

# Die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir die landbousektor in die Benede-Oranjerivier

LA du Plessis\* en MF Viljoen

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

## Uittreksel

Hierdie artikel is deel van 'n reeks oor vloedskade-modellering. In elk van die artikels word 'n aspek wat vir die Suid-Afrikaanse situasie belangrik geag word, bespreek. Aangesien vloedskadefunksies 'n integrale deel van vloedskade-modellering vorm, word die soeklig in die artikel daarop geplaas.

Twee benaderings bestaan waarvolgens vloedskadefunksies bepaal kan word, naamlik die *ex post* en *ex ante*-benadering. By die beraming van vloedskade, gebaseer op werklike vloede (*ex post*-benadering), word skade gewoonlik of onder- of oorberaam. 'n Tweede metode om vloedskades te beraam, naamlik die *ex ante*-benadering is ontwikkel om van die leemtes in die *ex post*-benadering te oorkom. Die twee benaderings het elk voor- en nadele en behoort nie afsonderlik gebruik te word nie, maar aanvullend tot mekaar. In die artikel word die soeklig geplaas op die metodologie om *ex ante* vloedskadefunksies in 'n besproeiingsgebied te bepaal.

Die vloedvlakte van die Oranjerivier, stroomaf van die Gifkloofstuwal tot by die Manie-Conradiebrug by Kanoneiland, 'n afstand van 40 km rivieroewer wat ongeveer 4 500 hektaar besproeiingsgrond insluit, is as ondersoekgebied vir die navorsing gebruik.

## Abstract

This article is part of a series about flood damage simulation. In each article an aspect important to the South African situation is discussed. Stage damage curves (loss functions) form an integral part of flood damage simulation and are the focus of this article.

Two methods are available to estimate flood damage curves, namely an *ex post* and an *ex ante* approach. Flood damage, based on actual floods (*ex post*), is often either under or overestimated. A second method for estimating potential flood damages, namely the *ex ante* approach, was developed in order to surmount problems posed by the *ex post* approach. These two methods each have their own advantages and disadvantages and should be used supplementarily rather than separately. This article focuses on the methodology applied in the development of *ex ante* stage damage curves in an irrigation area.

The floodplain area of the Orange River, downstream from Gifkloof weir to the Manie-Conradie bridge at Kananon Island was used as study area for this research. It covers an area of 40 km riverbank and more or less 4 500 ha irrigation land.

## Inleiding

Die doel met die navorsing was om 'n vloedskadesimulasiemodel te ontwikkel om die voordele van verskillende vloedbeheer- en vloedskadebeheermaatreëls te bepaal. 'n Fundamentele onderdeel van vloedskadesimulasiemodelle is die beskikbaarheid van vloedskadefunksies. 'n Vloedskadefunksie beskryf matematies, grafies en/of tabellaries die verwantskap tussen die geldwaarde van die direkte vloedskade aan 'n beskadigde item (dit is die skade wanneer 'n item fisies in aanraking met die vloedwater kom) en een of meer kenmerke van die vloed, soos diepte van die vloedwater, duurte van oorstroming en sleurkrag van die vloedwater. Met behulp van sodanige verwantskappe kan onder meer die geldwaarde van die direkte skade wat deur vloede van verskillende omvang aangerig word, beraam word voordat die vloede werklik plaasvind. Benewens die vermoë om die skades van verwagte toekomstige vloedgebeure met sodanige vloedskadefunksies te beraam, het vloedskadesimulasiemodelle ook besondere gebruikswaarde in die beplanning van optimale vloed-

skadebeheermaatreëls (Viljoen en Smith, 1982).

In Suid-Afrika is tydens die ondersoek na die gevolge van vloede gedurende die sewentigerjare 'n begin gemaak met die ontwikkeling van 'n stel vloedskadefunksies gebaseer op werklike vloede (Viljoen en Vos, 1984). Die nodige opvolgnavorsing ten opsigte van die ontwikkeling van potensieële vloedskadefunksies is egter nie gedurende die tagtigerjare in Suid-Afrika voortgesit nie. Navorsing wat gedurende die tagtigerjare in die buiteland ten opsigte van vloedskadenavorsing uitgevoer is, sluit verfyning van die metodologie om vloedskadefunksies in stedelike gebiede te beraam in, asook ontwikkeling van rekenaarprogramme om vloedbeheer- en vloedskadebeheervoordele vas te stel. Penning-Rowell en Chatterton (1977) asook Parker et al. (1987) kan aangaande die verfyning van metodologie vir die bepaling van vloedskadefunksies in stedelike gebiede geraadpleeg word, terwyl die rekenaarprogram ANUFLOOD (Greenaway en Smith, 1992) vir die bepaling van vloedbeheer- en vloedskadebeheermaatreëls in stedelike gebiede genader kan word. Die hoofrede waarom opvolgnavorsing nie in Suid-Afrika onderneem is nie, kan toegeskryf word aan 'n gebrek aan fondse vir vloedskadenavorsing, hoofsaaklik omdat die land in 'n droogtesiklus in beweeg het.

Die doel van hierdie artikel is om aan te toon hoe te werk gegaan is om vloedskadefunksies vir 'n vloedgeteisterde besproeiingsgebied te konstrueer.

\* To whom all correspondence should be addressed.

☎ (051) 401-2213; fax (051) 448-0692; e-mail anton@landbou.uovs.ac.za  
Received 9 April 1996; accepted in revised form 14 February 1997.



Conradiebrug by Kanoneiland, 'n afstand van 40 km rivieroewer wat ongeveer 4 500 ha besproeiingsgrond oor agt besproeiingsrade versprei insluit, is vir die doel gekies. Dié gebied voldoen aan voormelde vereistes.

## Metode gevolg met navorsing

Twee besoeke is aan die ondersoekgebied gebring. Identifisering van vloedskadefaktore is tydens die eerste besoek onderneem. Tydens die tweede besoek is 'n vraelys, met behulp van persoonlike onderhoude by individuele vloedvlakbewoners voltooi. Die doel was om inligting van boere met vloedervaring te bekom om vloedskadefunksies saam te stel. Vraelyste is vervolgens met statistiese metodes ontleed ten einde vloedskadefunksies vir die ondersoekgebied saam te stel. Skade aan kanale, moederlyne en stormwaterslote is moeilik berekenbaar en daar is nie gepoog om vloedskadefunksies daarvoor te bepaal nie. Die meeste produsente in die ondersoekgebied maak van vloedbesproeiing gebruik, gevolglik is skade wat aan moontlike mikrobeproeingstelsels mag voorkom, buite rekening gelaat.

'n Fundamentele vereiste van die verliesfunksiemetodologie is dat die grondgebruik eers vasgestel moet word alvorens vloedskadefunksies vir elke grondgebruikstipe gekonstrueer kan word. 'n Vraelys is vir die identifisering van die grondgebruikspatroon ontwikkel en is deur die Departement van Waterwese en Bosbou te Upington voltooi. Drie hoofgewasse kom in die ondersoekgebied voor, naamlik wingerd, wisselbou en lusern. Wingerd bestaan hoofsaaklik uit Sultanina (sultana), Palomino (fransdruwe) en Muscat d'Alexandrie (hanepoot), terwyl wisselbou uit mielies, katoen, koring, grondboontjies, lensies en erte bestaan. Benewens lusern is alle wisselbougewasse saam gegroepeer en een gesamentlike vloedskadefunksie is vir wisselbou opgestel. Vloedskadefunksies is slegs vir gewasse wat tydens die vloedseisoen voorkom, opgestel en derhalwe is koring, lensies en erte vir verliesfunksiedoeleindes buite rekening gelaat. By wingerdbou is vier verskillende prieselstelsels geïdentifiseer, naamlik 'n T-, kap-, gewel- en heiningstelsel. Al vier dié prieselstelsels kom by wingerdgewasse, met die uitsondering van hanepoot, voor. Hanepoot word van die ander wingerdkultivars onderskei, omdat dit met 'n T-stelsel, laer as by die ander wingerdkultivars, opgelei word. Vier verskillende skadekategorieë, naamlik oes-, gewas-, priesel- en grondskade is geïdentifiseer. Faktore wat die variasie in vloedskade by die vier kategorieë verklaar, word skematies voorgestel in Fig. 1.

Faktore verskil volgens gewasse en gevolglik is (volgens Fig. 1) kultivars, oesskade, gewasskade, prieselstelsels, grondskade en gradering by wingerdgewasse ontleed. Wisselbougewasse, noodwalle, geboue en pryse is ook afsonderlik ontleed. Relevante en implementeerbare faktore wat wel 'n invloed op die verklaring van die onderskeie skadekategorieë het, is verreken om vloedskadefunksies te konstrueer om oes-, gewas-, grondskade (skade aan prieselstelsels is by grondskade ingesluit) en skade aan noodwalle te beraam.

## Konstruering van vloedskadefunksies

Inligting rakende alle faktore in Fig. 1 is ingesamel deur die voltooiing van 'n vraelys deur die volgende persone en instansies: produsente, Suid-Afrikaanse Droëvrugte Koöperasie (SAD), Oranjerivier Wynkelder, Oranjerivier Koöperasie, KWV (Malan, 1993), Departement van Waterwese (Upington), Departement van Landbou en besproeiingsrade. Met dié inligting bekend kon vloedskadefunksies vir die ondersoekgebied gekonstrueer word,

waarmee die totale direkte en sekondêre gevolge van vloede met verskillende waarskynlikhede van voorkoms, beraam word. Vloedskadefunksies vir die landbousektor, anders as vloedskadefunksies vir die residensiële sektor, behels 'n meer multi-dimensionele benadering. Vir verliesfunksiedoeleindes is tussen oes-, gewas- en grondskade (skade aan prieselstelsel is by grondskade ingesluit) onderskeid getref ten einde die totale direkte en sekondêre gevolge van vloede te bepaal. Vervolgens word bespreek hoe die verskillende komponente van die vloedskadefunksies saamgestel is.

## Oesskade

Oesskade verwys na vloedskade aan die oes gedurende die vloedjaar. Daardie gedeelte van die skade aan die oes wat vermy kon gewees het indien oortollige reën nie in die tydperk voor die vloed voorgekom het nie, word as reënskade beskou en nie as vloedskade nie. Oesskade toegeskryf aan die vloed bestaan uit direkte sowel as indirekte skade. Direkte skade is van toepassing op die gedeelte van die oes wat deur die vloedwater oorstrom is en indirekte skade op daardie gedeelte wat nie oorstrom is nie, maar waar die oes byvoorbeeld, omdat die grond as gevolg van die vloed te nat is, nie afgehaal kan word nie. Viljoen (1979) het tydens 'n *ex post*-ondersoek, wat na die 1974 en 1976 vloede afgehandel is, ondervind dat weinig indirekte skade in die gebied voorgekom het en word indirekte skade onder direkte skade ingesluit. Direkte oesskade is vir bepalingsdoeleindes as volg omskryf:

“Waar oeste van een- en meerjarige gewasse totaal of gedeeltelik deur die vloed beskadig is, is die inkomsteverlies wat deur die vloed veroorsaak is minus die koste wat bespaar is, deurdat dit nie nodig is om 'n sekere gedeelte van die oes in te samel nie, as direkte skade geneem” (Viljoen, 1979).

By die berekening van oesskade is 'n vloedskadefunksie vir elke wingerdkultivar met die onderskeie prieselstelsels gekonstrueer, terwyl vloedskadefunksies by kontantgewasse slegs vir lusern en wisselbou gekonstrueer is. Uit historiese vloedinligting is bepaal dat vloede in die ondersoekgebied meestal tussen Februarie- en Maartmaand in enige gegewe jaar voorkom, derhalwe is by die ontwikkeling van vloedskadefunksies voorsiening gemaak vir vloede met verskillende waarskynlikhede van voorkoms, wat vanaf 1 Februarie tot 30 Maart in 'n spesifieke jaar mag voorkom. Vanaf 1 Februarie tot 30 Maart is 10 indelings (weekliks uitmekaar) gemaak.

Vir berekening van totale direkte oesskade is drie tipes inligting benodig, naamlik:

- inkomste verkry sonder die teenwoordigheid van 'n vloed;
- inkomste verkry met die teenwoordigheid van 'n vloed; en
- kostebesparing as gevolg van die teenwoordigheid van 'n vloed.

Benewens voormelde inligting is gewasbegrotings en die persentasie skade by spesifieke dieptes van oorstroming ook benodig. Inligting wat benodig is, word vervolgens bespreek.

## Inkomste sonder die teenwoordigheid van 'n vloed

Inkomste sonder die teenwoordigheid van 'n vloed is daardie inkomste wat onder normale omstandighede, sonder die teenwoordigheid van 'n vloed, verkry word. Die volgende prosedure is gevolg om die inkomste wat onder normale

omstandighede verkry word, te beraam:

Eerstens is die persentasie skade aan die oes vasgestel deur die oesdatum van die verskillende gewasse in die vloedvlakte te bepaal. Tweedens is die oesdoeleindes van elke gewas vasgestel. Sultana was die enigste gewas wat vir beide wyn- en droogdoeleindes geoes is. Die verhouding van sultana wat gedroog word teenoor die hoeveelheid sultana waarvan wyn gemaak word, het grootliks tussen produsente gevarieer. Ontledings van die totale sultana-leweringe deur produsente in die gebied, aan die SAD en die Oranjerivier Wynkelder te Upington tussen 1987 tot 1992, het getoon dat 48% by SAD en 52% by Oranjerivier wynkelder gelewer is (Du Plessis, 1994). Vir die konstruering van 'n verliesfunksie vir sultana is 'n 50:50 persentasietoedeling tussen wyn en droog gemaak en is inkomste sonder 'n vloed vir sultana bereken deur 50% as drooginkomste en 50% as wyninkomste te neem.

### **Inkomste met die teenwoordigheid van 'n vloed**

Inkomste wat verkry word in 'n jaar waarin 'n vloed voorkom, word deur die volgende twee faktore bepaal:

- persentasie wingerd reeds geoes voor die vloed; en
- persentasie nog nie geoes voor die vloed nie.

Nadat die oesdatum van elke gewas vasgestel is, is die persentasie van die oes wat voor die vloed 'n aanvang neem reeds verwyder is, bepaal. Voormelde indeling van die verliesfunksie is ook hier gebruik en kon daar vir 'n spesifieke vloed die hoeveelheid oes op die land bepaal word wat aan vloedskaade onderhewig sal wees. Die persentasie van die oes wat reeds afgehaal is, word deur die datum van die vloed bepaal. As gevolg van 'n lang vloedwaarskuwingstyd aan produsente in dié ondersoekgebied, is veronderstel dat 'n normale inkomste verkry word voor die koms van die vloedwater. Die persentasie druïwe wat nog nie geoes is nie, sal onderhewig wees aan vloedskaade en dié gedeelte van die druïwe wat nie deur die vloedwater beskadig is nie, sal aan die wynkelder gelewer word. Die totale inkomste met 'n vloed, is dan gelyk aan die som van die inkomste verkry uit die gedeelte wat reeds voor die vloed geoes is en die inkomste verkry uit die gedeelte wat nie deur die vloed beskadig is nie.

### **Kostebesparing as gevolg van 'n vloed**

Daardie gedeelte van die oes wat nog nie afgehaal is wanneer vloede 'n aanvang neem nie, sal onderhewig wees aan vloedskaade. Vir die gedeelte van die oes wat beskadig is, word koste bespaar deurdat dit nie geoes hoef te word nie. Die koste wat bespaar word, sal afhang van die spesifieke tyd van die jaar wanneer 'n vloed van 'n bepaalde omvang, voorkom. Die persentasie koste wat bespaar word, word bereken deur die koste wat reeds aangegaan is om die druïwe voor die vloed te oes, van die totale oeskoste af te trek en te vermenigvuldig met die persentasie oes wat wel beskadig is.

### **Gewasbegrotings**

Gewasbegrotings is vir al die gewasse in die ondersoekgebied opgestel om as ekonomiese inligting vir verliesfunksies te dien. Die volgende prosedure is gevolg:

#### **Sultana**

Wingerd word op vyf verskillende maniere gedroog, naamlik Thompsons-, geloogde, geswaelde, groot korrel- en hanepootmetode. Die meeste druïwe word volgens die Thompsons-, en

geloogde metode gedroog, gevolglik word slegs dié twee metodes se werklike pryse wat vanaf 1984 tot 1992 by SAD betaal is, ontleed (Kotze, 1993). Die opbrengs (ton per ha), droogverhouding (nat ton om een ton gedroogde druïwe te lewer), persentasie bonus op voorskot, voorskot as persentasie van totale verdienste en graderingverdeling (persentasie toedeling tussen verskillende grade) is ontleed om die randwaarde per vars ton vas te stel en is deur SAD te Upington verskaf. Uit die ontledings is sewe prysscenario's ontwikkel wat vir verdere ontledings gebruik is.

Met die prysscenario's en graderingontledings is verskillende kombinasies van uitkomst ontleed. Die hoogste, mediaan- en gemiddelde prys is bereken. Vir gewasbegrotingsdoeleindes is 'n 50:50 verdeling tussen Thompsons- en geloogde droogmetodes gemaak en die hoogste prys (Kotze, 1993) is telkens vir verliesfunksiedoelers gebruik.

#### **Wyndruïwe**

Die voorskot-, middelskot- en naskotpryse wat by Oranjerivier wynkelder vir die vier verskillende graderingsklasse (A tot D) wyndruïwe uitbetaal is, is ontleed. Uit ontledings is bepaal dat geen kwaliteitsverliese van wyndruïwe tydens vloede voorkom nie en is besluit om dié A-klas prys vir gewasbegrotingsdoeleindes te gebruik.

Met voorafgaande prysinligting is gewasbegrotings vir elke grondgebruik tipe opgestel. Omdat opbrengste en vestigingskoste vir elke tipe preelestelsel verskil, is afsonderlike begrotings vir sultana, wyndruïwe en hanepoot opgestel. Tabel 1 toon die finansiële inligting wat uit gewasbegrotings verkry is om vloedskaade uit die besigspunt van die boer te beraam. Die hoogste bruto inkomste, geallokeerde voor-oeskoste en oeskoste (Tabel 1) kom by wyndruïwe met 'n gewelstelsel voor en beloop R15 280, R2 267 en R1 236 onderskeidelik.

Benewens voorreelde wingerdkultivars kom wisselbougewasse ook in die ondersoekgebied voor, naamlik lusern, grondbone, mielies, katoen, koring, lensies en erte. 'n Geweegde begroting, volgens oppervlakte aangeplant, is opgestel vir gewasse wat tydens die vloedperiode in produksie is, naamlik mielies, katoen en grondboontjies. Tabel 2 bevat 'n opsomming van die verskillende inkomste en kostes vir dié drie wisselbougewasse. Mielies verteenwoordig 60% van die totale oppervlakte, gevolg deur katoen (39%) en grondbone (1%). Die ander wisselbougewasse wat in die ondersoekgebied voorkom, is of wintergewasse of word op 'n te kleinskaal verbou en is buite rekening gelaat.

Volgens Tabel 2 is die totale geweegde waardes telkens hoër as die totale gemiddelde waardes en eersgenoemde is vir verliesfunksiedoelers gebruik.

#### **Diepte van oorstroming**

Die persentasie skade by verskillende dieptes van oorstroming is belangrike data wat benodig word vir die bepaling van oesskade. 'n Definitiewe nulpunt en 'n 100% skadepunt is uit die ontleding van die vraelys verkry en 'n reguitlyn is tussen die punte gepas. Vir verliesfunksiedoelers is op 15 indelings vir alle preelestelsels besluit. Die diepte-intervalle (Tabel 3) verskil tussen preelestelsels omdat die verskillende preelestelsels in hoogte varieer. Uit die ontleding van vraelyste wat by produsente in die ondersoekgebied voltooi is, is bevind dat 100% skade eers begin intree sodra die vloedwater die oessone van wingerd oorstroom en word aanvaar dat die skade aan die oes 60% sal wees net voordat die vloedwater die oessone oorstroom. By die verifiëring hiervan (Uys, 1993) is bevind dat groter skade reeds op 'n vroeër stadium sal intree en word die persentasie vir verliesfunksie-

<b>TABEL 1</b> <b>TOTALE INKOMSTE, GEALLOKEERDE VOOROES- EN OESKOSTE VIR DRIE VERSKILLENDE WINGERDKULTIVARS, VIR VERSKILLENDE PRIELSTELSLS WAT IN DIE UPINGTON-BESPROEIINGSGBIED VOORKOM, 1992</b>			
<b>Priestelsel</b>	<b>Sultana (R/ha)</b>	<b>Wyndruwe (R/ha)</b>	<b>Hanepoot (R/ha)</b>
<b>Bruto inkomste:</b>			
T-stelsel	9 782	9 932	
Gewel	11 738	15 280	
Heining	880	9 550	
Klein T			12 681
<b>Geallokeerde koste:</b>			
T-stelsel	1 963	2 053	
Gewel	2 041	2 267	
Heining	1 924	2 066	
Klein T			2 079
<b>Oeskoste:</b>			
T-stelsel	586	808	
Gewel	675	1 236	
Heining	542	784	
Klein T			784

<b>TABEL 2</b> <b>TOTALE GEWEEGDE EN GEMIDDELDE INKOMSTES EN KOSTES VIR DRIE VERSKILLENDE WISSELBOU-GEWASSE IN DIE UPINGTON-BESPROEIINGSGBIED, 1992</b>		
<b>Wisselbou</b>	<b>Geweegde waarde (R/ha)</b>	<b>Gemiddelde waarde (R/ha)</b>
<b>Bruto inkomste uit produksie:</b>		
Mielies	1 607	2 670
Katoen	1 860	4 795
Grondbone	28	2 700
<b>Totale bruto inkomste</b>	<b>3 495</b>	<b>3 388</b>
<b>Geallokeerde koste:</b>		
Mielies	756	1 256
Katoen	689	1 775
Grondbone	11	1 103
<b>Totale voor-oeskoste</b>	<b>1 456</b>	<b>1 378</b>
<b>Oeskoste:</b>		
Mielies	324	539
Katoen	314	809
Grondbone	4	388
<b>Totale oeskoste</b>	<b>642</b>	<b>578</b>
<b>Totale geallokeerde koste</b>	<b>2 097</b>	<b>1 956</b>
<b>Bruto marge per ha</b>	<b>1 397</b>	<b>1 432</b>

doeleindes as 85% geneem. Die skade aan die wingerdoes sal dus 85% wees net voor die oessone oorskry word, waarna 100% skade sal intree sodra die vloedwater die oessone oorskry. Die hoogte wat druiwetrosse vanaf die grond hang, verskil by die onderskeie priestelsels sodat die persentasie skadevolgens diepte van oorstroming by die verskillende priestelsels verskil. Sultana met 'n T-stelsel sal 100% oesskade by 1.40 m tot gevolg hê, terwyl 100% skade by sultana met 'n gewelstelsel eers by 1.50 m oorstroming intree.

Met voormelde inligting is dit moontlik om 'n oesskade-verliesfunksie te konstrueer. Tabel 3 is 'n voorbeeld van 'n tipiese wingerdverliesfunksie (sultana) en al die ander vloedskadefunksies vir die bepaling van oesskade neem soortgelyke vorme aan.

### **Bepaling van oesskade**

Tabel 3 kan kortliks as volg verduidelik word:

- 'n Vloed met 'n spesifieke waarskynlikheid van voorkoms kan tussen 1 Februarie en 30 Maart voorkom. Die eerste stap om oesskade te bepaal is om 'n keuse uit te oefen oor wanneer 'n vloed in 'n gegewe jaar sou voorkom.
- Na aanleiding van dié keuse word die persentasie oes wat reeds afgehaal is en wat nog op die land oorbly, bepaal.
- Volgens die diepte van oorstroming word die persentasie skade aan die oes vir 'n spesifieke priestelsel opgesoek, waarna dit gebruik word om die verwagte totale direkte skade aan die oes te beraam.
- Die totale bruto inkomste voor en na 'n vloed, asook die totale oeskoste vir elke priestelsel word uit die onderskeie gewasbegrotings verkry om gebruik te word vir verdere beramings.

Die totale direkte oesskade per hektaar word verkry deur die afwyking vanaf die normale winsstroom, sonder 'n vloed, te beraam. Dit word bereken deur die inkomste wat verkry word tydens 'n vloed plus die koste wat bespaar word, van die wins wat onder normale omstandighede (sonder die teenwoordigheid van 'n vloed) verkry sou word, af te trek. Die totale oesskade vir 'n spesifieke land word dan verkry deur die skade per hektaar met die totale oppervlakte van dié land te vermenigvuldig.

### **Gewasskade**

In die geval van meerjarige gewasse soos wingerd, is daar benewens oesskade ook gewasskade. Gewasskade word gedefinieer as die skade aan die gewas, wat weerspieël word in laer as normale oesopbrengste in opvolgende jare (Viljoen, 1979). Omdat gewasskade verspreid oor 'n aantal jare voorkom, is die skade vir vergelykingsdoeleindes na 'n basisjaar herlei. By die bepaling van die 1992 (basisjaar)-waarde van die skade, is 1992-pryse en 'n verdiskonteringskoers van 10% gebruik om skades in opvolgende jare na die basisjaar te herlei. [Die reële rentekoers is geneem as 6% en daar is na gesprekke met kundiges voorsiening gemaak vir 'n addisionele 4% risiko]. Vir verliesfunksiedoeleindes is geen onderskeid tussen wingerdkultivars gemaak nie. Die gewasskadefunksie maak wel vir wingerd wat saam en dwars met die stroom geplant is, voorsiening en onderskeid is ook tussen verskillende ouderdomsgroepe getref, naamlik:

- nuut (een tot drie jaar)
- jonk (vier tot tien jaar)
- oud (elf jaar en ouer).

**TABEL 3**  
**VERLIESFUNKSIE VAN SULTANA VIR DIE BEREKENING VAN OESSKADE VIR VLOEIDE MET VERSKILLENDE SEISOENALE VOORKOMSTE, 1992**

Vloed-voorkoms	1 Feb	7 Feb	14 Feb	21 Feb	28 Feb	5 Mrt	12 Mrt	19 Mrt	26 Mrt	30 Mrt
Voorkomskode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% skade aan oes	100	75	50	25	0	0	0	0	0	0
% reeds geoes	0	25	50	75	100	100	100	100	100	100
% nie geoes	100	75	50	25	0	0	0	0	0	0
Oesdoeleindes	Droog: 50%					Wyn: 50%				
	T-stelsel		Skuinskap			Gewel		Heining		
Totale bruto inkomste (voor vloed) (R)	9 782		9 782			11 738		8 803		
Totale bruto inkomste (na vloed) (R)	7 132		7 132			8 558		6 419		
Totale oeskoste (R)	586		586			675		541		
Verliesfunksie	Diepte (m)	% skade	Diepte (m)	% skade	Diepte (m)	% skade	Diepte (m)	% skade		
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2	0.10	6.54	0.15	9.47	0.20	12.20	0.03	9.15		
3	0.20	13.07	0.25	15.78	0.30	18.30	0.05	15.25		
4	0.30	19.61	0.35	22.09	0.40	24.40	0.07	21.35		
5	0.40	26.14	0.45	28.40	0.50	30.50	0.09	27.45		
6	0.50	32.68	0.55	34.71	0.60	36.60	0.11	33.55		
7	0.60	39.21	0.65	41.02	0.70	42.70	0.13	39.65		
8	0.70	45.75	0.75	47.33	0.80	48.80	0.15	45.75		
9	0.80	52.29	0.85	53.64	0.90	54.90	0.17	51.85		
10	0.90	58.82	0.95	59.95	1.00	61.00	0.19	57.95		
11	1.00	65.36	1.05	66.26	1.10	67.10	0.21	64.05		
12	1.10	71.89	1.15	72.57	1.20	73.20	0.23	70.15		
13	1.20	78.43	1.25	78.88	1.30	79.30	0.25	76.25		
14	1.30	84.96	1.35	85.19	1.40	85.40	0.27	82.35		
15	1.40	100.0	1.45	100.00	1.50	100.00	0.30	100.00		

Twee gevalle kom by gewasskade voor, naamlik:

- Wanneer die gewas hervestig word, is die skade geneem as die verdiskonteerde waarde van die totale winsstroom as gevolg van die vloed, bereken as afwykings vanaf die normale patroon, dit wil sê sonder die vloed. Uit die vraelysontleiding is gevind dat produsente wingerde hervestig indien 25% en meer skade aan die wingerdplant sou voorkom. [Omdat die leeftyd van meerjarige gewasse nie presies bepaalbaar was nie (wingerdleeftyd varieer byvoorbeeld tussen 15 en 50 jaar), is met die aanname gemaak dat die hervestiging van 'n meerjarige gewas nie noodwendig die leeftyd daarvan sal verleng nie. Aanpassing is derhalwe nie aan skadeberamings gemaak wat hierdie aspek betref nie. Vir verdiskonteringsdoeleindes is besluit op 'n 25-jaar termyn wat as die gemiddelde leeftyd van wingerd geneem is].
- Sou daar voortgegaan word om met die beskadigde gewas te produseer met die aanname dat die gewas na 'n periode vanself sal herstel, is die vloedskade bereken as die verdiskonteerde waarde van vermindering in inkomste minus die besparing in koste vir die tydperk wat die laer oes voorgekom het. Bevindings uit die ontleding van vraelyste wat by

produsente, Suid-Afrikaanse Droëvrugte Koöperasie, Oranjerivier Winkelder en Oranje Koöperasie voltooi is, toon dat beskadigde wingerd, na 'n daling van 25% in die daaropvolgende drie jaar aan wingerdopbrengste, weer herstel tot op 'n vlak wat dit voor die vloed was. Omdat addisionele koste wat moontlik aangegaan moet word (soos byvoorbeeld onkruiddoders) as gevolg van die vloed volgens Kotze (1993) weglaatbaar klein is, is dit nie in berekening gebring nie.

Die effek van vloede op wingerd wat vanself herstel, is vir al drie ouderdomsgroepe dieselfde derhalwe is slegs een netto huidige waarde (NHW) vir al drie ouderdomsgroepe bereken. Tabel 4 is 'n voorbeeld van 'n verliesfunksie vir die bepaling van gewasskade.

Die gewasskade funksie (Tabel 4) funksioneer op min of meer dieselfde wyse as die oeskadefunksie van Tabel 3. Ongeag die tyd van die jaar wat 'n vloed met 'n sekere waarskynlikheid kon voorkom, word die persentasie skade volgens diepte oorstroming vir wingerd wat saam en dwars met die stroom geplant is, vasgestel. Die persentasie skade volgens diepte oorstroming bepaal dan of wingerd hervestig moet word, al dan nie. Die verdiskonteerde gewasskadewaarde (wat sal verskil volgens die

ouderdom van die gewas) word met die oppervlakte van 'n spesifieke land vermenigvuldig om die totale direkte gewasskade te verkry.

### Grondskade

Grondskadefunksies wat tydens 'n *ex post*-ondersoek deur Viljoen (1979) ontwikkel is, is tydens hierdie navorsing na 1992-basisjaar aangepas en gebruik. As voorbeeld van die grondskadefunksies wat in 'n boerderygebied bepaal is, word na die grondskademodelle wat langs die Oranje- en Rietrivier na die 1974-vloed bepaal is, verwys. Die drie trajekte waarbinne die meeste boerderyskade voorgekom het, naamlik die Oranjerivier-trajekte: Boegoebergdam tot Augrabies, Augrabies tot Oranjeriviermond en die Rietrivier stroomaf vanaf die Kalkfontein-dam, is vir die doel gebruik. Grondskade verskil tussen die verskillende trajekte omdat die sleurkrag van die vloedwater verskil en het toegeneem namate verder stroomaf beweeg is. Met behulp van die sleurkrag volgens Wiplinger (1977), soos deur Viljoen (1979) beskryf, is 'n gemiddelde sleurkragkoeffisiënt vir elke trajek en grondgebruikstipe bereken. [Volgens Wiplinger (1977), aangehaal deur Viljoen (1979), kan sleurkrag omskryf word as  $F = D \cdot S \cdot g$ , waar  $F$  = sleurkrag in Newton,  $D$  = diepte van watervloei in meter,  $S$  = helling in meter per meter en  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  (aardversnelling)].

Vir verliesfunksiedoeleindes in die studie is grondskadefunksies vir beide akkerbou en wingerdbou vir die Boegoebergdam tot Augrabiestrajek gebruik, omdat die ondersoekgebied tussen Gifkloofstuwal en die Manie Conradiëbrug by Kanoneiland binne die trajek inpas. Dit kan wiskundig as volg voorgestel word:

- Wingerd:  $TS = 343.35H - 39.53H^2$
- Akkerbou:  $TS = 295.26H - 47.91H^2$

waar:

$$TS = \text{per hektaar skade (rand, 1974)}$$

$$H = \text{diepte oorstroom (meter)}$$

Voormelde skadefunksies word in terme van 1974 pryse aangegee, wat behels het dat grondskade na die 1992-basisjaar aangepas moes word.

### Bepaling van vloedskade aan noodwalle

Betroubare en akkurate hidrologiese inligting word benodig om optimale vloedskadebeheermaatreëls te beplan en toe te pas. Vir die toepassing van gemelde vloedskadefunksies vir vloedskadebepalings in ekonomiese ontledings, word die frekwensie of waarskynlike herhalingsperiodes van verskillende grootte-orde vloedspitse, waardeur die waarskynlike periodieke blootstelling aan verskillende ordes van oorstroming in vloedvlaktes kan voorkom, benodig. Om hieraan gehoor te gee, is besluit om 'n konsultant (met spesialiskennis oor die modellering van vloedhidrologie) aan te stel, wie se bevindings in Chunnnett, Fourie en

Wingerd hervestig (R)		Wingerd beskadig (R)	
NHW sonder vloed: Nuut: 51 658 Jonk: 47 496 Oud: 33 874 NHW met vloed: Almal: 20 339		NHW sonder vloed: Almal: 15 354  NHW met vloed: Almal: 11 516	
Saam met die stroom geplant		Dwars met die stroom geplant	
Diepte van oorstroming (m)	Persentasie skade	Diepte van oorstroming (m)	Persentasie skade
0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	20.00	0.75	20.60
1.50	50.00	1.50	51.50
2.00	75.00	2.00	77.25
2.50	98.00	2.50	100.00
3.00	100.00	3.00	100.00

Vennote (1993) saamgevat is. Enkele belangrike aspekte wat van toepassing is by die berekening van vloedskade met noodwalle, word vervolgens bespreek.

### Maksimum vloei tussen noodwalle

Volgens Chunnnett, Fourie en Vennote (1993) was die beraming van die maksimum vloei tussen noodwalle, voordat oorstroming sou plaasvind, problematies. Vir die doel van die navorsingsprojek is maksimum vloei tussen noodwalle op 'n makrolyse benader. Onderskeid is tussen die gedeeltes stroomaf en stroomop van Upington gemaak. Waargenome noodwalhoogtes is bepaal vanaf lugfotos wat in Mei 1988 (na die vloedspitse in Februarie en Maart 1988) geneem is. Chunnnett, Fourie en Vennote (1993) beveel verder aan dat die huidige hidrologiese inligting die "drumpelwaardes" vir oorstroming van noodwalle stroomop en -af van Upington onderskeidelik  $4\,000 \text{ m}^3/\text{s}$  en  $4\,500 \text{ m}^3/\text{s}$  is. Hier word spesifiek na oorstroming van noodwalle verwys en nie na die maonlike swigting van gedeeltes van die noodwalle deur erosie, nog voordat oorstroming plaasvind nie. Die berekening toon dat die gemiddelde vloeiensnelhede vir gemelde vloei by baie punte langs die rivierkanaalgedeeltes van die orde van  $2 \text{ m/s}$  en meer is. Die kwessie van die maksimum vloei wat tussen die noodwalle afgevoer kan word, gaan dus nie net oor die kruinhoopte van die noodwalle nie, maar ook oor die noodwalle se weerstand teen swigting voor oorstroming.

Na gesprekke met kundiges (Van der Ryst, 1993; Rooseboom, 1993 en Ekkerd, 1993) het dit aan die lig gekom dat noodwalle, soos deur die konsultant hanteer, ook vir modelldoeleindes op 'n makrovlak hanteer moet word en dat opvolgnavorsing 'n noodsaaklikheid is. In die lig hiervan is besluit om te aanvaar dat noodwalle tussen die Gifkloofstuwal en die Manie-Conradiëbrug by Kanoneiland, nie by  $4\,300 \text{ m}^3/\text{s}$  (wat 'n een-in-vyfjaar vloed is - soos deur die konsultant bereken) oorstroom nie. Sou die "drumpelwaarde" van  $4\,300 \text{ m}^3/\text{s}$  oorskry word, sal al die noodwalle oorstroom en swigting sal plaasvind en nie vroeër as gevolg van erosie nie.

Om die skade aan noodwalle, wat deur vloede van verskillende waarskynlikhede veroorsaak word, te beraam, moet die koste per volume-eenheid bekend wees. Vir hierdie doel is die streek-ingenieur van die Departement van Landbou-Ontwikkeling te Upington, met goeie vloedondervinding wat veral tydens 1988-vloed aangaande die herstel van noodwalle opgedoen is, genader (Ekkerd, 1993). Tariewe wat vir die herstel van grondnoodwalle gebruik kan word, dit wil sê waar die eienaar self grond van sy land afsleep om die noodwal te bou, beloop ongeveer R2.50 per m<sup>3</sup> (1992), vergeleke met R7 per m<sup>3</sup> vir die bou van gruisnoodwalle deur kontrakteurs. Onderskeid is tussen drie tipes noodwalle gemaak en dit was moontlik om met die vloedskadesimulasiemodel die totale noodwallengte vir die onderskeie tipes noodwalle te bepaal. Word die totale lengte van noodwalle met die eenmeter koste (om die noodwalle op te rig) vermenigvuldig, kan die totale oprigtingskoste aan noodwalle in die ondersoekgebied bepaal word. Hierdie inligting is nodig om die voordele wat uit strukturele beheermaatreëls behaal kan word, te bepaal. Vloedskade aan noodwalle is nie by grondskade ingereken nie, maar is by die voordele wat uit noodwalle behaal kan word, in berekening gebring.

### Samevatting

Die doel van die artikel was om aan te toon hoe vloedskadefunksies vir die landbousektor gekonstrueer is. Benewens die vermoë van vloedskadefunksies om verwagte toekomstige vloedskade te beraam, het dit ook besondere gebruikswaarde in die bepaling van optimale vloedskadebeheermaatreëls. Twee hoof benaderings bestaan waarvolgens vloedskadefunksies bepaal kan word, naamlik 'n *ex post* en 'n *ex ante*-benadering. Eersgenoemde verwys na metodes wat gebaseer is op gerapporteerde vloedskades, terwyl die tweede benadering metodes behels wat gebaseer is op situasiesimulasiemetodes. As gevolg van sekere nadele wat by die *ex post*-benadering teenwoordig is, het dit aanleiding tot die *ex ante*-benadering gegee, wat in hierdie navorsing gebruik is.

Vraelyste is ontwikkel om faktore wat 'n invloed op die variasie in vloedskade het, te ontleed en om die grondgebruikspatroon in die ondersoekgebied te bepaal. Drie hoofgewasse kom in die ondersoekgebied voor, naamlik wingerd, wisselbou en lusern. Uit inligting soos deur produsente in die ondersoekgebied verskaf, was dit moontlik om vir die landbousektor vloedskadefunksies te konstrueer, waarmee die totale direkte impak van vloede met verskillende waarskynlikheid van voorkoms beraam kan word. Faktore soos kultivars, oesskade, gewasskade, prieskade, grondskade en gradering is vir verliesfunksie-doeleindes by wingerdbou ontleed. Faktore is ook by wisselbou, lusern en noodwalle ontleed om vloedskadefunksies te konstrueer. By gewasse word onderskeid gemaak tussen oes-, gewas en grondskade (skade aan priesstelsels word by grondskade ingesluit), terwyl by noodwalle onderskeid tussen drie tipes

noodwalle, naamlik grond-, gruis- en goeie gruiswalle gemaak word. Gruiswalle verwys na walle wat deur produsente opgerig is, terwyl goeie gruiswalle na walle verwys wat deur kontrakteurs opgerig is (dit verwys na die tipes gruis wat gebruik word en nie na die konstruksie van die walle nie). Skade aan noodwalle is bereken onder die aanname dat al die noodwalle sal oorstrom en swigting sal plaasvind by die oorskryding van 'n drumpelwaarde van 4 300 m<sup>3</sup>/s en nie vroeër as gevolg van erosie nie.

### Erkenning:

Finansiële ondersteuning van die Waternavorsingskommissie, om die navorsing moontlik te maak, word hierdeur erken.

### Bronnelys

- CHUNNETT, FOURIE EN VENNOTE (1993) Vloedlynberamings in die Oranjerivier-vallei: 44 km Valleigedeelte vanaf die Manie Conradie-brug by Kanoneiland Stroomop tot by die Gifkloofstudam 17 km Stroomop van Upington. Pretoria: Departement van Waterwese en Bosbou.
- DU PLESSIS LA (1994) Die ontwikkeling van verliesfunksies en 'n rekenaarmodel vir die bepaling van vloedskade en vloedbeheerplanning in die Benede-Oranjeriviergebied. M.Sc. Agric. Verhandelings, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- EKKERD F (1993) Persoonlike mededelings. Streeksingenieur, Departement van Landbou, Upington.
- GREENAWAY MA and SMITH DI (1992) Programmer's Guide and User's Manual. The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies.
- KOTZE T (1993) Persoonlike mededelings. Landbou-ekonomies, Suid-Afrikaanse Droëvalle Koöperasie, Upington.
- MALAND (1993) Persoonlike mededelings. Landbou-ekonomies, KWV, Upington.
- PARKER DJ, GREEN CH and THOMPSON (1987) Urban flood protection benefit: A project appraisal guide. Aldershot: Gower Technical Press.
- PENNING-ROWSELL EC and CHATTERTON JB (1977) *The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques*. England: Gower.
- ROOSEBOOM A (1993) Persoonlike mededelings. Sigma Beta Raadgewende Ingenieurs, Stellenbosch.
- UYS DC (1993) Persoonlike mededelings. Senior Lektor, Departement Wingerdkunde, Universiteit van Stellenbosch.
- VAN DER RYST C (1993) Persoonlike mededelings. Departement Landbou-Ingenieurswese, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- VILJOEN MF (1979) Die Ekonomie van Waterbenutting met Besondere Verwysing na die Bepaling van Vloedskade in Sekere Riviertrajekte van die Republiek van Suid-Afrika. Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- VILJOEN MF en VOS JA (1984) Riglyne vir die ontwikkeling van vloedskadevoorspellingsmodelle. *Water SA* 10 (3)155-167.
- VILJOEN MF en SMITH DJG (1982) Vloedskadebepaling en vloedskadebeheer as onderdeel van die ekonomie van waterbenutting. Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.