE														
GROOT	15	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	16	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
KLEIN	17	10	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
TV TROLLIE	18	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	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	10	0	0	20	20	50	50	100	100	100	100	100	100
MEDIUM	23	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
VIDEOMASJEN	25	10	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
M-NET DEKODEERDER	26	10	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
EETKAMER	27													
EETKAMERSTEL	28	10	0	15	15	15	33	100	100	100	100	100	100	100
KABINET	29	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
MUURPANEEL	30	15	0	0	10	33	33	100	100	100	100	100	100	100
KOMBUIS	31													
KOMBUISSTEL	32	10	0	10	15	20	75	75	75	100	100	100	100	100
EKSTRA STOELE	33	10	0	15	15	15	33	100	100	100	100	100	100	100
YSKAS GROOT	34	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
MEDIUM	35	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
KLEIN	36	20	0	0	0	20	70	70	80	100	100	100	100	100
VRIESKAS GROOT	37	20	0	0	0	25	70	70	80	100	100	100	100	100
MEDIUM	38	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
VRIES/YSKAS	40	20	0	0	0	15	60	60	80	100	100	100	100	100
STOOF GROOT	41	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
MEDIUM	42	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
KLEIN	43	20	0	0	0	10	10	33	80	80	100	100	100	100
MIKROGOLFOOND	44	20	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
ELEKTRIESE KETEL	45	15	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80
BROODROOSTER	46	15	0	0	0	0	0	0	75	75	75	75	75	75





**Veralgemene vatbaarheid vir vloedskade vir voorraad in 'n kleinhandelwinkels**

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.
Melkerie	100	Die publieke gesondheidsregulasies laat nie toe dat beskadigde melkprodukte herverkoop word nie, behalwe vir gebruik as diervoeding en dan sal die waarde baie laag wees.
Slaghuisse	100	Dieselfde as melkerie
Vis- en pluimvee	100	Dieselfde as melkerie
Groente- en vrugtehandelaars	100	Dieselfde as melkerie
Bakkerie	100	Dieselfde as melkerie
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 nuusagentskappe	100	Herwinningsmaatskappye dui aan dat die voorrade geen waarde sal hê nie, belasting wat op tabak betaal is, sal egter terug geëis kan word.
Skoenwinkels	100	Al item wat herwinbaar is, is rubberskoene die res sal afgeskryf word.
Mansklerewinkels	80	Hoe hoër die kwaliteit van die klere, hoe meer vatbaar is dit vir skade.
Dames- en algemene klerewinkels	85	Dieselfde as mansklerewinkels maar mode konstantheid verhoog die vatbaarheid vir skade.
Meubelwinkels	85	In die algemeen sal alle items wat oorstrom 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 elektriesewarewinkels	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 elektriesewarewinkels.

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.
Skryfbehoeft- en boekwinkels	95	Die syfer is as gevolg van die hoë waarde van boeke.
Apteke en fotografiese winkels	95	Vatbaarheid by medisyne is baie hoog en die vatbaarheid by fotografiese 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 vir skade. Fietse en fietstoebehore het 'n laer vatbaarheid vir skade.
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 bakkerij
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-Rowsell en Chatterton, 1977



**BYLAE 3**

**VRAELYSTE VIR DIE ONTWIKKELING VAN  
VLOEDSKADEFUNKSIES**

**DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT**  
**VLOEDSKADENAVORSING**  
**THE UNIVERSITY OF THE ORANGE FREE STATE**  
**FLOOD DAMAGE RESEARCH**

Hierdie opname word gedoen in samewerking met die Stadsrade van Despatch en Uitenhage. 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 Councils of Despatch and Uitenhage. The objective is to collect information for the development of a computer model with which flood damage can be estimated and flood control planning can be introduced.

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

Opnemernommer .....

Erfnommer .....

1. Adres van 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 plot .....m<sup>2</sup>

6. Die oppervlakte van die woonhuis/Area of house .....m<sup>2</sup>

7. Die oppervlakte van die buitegeboue/Area of outbuildings .....m

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 house .....j

**Die volgende vrae handel oor vorige vloed ondervinding/The following questions are about previous flood experience.**

12. Gedurende watter jaar was die vorige vloed/In which year did the previous flood occurred? .....
13. Tot watter diepte was die woonhuis oorstrom/To what depth was the house flooded? .....m
14. Die totale waarde van die skade/The total amount of the damage R.....
15. 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	%

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

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

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

18. Watter voorsorg het u getref bv. ontruiming of die pak van sandsakke ens./What precautions did you take for example, evacuation or sandbagging, etc.?

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

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

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

20. Hoe lank het dit geneem om te ontruim en wat was die koste daaraan verbonde/How long did the evacuation take and what was the cost involved?

..... R.....

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

Voertuie/Vehicles	
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 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. Wat is die ouderdom van die item? Wat skat u die huidige waarde van die item (R) /What is the age of the item? What do you estimate the present value of the item to be (R)?

ITEMS	JAAR/YEAR	WAARDE/VALUE	OPMERKINGS/REMARKS
SITKAMER/LOUNGE			
VLOERBEDDEKING/ FLOOR COVERING			
SITKAMERSTEL/ LOUNGE SUITE			
KABINET/CABINET			
MUUREENHEID/ WALL UNIT			
TELEVISIE/ TELEVISION			
TV TROLLIE/ TV TROLLEY			
DRAAGBARE RADIO/KASSET/ PORTABLE RADIO/CASSETTE			
HI FI			
VIDEOMASJEN/VCR			
M-NET DEKODEERDER			
BOEKE/BOOKS			
ORNAMENTE/ ORNAMENTS			
GORDYNE/CURTAINS			
LUGVERSORGERS/ AIR COND.			

ITEMS	JAAR/YEAR	WAARDE/VALUE	OPMERKINGS/REMARKS
<b>EETKAMER/ DINING-ROOM</b>			
VLOERBEDEKKING/ FLOOR COVERING			
EETKAMERSTEL/ DINING-ROOM SUITE			
KABINET/CABINET			
MUURPANEEL/ WALL UNIT			
<b>KOMBUIS/KITCHEN</b>			
VLOERBEDEKKING/ FLOOR COVERING			
KOMBUISSTEL/ KITCHEN CHAIRS/ TABLE			
YSKAS/ REFRIGERATOR			
VRIESKAS/ FREEZER			
VRIES-YSKAS/ FREEZER/REFRIGERATOR			
STOOF/STOVE			
MIKROGOLFOOND/ MICROWAVE OVEN			
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			
VOEDSEL/FOOD			



ITEMS	JAAR/YEAR	WAARDE/VALUE	OPMERKINGS/REMARKS
<b>SLAAPKAMERS/ BEDROOMS</b>			
VLOERBEDEKING/ FLOOR COVERING			
KLEREKAS/WARDROBE			
DRIEKWARTBED/ THREE QUATER BED			
DUBBELBED/ DOUBLE BED			
ENKELBED/ SINGLE BED			
BOEKRAK/BOOK SHELF			
SPIEËLKAS/ DRESSING TABLE			
KIS/CHESS			
MUUREENHEDE/ WALL-UNIT			
STOELE/CHAIRS			
TAFELS/TABLES			
<b>ANDER ELEKTRIES./ OTHER ELECTRICAL.</b>			
NAAIMASJEN/ SEWING MACHINE			
STOFSUIER/VACUUM CLEANER			
WASMASJEN/ WASHING-MACHINE			
TUIMELDROër/ TUMBLE DRIER			
<b>PERSOONLIK/ PERSONAL</b>			
BEDDEGOED/BEDDING			
BOEKE/BOOKS			
KLERE/CLOTHING			
STOKPERDJIE/HOBBY			
MUURBEHANGSELS/ WALL HANGINGS			

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

25. Hoe oud is die item? Wat skat u die waarde van die item? Binne watter hoogte interval lê die item/What is the age of the item? What do you estimate the value of the item to be? Within what height 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? (Omheining 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 Despatch/Uitenhage wil woon a.g.v. die vloedgevaar/Would you prefer to live elsewhere in Despatch/Uitenhage because of the danger of floods?

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

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

.....

31. Op watter manier sou 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	
Motorhuis	
Ander	

# DIE UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYSTAAT

## THE UNIVERSITY OF THE ORANGE-FREESTATE

Die inligting word benodig vir kommersiële vloedskadenavorsing.

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

The information is needed for commercial flood damage research.

The information will be treated as 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.  
.....m<sup>2</sup> (g/b) .....m<sup>2</sup> (e/p)
6. Die hoogte van die gebouvloer bo grondvlak/The height of the building floor above ground level  
.....m
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 toerusting is op die perseel/Which equipment are on the premises?  
.....  
.....  
.....
10. Wat is die omset/What is the turnover?  
Dag/day R ..... Maand/Month R .....
11. Hoeveel mense werk op die perseel/How many people work on the premises? .....

Opnemernommer/Number of surveyor .....

1. Naam van maatskappy/Name of company  
.....  
.....

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

Vraelys vir die nywerheidssektor/Questionnaire for the industrial sector

Hierdie opname word gedoen in samewerking met die Stadsraad van Uitenhage. 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 Uitenhage. 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 as strictly **CONFIDENTIAL**.

2. Tipe besigheid/Type of business  
.....  
.....  
.....

3. Wat is die totale oppervlakte van die perseel/What is the total area of the premises?  
.....m<sup>2</sup>

4. Wat is die grondvloeroppervlakte van die geboue/What is the ground floor area of the buildings?  
.....m<sup>2</sup>

5. Wat is die hoogte van die grondvloer van die geboue/What is the height of floor level of buildings?  
.....m<sup>2</sup>

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	<p>Wat is die totale huidige waarde van die aanleg en die toerusting (geboue uitgesluit)/What is the total present value of this plant and equipment (buildings excluded)?</p> <p>R.....</p>					
8.b	<p>Watter persentasie van die aanleg en toerusting (geboue uitgesluit) word by die volgende hoogtes aangetref/What percentage of plant and equipment (buildings excluded) is kept at the following heights?</p> <table border="1" data-bbox="666 344 1397 584"> <tr> <td>0m - 0,5m</td> <td>0m - 1m</td> <td>0m - 2m</td> <td>0m - 3m</td> <td>+3m</td> </tr> </table>	0m - 0,5m	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m
	0m - 0,5m	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m	
<table border="1" data-bbox="666 584 1397 645"> <tr> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </table>	%	%	%	%	%	
%	%	%	%	%		
8.c	<p>Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan deur vloed-skade/What percentage of this value would be lost through flood damage?</p> <table border="1" data-bbox="666 645 1397 801"> <tr> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </table>	%	%	%	%	%
	%	%	%	%	%	
<table border="1" data-bbox="666 801 1397 869"> <tr> <td>R</td> <td>R</td> <td>R</td> <td>R</td> <td>R</td> </tr> </table>	R	R	R	R	R	
R	R	R	R	R		
9.a	<p>Wat is die huidige waarde van die grondstowwe en onvoltooide goedere/What is the present value of the raw materials and unfinished goods?</p> <p>R.....</p>					
9.b	<p>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?</p> <table border="1" data-bbox="666 1032 1397 1227"> <tr> <td>0m - 0,5</td> <td>0m - 1m</td> <td>0m - 2m</td> <td>0m - 3m</td> <td>+3m</td> </tr> </table>	0m - 0,5	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m
	0m - 0,5	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m	
<table border="1" data-bbox="666 1227 1397 1285"> <tr> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </table>	%	%	%	%	%	
%	%	%	%	%		
9.c	<p>Watter persentasie van hierdie waarde sal verlore gaan deur vloed-skade?/What percentage of this value would be lost through flood damage?</p> <table border="1" data-bbox="666 1285 1397 1451"> <tr> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </table>	%	%	%	%	%
%	%	%	%	%		
10.a	<p>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?</p> <p>R.....</p>					
10.b	<p>Watter persentasie van voltooide goedere word op die volgende hoogtes gestoor?/What percentage of finished goods are stored at the following heights?</p> <table border="1" data-bbox="666 1615 1397 1809"> <tr> <td>0m - 0,5m</td> <td>0m - 1m</td> <td>0m - 2m</td> <td>0m - 3m</td> <td>+3m</td> </tr> </table>	0m - 0,5m	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m
	0m - 0,5m	0m - 1m	0m - 2m	0m - 3m	+3m	
<table border="1" data-bbox="666 1809 1397 1865"> <tr> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> <td>%</td> </tr> </table>	%	%	%	%	%	
%	%	%	%	%		

1 0.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 oorstrom 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. Watter persentasie van omset sal verlore gaan as die volgende persentasie werkers vir een dag nie by die werk kan opdaag nie/What percentage of turn over will be lost when the following percentage workers cannot attend work for one day?	Persentasie werkers/Percentage of workers	Persentasie omset verlies/Percentage of loss of turn over
	5%	
	10%	
	50%	
	75%	
16. Wat sal die opruimingskoste wees/What will it cost to clean up the premises?		
17. Wat is die gemiddelde omset per week van hierdie onderneming? What is the average turnover per week of this plant?	R.....	
18. Wat is die onderneming se bedryfskoste per week/What is the operating cost per week?	R.....	
19. Kan hierdie firma produksie verskuif 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
20. Is daar enige ander takke van die firma waarna produksie verskuif 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
21. Watter persentasie van die totale maatskappy produksie word by hierdie aanleg vervaardig/What percentage of total company production does this site normale account for?	.....%	



# University of the Orange Free State

## Departments of Agricultural Economics and Geography

### Questionnaire to determine flood damage

Information will be treated confidentially

Name of interviewer .....

Questionnaire number .....

---

Name of head of household .....

Address of household .....

Name of respodent .....

Contact address .....

---

#### 1. Information about site

1.1 What is the size (m<sup>2</sup>) of the site? .....

1.2 What type of fencing is around the site? .....

1.3 Who are the owner of the site? .....

1.4 What was the price paid for the site? .....

1.5 Remarks .....

#### 2. Information about house

2.1 What is the size of the house (m<sup>2</sup>)? .....

2.2 How many rooms are there in the house? .....

2.3 What type of building material was used in construction the house?  
.....

2.4 What is the value of the house (R)?  
.....

2.5 Describe is the location of the house relative to the river?  
.....

2.6 What method does the household use to get water? .....

2.7 Does the house have electricity (YES/NO) .....

2.8 Does the house have a telephone (YES/NO) .....

2.9 Remarks .....

.....



**5. Information about people living on the site**

Number	Ages
<b>Adults:</b> Males Females	..... .....
<b>Children</b> Males Females	..... .....

**6. Flood experience / Knowledge / Measures**

6.1 Do you have any flood experience?

.....

6.2 Do you know what the effects of floods are?

.....

6.3 Do you know what the flood risk in the area is?

.....

6.4 What damage prevention measures will you take in case of a flood warning?

.....

**7. Remarks**

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

**BYLAE 4**

**GRAFIESE VOORSTELLING VAN DIE VERSKILLEND  
RESIDENSËLE EIENDOMME GEKOPPEL AAN  
VLOEDSKADEFUNKSIES**

**Kategorie van huiseenhede waarin residensiële standaard vloedskadefunksies gegroepeer is**

Kategorie 1  
Groot luukse woonhuis



Kategorie 2  
Groot - hoë ekonomiese tipe wooneenheid



Kategorie 3  
Medium - hoë ekonomiese tipe wooneenheid



Kategorie 4  
Medium - middel ekonomiese tipe woonhuis



Kategorie 5  
Klein - middel ekonomiese tipe woonhuis



Kategorie 6  
Groot luukse - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)



Kategorie 7

Groot - hoë ekonomiese tipe woonhuis (dubbelverdieping)



Kategorie 8

Groot - middel - hoë ekonomiese tipe wooneenheid (dubbelverdieping)

