



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# DIE KEUSE VAN RISIKO-DOELTREFFENDE SPILPUNTBELEGGINGSTRATEGIEË MET BEHULP VAN STOGASTIESE DOMINANSIE-KRITERIA

JA Meiring

Navorsers, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

LK Oosthuizen

Professor, Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

## Samevatting

Risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë kan geselekteer word deur kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die verwagte na-belasting inkomste uit alternatiewe spilpuntbeleggings sowel as die produsent se voorkeure in ag te neem. Gewone en veralgemeende stogastiese dominansie-kriteria word as besluitnemingskriteria gebruik. Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels is geïdentifiseer op grond van verskille in kapasiteit, grootte, pomphoogte en die grondtipe. Die verwagte netto huidige waardes vir 'n koring-mieliekatoenwisselboustelsel is vir elke belegging bereken deur produksie- en prysrisiko in ag te neem. Stogastiese dominansie-kriteria maak dit moontlik om op grond van die totale waarskynlikheidsverdelings van uitkomste, risiko-doeltreffende beleggingstrategieë te selekteer wat deur verskillende besluitnemers verkies sal word. Eerste orde stogastiese dominansie gee in die meeste gevalle 'n enkele strategie wat die res domineer. Slegs met die veralgemeende stogastiese dominansie-kriterium kan beleggingstrategieë in voorkeurvolgorde geplaas word. Besluitnemers met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil in die geval egter nie ten opsigte van spilpuntbeleggingstrategieë wat hul bepaalde voorkeure die beste sal bevredig nie.

## Abstract

The selection of risk-efficient centre pivot investment strategies by means of stochastic dominance criteria

Risk-efficient centre pivot investment strategies can be selected by taking into account both cumulative probability distributions of the estimated after-tax income from alternative centre pivot investments and the producer's preferences. Ordinary and generalized stochastic dominance criteria are used as decision-making criteria. Eighteen typical centre pivot systems were identified on the basis of differences in capacity, size, pumping height and soil type. The estimated net present values for a wheat/maize/cotton rotation crop system were calculated for each investment by taking production and price risks into consideration. Stochastic dominance criteria facilitate the selection of the risk-efficient strategies that will be preferred by different decision-makers, on the basis of the total probability distributions of outcomes. In most cases stochastic dominance of the first degree gives a single strategy which is dominant. Only by using the generalized stochastic dominance criterion can investment strategies be placed in order of preference. However, in this case decision-makers with varying degrees of risk-sensitivity do not differ in respect of centre pivot investment strategies that would satisfy their specific preferences.

## 1. Inleiding

Gewasgroeiensimulasiemodelle wat die wisselwerking van stogastiese weerstoestande, grondwater, plantegroei en planteontwikkeling en besproeiingsbesluite in ag neem, raak as navorsingsinstrument al hoe belangriker (Harris en Mapp, 1986:299). 'n Onderneming kan alleen suksesvol bestuur word as die bestuurder stogastiese komponente in die omgewing voorspel en strategieë kies met die grootste moontlikheid om doelwitte te verwesenlik (Zentner *et al.*, 1981:1). Sekere kriteria of besluitnemingsreëls moet gebruik word om die beste alternatief te selekteer. Volgens besluitnemingssteorie is die maksimering van verwagte nut 'n gepaste kriterium (Boehlje en Eidman, 1984:458). Besluitnemers neem hul voorkeure en inligting omtrent alternatiewe strategieë in ag wanneer hulle keuses moet uitoefen en neem dan besluite sodanig dat hul verwagte nut gemaksimeer word.

'n Benadering wat die laaste jare baie aandag geniet, is die gebruik van stogastiese dominansie. Die benadering bestaan uit reëls wat gebruik kan word om riskante alternatiewe in voorkeurvolgorde te groepeer wanneer min oor die besluitnemer se voorkeure bekend is (Zentner *et al.*, 1981:1). Harris en Mapp (1986:304) kom tot die gevolgtrekking dat hierdie kriteria 'n kragtige benadering is vir die evaluering van besproeiingstechnologie en -beleggings onder stogastiese toestande. Stogastiese dominansie-kriteria is ook in verskeie

ander studies toegepas om doeltreffende besproeiingsbesluite te selekteer (Nielson, 1982; Bosch, 1984; Bernardo, 1988). In Suid-Afrika het Van Zyl (1985) stogastiese dominansie-kriteria gebruik om ekonomies optimale mieliekultivars onder risiko-toestande te kies. Volgens Van Zyl (1985:70) het Van der Merwe (1982) en Van Rooyen (1983) ook stogastiese dominansie-kriteria as seleksiemaatstaf by grondboon- en mieliekultivars gebruik. Stogastiese dominansie-tegnieke kan veral toegepas word op die ontwikkelings- en navorsingsterreine (Anderson *et al.*, 1977:298). Zentner *et al.* (1981:1) meen ook dat stogastiese dominansie-tegnieke baie toepasbaar is op probleme wat in landbounavorsing, -voortligting en -beleid ondervind word.

Stogastiese dominansie-kriteria is egter nog nie plaaslik gebruik om alternatiewe besproeiingsbeleggings te evalueer nie. 'n Boer wat 'n spilpuntstelsel aanskaf, moet 'n keuse maak tussen verskillende riskante beleggingsmoontlikhede. Die produksie- en prysrisiko wat inherent voorkom, veroorsaak groot variasie in die netto huidige waarde wat boere van die alternatiewe beleggings kan verwag.

Die doel met die artikel is om risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë te selekteer deur die totale waarskynlikheidsverdelings van die verwagte na-belasting inkomste uit 'n koring/mielie/katoen-wisselboustelsel vir 18 spilpuntbesproeiingsbeleggings en die besluitnemer se voorkeure

in ag te neem. Gewone en veralgemeende stogastiese dominansie word as besluitnemingskriteria gebruik. Die volgende doelwitte word nagestreef:

- (i) Om risiko-doeltreffende besproeiingsbeleggingstrategie te selekteer en in voorkeurvolgorde te plaas deur gebruik te maak van gewone en veralgemeende stogastiese dominansie-kriteria as besluitnemingsmaatstawwe.
- (ii) Om te bepaal of boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van beleggingstrategie wat hulle bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

2. Literatuurstudie

Nelson *et al* (1978:1.3) verwys na risiko as die moontlikheid van onverwagte uitkomst wat met 'n aksie geassosieer word. Die hoeveelheid risiko wat betrokke is by 'n besluit hang af van die grootte en waarskynlikheid van die moontlike verliese. 'n Besluitnemer se houding teenoor die risiko word beïnvloed deur sy doelwitte en finansiële posisie. Besluitnemers kan in drie groepe verdeel word, naamlik persone wat risiko vermy, persone wat neutraal staan teenoor risiko en risiko-soekende persone.

2.1 Nut

Die voorkeur wat 'n besluitnemer vir 'n sekere uitkomst het, word deur teoretici gekwantifiseer met 'n algemene nie-dimensionele maatstaf, naamlik nut (Zentner *et al*, 1981:3). Die nutwaarde van 'n uitkomst is 'n reële indeksyfer om die relatiewe begeerte vir 'n spesifieke uitkomst aan te dui. 'n Benadering om 'n persoon se voorkeure te bepaal, is om 'n nutsfunksie te gebruik en te bepaal wat die beste besluit is wat sy verwagte nut sal maksimeer (Nelson *et al*, 1978:5.21) Vir risiko-nemers is die marginale nut van winste stygend, vir 'n risiko-neutrale persoon is die marginale nut konstant terwyl marginale nut dalend is vir risiko-vermyders.

2.2 Meting van nut

Die risiko-gevoeligheid van 'n besluitnemer kan gemeet word deur die sogenaamde Pratt-koëffisiënt, wat as die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt bekend staan (Zentner *et al*, 1981:7), te gebruik. Die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt,  $r$ , word vir 'n spesifieke monetêre waarde,  $m$ , gedefinieer as die negatiewe verhouding van die tweede tot die eerste afgeleides van die nutsfunksie van geld, naamlik:

$$r_{m_1} = - \frac{U''_{m_1}}{U'_{m_1}} \tag{1}$$

waar  $U'_1$  = eerste afgeleide van die nutsfunksie en  $U''_1$  = tweede afgeleide van die nutsfunksie.

Aangesien die absolute risiko-vermydingskoëffisiënt 'n syfer is, verander dit nie met positiewe lineêre transformasies van die nutsfunksies nie (Zentner *et al*, 1981:7) en kan daarom gebruik word om risiko-houdings van besluitnemers te vergelyk. Die definisie van die Pratt-koëffisiënt kom daarop neer dat die koëffisiënt positief is vir risiko-vermydende besluitnemers, nul is vir risiko-neutrale besluitnemers en negatief is vir risiko-soekende besluitnemers.

'n Meer algemene konsep is die absolute risiko-vermydingsfunksie. Hierdie funksie,  $r(y)$ , word soos volg gedefinieer (King en Robison, 1981:3):

$$r(y) = - \frac{U''(y)}{U'(y)} \tag{2}$$

waar  $U'(y)$  en  $U''(y)$  die eerste en tweede afgeleides is van 'n Von Neumann-Morgenstern nutsfunksie  $U(y)$ .

Die waardes van die absolute risiko-vermydingsfunksie is maatstawwe van hoe konkav of konveks die besluitnemer se nutsfunksie is. Die belangrikste eienskap van die absolute risiko-vermydingsfunksie is dat dit 'n unieke maatstaf van voorkeure is, terwyl 'n nutsfunksie net uniek is ten opsigte van 'n positiewe lineêre transformasie (King en Robison, 1981:4). Die boonste en onderste grense van 'n besluitnemer se absolute risiko-vermydingsfunksie gee die interval waarbinne sy voorkeure val. Die funksie maak dit dus moontlik om riskante projekte volgens die besluitnemer se voorkeure te rangskik (Zentner, *et al*, 1989:7).

2.3 Stogastiese dominansie

Stogastiese dominansie is 'n teoretiese benadering wat ontwikkel is vir doeltreffendheidsontleding in gevalle waar min oor die besluitnemer se voorkeure bekend is (Zentner *et al*, 1981:16). Lee *et al* (1987:113) definieer stogastiese dominansie as 'n kwantitatiewe tegniek wat teoreties in staat is om te bepaal of een strategie 'n ander gedeeltelik of ten volle domineer ten opsigte van die besluitnemer se verwagte nut van onseker uitkomst.

Stogastiese dominansie kom voor indien die verwagte nut van 'n riskante projek die verwagte nut van 'n ander oorskry vir alle moontlike nutsfunksies van 'n gedefinieerde groep besluitnemers (Zentner *et al*, 1981:16). Besluitnemingsreëls wat gespesifiseer word, minimizeer die getal doeltreffende alternatiewe deurdat die strategie wat gedomineer word, uitgelaat word. Stogasties doeltreffende strategieë word geselekteer deur kontinue of diskrete kumulatiewe verdelingsfunksies van riskante uitkomst te paargewys te vergelyk.

Onderskeid word getref tussen gewone stogastiese dominansie en veralgemeende stogastiese dominansie. Verskillende ordes word by gewone stogastiese dominansie aangetref. 'n Styging in die orde gaan gepaard met 'n logiese uitbreiding van beperkende aannames ten opsigte van die aard van die onderliggende nutsfunksies. Die verskillende benaderings tot stogastiese dominansie word vervolgens bespreek.

2.3.1 Stogastiese dominansie van die eerste orde

Volgens Anderson *et al* (1977:282) is die oorspronklike konsep van stogastiese doeltreffendheid deur Quirk en Saposnik (1962) en Fishburn (1964) geformaliseer. Eerste orde stogastiese dominansie berus op die logiese aanname dat die besluitnemer "meer" bo "minder" verkies (Boehlje en Eidman, 1984:465). Die eerste afgeleide van die nutsfunksies is dus positief ( $U'_m > 0$ ). In hierdie geval word daar nie beperkings op die aard van die risiko-houdings en dus die aard van die nutsfunksie geplaas nie (Zentner *et al*, 1981:18).

Die oorspronklike konsep van stogastiese dominansie moet uitgedruk word in terme van kumulatiewe waarskynlikheidsfunksies (Anderson *et al*, 1977:282), waar die verband tussen die kumulatiewe verdelingsfunksie,  $F_1$ , van 'n riskante projek,  $F$ , en die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelingsfunksie,  $F_1(R)$ , binne die grense  $[a, b]$  gegee word deur:

$$F_1(R) = \int_a^R f(x) dx \tag{3}$$

$F$  domineer  $G$  in terme van eerste orde stogastiese dominansie indien  $F_1(R) \leq G_1(R)$  vir alle moontlike waardes van  $R$  binne die grense  $[a, b]$  met ten minste een ongelykheid, dit wil sê  $F_1(R) < G_1(R)$  vir ten minste een waarde van  $R$ . Transitiwiteit geld hier soos wat die geval is by al die stogastiese dominansie-kriteria (Anderson *et al*, 1977:282).

Bogenoemde beteken dat F vir G met eerste orde stogastiese dominansie domineer indien die kumulatiewe waarskynlikhede van F by alle uitkomste laer of gelyk is aan die kumulatiewe waarskynlikhede van G. Grafies beteken dit dat die dominante strategie se kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling nie 'n punt links van die gedomineerde strategie kan hê nie en daarom kan eerste orde stogastiese dominansie nie gebruik word as die verdelings kruis nie.

Die kriteria is maklik verstaanbaar en die onderliggende aanname maak dit wyd toepasbaar (Boehlje en Eidman, 1984:466). Teoreties word daar nie 'n klein stel dominerende strategieë vermag nie want ondervinding met besluitneming en onsekerheid dui daarop dat verdelings wat kruis eerder die reël as die uitsondering is (Zentner *et al*, 1981:19; Boehlje en Eidman, 1984:467; Van Zyl, 1985:65). Meer beperkende aannames omtrent die nutsfunksies van besluitnemers moet dus gemaak word.

**2.3.2 Stogastiese dominansie van die tweede orde**

Stogastiese dominansie van die tweede orde maak dit moontlik om riskante alternatiewe uit 'n eerste orde stogasties doeltreffende stel strategieë te elimineer. Hierdie kriterium is ook gegrond op die aanname dat die besluitnemers positiewe marginale nutsfunksies het.

'n Verdere aanname wat in die geval gemaak word is dat die besluitnemer risiko-vermydend is (Boehlje en Eidman, 1984:467). Dit beteken dat die nutsfunksies van die persone dalende marginale nut toon, dit wil sê die tweede afgeleide van die nutsfunksie is negatief ( $U'' < 0$ ).

'n Kumulatiewe waarskynlikheidsfunksie waar die kumulatief van 'n verdeling  $F_1$  gedefinieer word as

$$F_2(R) = \int_a^R F_1(x) dx \tag{4}$$

moet gebruik word om die reël te verduidelik (Anderson *et al*, 1977:285). Verdeling F domineer verdeling G in terme van tweede orde stogastiese dominansie indien  $F_2(R) \leq G_2(R)$  vir alle moontlike waardes van R met ten minste een ongelikheid. Verdeling F word dus deur alle risiko-vermydende besluitnemers verkies indien die oppervlakte onder die kumulatiewe verdelingsfunksie van F nooit groter is as die oppervlakte onder die kumulatiewe verdelingsfunksie van G nie. Alhoewel die verdelings kan kruis, mag die kumulatiewe oppervlakte onder verdeling F by geen uitkomstvlak groter wees as die van verdeling G nie. Gedomineerde funksies is ondoeltreffend in terme daarvan dat hulle nooit deur risiko-vermydende persone gekies sal word nie.

Tweede orde stogastiese dominansie het egter sekere beperkings (King en Robison, 1981:3). Die stogasties dominante stel alternatiewe kan steeds groot wees. Die aanname dat marginale nut dalend is, is nie altyd die geval nie. Marginale nut is konstant en stygend vir onderskeidelik risiko-neutrale en risiko-soekende besluitnemers. Dit word algemeen aanvaar dat die meeste besluitnemers in die landbou risiko-vermydend is (Anderson *et al*, 1977:288). Die kriterium kan dus in baie gevalle gebruik word.

**2.3.3 Stogastiese dominansie van die derde orde**

Derde orde stogastiese dominansie is gegrond op 'n verdere aanname, naamlik dat die derde afgeleide van die nutsfunksie positief is (Anderson *et al*, 1977:288). Die beperking word ingestel omdat veronderstel word dat besluitnemers minder risiko-vermydend raak as hulle welvaart verhoog. Die aanname is noodsaaklik maar nie voldoende om aan te toon dat besluitnemers dalende absolute risiko-vermyding openbaar (Zentner *et al*, 1981:23).

Vir die kriteria moet 'n verdere kumulatiewe verdelingsfunksie van die tweede orde stogastiese dominansie kumulatiewe funksie gedefinieer word (Anderson *et al*, 1977:289), naamlik:

$$F_3(R) = \int_a^R F_2(x) dx \tag{5}$$

Verdeling F domineer verdeling G in terme van derde orde stogastiese dominansie as  $F_3(R) \leq G_3(R)$  vir alle moontlike waardes van R met ten minste een ongelikheid en wanneer  $F_2(b) \leq G_2(b)$ , waar b die boonste interval is.

Anderson *et al* (1977:289) het gevind dat tweede en derde orde stogastiese dominansie in baie gevalle dieselfde stogasties doeltreffende stel strategieë gee. Dit sal egter nie die geval wees as die verdelings in skeefheid verskil nie.

Hoër ordes van stogastiese dominansie word aangetref (Anderson *et al*, 1977:290; Lee *et al*, 1987:114), maar al meer beperkings word op die besluitnemer se voorkeure geplaas.

Stogasties doeltreffende stelle strategieë wat met eerste, tweede en derde orde stogastiese dominansie-kriteria verkry is, het sekere gemeenskaplike eienskappe en verhoudings (Zentner *et al*, 1981:25).

- (i) Asimmetrie - indien strategie  $a_2$  gedomineer word deur strategie  $a_1$ , is die omgekeerde nie waar nie.
- (ii) Transitiwiteit - indien strategie  $a_1$  strategie  $a_2$  domineer en strategie  $a_2$  domineer strategie  $a_3$ , dan domineer  $a_1$  vir  $a_3$  met dieselfde orde van stogastiese dominansie.
- (iii) Gedeeltelike groepering - indien strategie  $a_1$  vir  $a_2$  domineer met eerste orde stogastiese dominansie, is dit ook die geval met tweede en derde orde stogastiese dominansie, maar nie omgekeerd nie.
- (iv) 'n Noodsaaklike maar nie voldoende voorwaarde wat moet geld, is dat die laagste punt van die dominante kumulatiewe verdelingsfunksie nie laer mag wees as die laagste punt van die verdelingsfunksie wat gedomineer word nie en die gemiddeld van die dominante strategie moet hoër wees as die van die gedomineerde strategie.

**2.3.4 Veralgemeende stogastiese dominansie**

Daar is egter 'n behoefte na doeltreffendheidskriteria wat meer buigsaam en diskriminerend is as die voormelde kriteria (King en Robison, 1981:3). Meyer (1977:325) het die gewone stogastiese dominansie-kriteria veralgemeen. Na hierdie kriterium word verwys as stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie of Meyer se kriterium (Zentner *et al*, 1981:31).

Volgens King en Robison (1981:3) is stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie 'n evalueringkriterium wat riskante alternatiewe rangskik vir groepe besluitnemers wat gedefinieer word deur die spesifieke onderste en boonste grense van hul absolute risiko-vermydingsfunksie. Die absolute risiko-vermydingsfunksie word voorgestel deur vergelyking (2). Die kriterium voorsien groter buigsaamheid as gewone stogastiese dominansie beginsels (Zentner *et al*, 1981:31). Die grense van die absolute risiko-vermydingsfunksie kan so wyd of nou wees as wat nodig geag word vir die spesifieke probleem. In teenstelling met tweede orde stogastiese dominansie plaas Meyer se kriterium nie beperkings op die voorkeure van die besluitnemers nie (Lee *et al*, 1987:115).

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie is dus 'n kriterium wat noodsaaklike en voldoende voorwaardes daarstel sodat 'n spesifieke verdeling van uitkomste bo 'n ander verdeling van uitkomste verkies kan word deur alle besluitnemers

waarvan die absolute risiko-vermydingsfunksie op enige plek tussen gespesifiseerde onderste en boonste grense lê (King en Robison, 1981:4).

Daar kan vir die groep besluitnemers wat binne die grense van die gespesifiseerde interval ingesluit word, bepaal word of al die persone een van twee kumulatiewe verdelings, A(m) en B(m) bo die ander een verkies (Nielson, 1982:15). A(m) word bo B(m) verkies as:

$$\int_0^1 U(m) a(m) dm - \int_0^1 U(m) b(m) dm > 0 \quad (6)$$

waar a(m) en b(m) waarskynlikheidsverdelingsfunksies oor die interval 0 tot 1 is.

Daar kan dan aangetoon word dat:

$$\int_0^1 U(m) a(m) dm - \int_0^1 U(m) b(m) dm = \int_0^1 U(m) [a(m) - b(m)] dm \quad (7)$$

Deur integrasie verander vergelyking (7) soos volg:

$$\int_0^1 U(m) [a(m) - b(m)] dm = \int_0^1 [B(m) - A(m)] U'(m) dm \quad (8)$$

Die prosedure om te bepaal of A(m) bo B(m) verkies word, vereis die identifisering van die nutsfunksie, U<sub>0</sub>(m), wat die volgende minimiseer:

$$\int_0^1 [B(m) - A(m)] U'(m) dm \quad (9)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_1(m) \geq \frac{-U'_0(m)}{U'_0(m)} \geq r_2(m)$$

waar  $0 \leq m \leq 1$  en  $U'(0) = 1$

Die nutsfunksie U<sub>0</sub>(m) wat die vergelyking (9) minimiseer is die nutsfunksie binne die gespesifiseerde interval wat die verskil in nut tussen A(m) en B(m) minimiseer.

Indien vergelyking (9) 'n positiewe waarde het, word A(m) verkies want die vergelyking is 'n maatstaf van die verskil in nut tussen die twee verdelings. 'n Waarde van nul beteken dat 'n keuse nie gemaak kan word nie, terwyl 'n negatiewe waarde beteken dat B(m) bo A(m) verkies word deur sekere besluitnemers in die interval.

Meyer (1977) maak gebruik van optimale beheerteorie om stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie verder te operationaliseer. Die volgende teorema vorm die basis vir die prosedure (Zentner et al, 1981:39).

'n Optimale beheer, r<sub>0</sub>(m) wat die volgende vergelyking minimiseer:

$$\int_0^1 [G_1(m) - F_1(m)] U'(m) dm \quad (10)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_1(m) \leq r_0(m) \leq r_2(m) \text{ en } U'_0(0) = 1$$

word gegee deur:

$$r_0(m) = r_1(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)] U'_0(y) dy < 0 \quad \text{of}$$

$$r_0(m) = r_2(m) \text{ indien } \int_m^1 [G_1(y) - F_1(y)] U'_0(y) dy \geq 0 \quad (11)$$

Die teorema is Meyer se kriterium en impliseer dat r<sub>0</sub>(m) altyd die waarde van of die onderste of die boonste grens het.

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie kom dus daarop neer dat die verskil in die integrale tussen F en G "geweeg" word met die marginale nut wat met elke vlak van inkomme geassosieer word (Lee et al, 1987:115).

Volgens Zentner et al (1981:53) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie verskeie voordele. Daar is baie geleenthede om Meyer se kriterium prakties toe te pas. Individue se nutsfunksie hoef nie empiries bepaal te word nie en dit dien ook as aanmoediging om die waarskynlikheidsverdelings van uitkomst van alternatiewe strategieë noukeurig te bepaal.

### 2.3.5 Resultate van vorige studies

Alhoewel die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium normaalweg min strategieë uitskakel, is dit soms as besluitnemingskriterium voldoende om enkele stogasties doeltreffende strategieë te identifiseer. Musser et al (1981) het stogastiese dominansie gebruik om 'n doeltreffende plaagbeheerstelsel te identifiseer. As gevolg van die beperkte alternatiewe is net eerste en tweede orde stogastiese dominansie gebruik. Met eerste orde stogastiese dominansie is 'n enkele strategie geïdentifiseer wat domineer. In 'n soortgelyke toepassing van stogastiese dominansie op verskillende stelsels van lusernbestuur vir melkbeeste het McGuckin (1983) een strategie gevind wat met eerste orde stogastiese dominansie domineer. Johnson et al (1987) daarenteen het tweede orde stogastiese dominansie toegepas om produsente se voorkeure te bepaal vir verskillende stelsels wat gevolg kan word om beste markklaar te kry omdat eerste orde stogastiese dominansie onvoldoende was.

Harris en Mapp (1986) het die voorkeur vir waterbesparende besproeiingstrategieë met behulp van veralgemeende stogastiese dominansie bepaal. Absolute risiko-vermydingsintervalle van -0,0001 tot 0,0000, -0,0001 tot 0,0001 en 0,0000 tot 0,0001 is gebruik om onderskeidelik risiko-soekende, risiko-neutrale en risiko-vermydende besluitnemers te verteenwoordig (Harris en Mapp, 1986:303). Bernardo (1988:84) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik bykomend tot gewone stogastiese dominansie om die voorkeur vir verskillende besproeiingstrategieë te identifiseer vir besluitnemers met absolute risiko-vermydingsintervalle van -0,0008 tot -0,0001, -0,0001 tot 0,0001, 0,0001 tot 0,0004 en 0,0004 tot 0,0010. Dit verteenwoordig risiko-soekende, risiko-neutrale, efenens risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende persone. Op die terrein van landboubeleid het Kramer en Pope (1981) asook Richardson en Nixon (1982) stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik om produsente se voorkeure vir alternatiewe beleide te bepaal. Nielson (1982) het stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie gebruik om risiko-doeltreffende besproeiingskeduleringsstrategieë vir sojabone te bepaal. Risiko-vermydingsintervalle van -0,0005 tot -0,0001, -0,0001 tot 0,0001, 0,0001 tot 0,0003 en 0,0003 tot 0,0010 is deur hom gebruik (Nielson, 1982:78).

Dit blyk dus dat die navorsingsprobleem en die aard van die verwagte uitkomst van alternatiewe strategieë wat gevolg kan word, bepaal watter stogastiese dominansie-kriteria toegepas moet word.

### 3. Prosedure

Die prosedure om risiko-doeltreffende spilpuntbeleggingstrategieë te identifiseer, behels die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria op die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die verwagte uitkomst wat met elke spilpunt geassosieer is.

**3.1 Verteenwoordigende spilpuntstelsels**

Verteenwoordigende spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam is deur Meiring (1989) geïdentifiseer. Drie stelsel-eienskappe varieer by die spilpuntstelsels: grootte, kapasiteit en statiese hoogte en elkeen van die stelsels wat so saamgestel is, is ontwerp vir twee hulpbronsituasies: sand- en kleigronde. Die spilpuntstelsels word in Tabel 1 aangetoon. Die spilpuntkode word vervolgens gebruik wanneer na 'n spesifieke stelsel verwys word. Die eerste letter van die kode (S of K) dui aan of die spilpunt sand- of kleigrond besproei terwyl die syfer daarna (60 of 30) die oppervlakte gee wat die stelsel besproei. Die middelste term in die kode (08k, 10k of 12k) dui op die kapasiteit van die spilpunt in terme van bruto toediening in millimeter per dag. Die vertikale hoogte in meter wat die water gepomp word, word in die laaste deel van die kode (-15h of +10h) aangedui.

Tabel 1: Agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam

Spilpuntkode	Grond-tipe	Oppervlakte (ha)	Kapasiteit (mm)	Statische hoogte (m)
1. S60/08k/-15h	sand	60	8	-15
2. K60/08k/-15h	klei	60	8	-15
3. S60/08k/+10h	sand	60	8	+10
4. K60/08k/+10h	klei	60	8	+10
5. S60/10k/-15h	sand	60	10	-15
6. K60/10k/-15h	klei	60	10	-15
7. S60/10k/+10h	sand	60	10	+10
8. K60/10k/+10h	klei	60	10	+10
9. S60/12k/-15h	sand	60	12	-15
10. K60/12k/-15h	klei	60	12	-15
11. S60/12k/+10h	sand	60	12	+10
12. K60/12k/+10h	klei	60	12	+10
13. S30/08k/+10h	sand	30	8	+10
14. K30/08k/+10h	klei	30	8	+10
15. S30/10k/+10h	sand	30	10	+10
16. K30/10k/+10h	klei	30	10	+10
17. S30/12k/+10h	sand	30	12	+10
18. K30/12k/+10h	klei	30	12	+10

\* Bruto toediening per dag

**3.2 Waarskynlikheidsverdeling**

By die ekonomiese ontleding van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë (Meiring, 1989) is produksie- en prysrisiko in ag geneem deur produksie- en pryspeile te laat varieer. Opbrengste is vir koring, mielies en katoen, gegewe skeduleringstrategieë wat stelselkapasiteit en grondtipe in ag neem, met gewasgroeimodelle gesimuleer deur van tien jare se historiese weerdata gebruik te maak. Prysrisiko is in ag geneem deur tydreksontledings te doen. Drie en dertig jaar se nasionale produksie-syfers van koring en mielies is aangepas tot die huidige vlak van tegnologie en met die huidige prysscenario's is 'n produsenteprys vir elke jaar bepaal. Die prosedure het 330 prys-opbrengskombinasies tot gevolg. Die netto huidige waarde van elke belegging is bereken deur van die prys-opbrengskombinasies ewekansig te kies vir elke seisoen oor die stelsel se lewensduur van vyftien jaar. Deurdat die prosedure vir elke stelsel twintig keer herhaal is, is twintig moontlike netto huidige waardes vir elke stelsel verkry. Die waarskynlikheid om elkeen van die netto huidige waardes te realiseer, is dus vyf persent.

Hierdie resultate word gebruik as waarskynlikheidsverdelings by die toepassing van stogastiese dominansie-ontledings. Aangesien die dertighektaar- en sestighektaar-stelsels se resultate nie direk vergelykbaar is nie, is die netto huidige waarde uit-

gedruk op 'n hektaar basis. Die waardes vir drie van die stelsels, naamlik stelsels S60/12k/-15h, S60/12k/+10h en S60/10k/-15h, word in Tabel 2 aangetoon.

Tabel 2: Die netto huidige waarde (R/ha) oor 'n periode van vyftien jaar vir twintig herhalings vir spilpuntstelsels S60/10k/-15h, S60/12k/+10h en S60/10k/-15h in die gebied benede die P.K. le Rouxdam

Herhaling	Spilpuntstelsels		
	S60/12k/-15h	S60/12k/+10h	S60/10k/-15h
1	9 099	8 035	8 037
2	8 798	7 720	8 048
3	9 710	8 623	8 223
4	7 910	6 829	6 518
5	8 296	7 195	6 908
6	6 820	5 748	5 681
7	11 467	10 391	9 987
8	8 447	7 365	7 066
9	9 140	8 065	7 676
10	11 122	10 039	9 674
11	9 653	8 559	8 166
12	10 400	9 331	9 076
13	8 555	7 463	7 280
14	10 087	8 996	8 769
15	8 499	7 400	6 956
16	9 842	8 763	8 837
17	9 835	8 727	8 332
18	9 398	8 326	7 900
19	9 053	7 979	7 985
20	11 614	10 520	10 111
Gemiddeld	9 387	8 304	8 061
Standaard afwyking	1 199	1 199	1 150
Variasie-koeffisiënt	12.77	14.44	14.27

**3.3 Toepassing van stogastiese dominansie-kriteria**

Die uitgangspunt by die toepassing van stogastiese dominansie-kriteria is om aanvanklik eerste orde stogastiese dominansie te gebruik en daarna die hoër ordes en Meyer se kriteria indien meer as een strategie by eerste orde stogastiese dominansie domineer.

Die dominante belegging is telkens uit die stel strategieë verwyder om weer 'n stelsel te identifiseer wat die orige stelsels domineer. Al agtien verteenwoordigende spilpuntstelsels in die gebied benede die P.K. le Rouxdam is dus in voorkeurvulgorde vir die besluitnemer geplaas.

In een geval is gewone stogastiese dominansie onvoldoende om 'n enkele dominante strategie te identifiseer. Aangesien stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie hiervoor gebruik is, moet absolute risiko-vermydingsinterval(le) vir die besluitnemer gespesifiseer word. Die vier intervale wat Nielson (1982:78) gebruik het vir besproeiingsboere in Minnesota, is hiervoor gebruik. Die intervale is vir boere met absolute risiko-vermydingskoeffisiënte met die volgende onderste en boonste grense:

- 0,0005 tot -0,0001,
- 0,0001 tot 0,0001,
- 0,0001 tot 0,0003 en
- 0,0003 tot 0,0010.

Die intervale verteenwoordig onderskeidelik risiko-soekende, risiko-neutrale, effens risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers. Die intervale strek dus oor 'n to-

tale intervalse van -0,0005 tot 0,0010 wat volgens Nielson (1982:78) die relevante gebied is wat Wilson (1982) in sy studie by boere in Suid-Minnesota gevind het.

Die kriteria is toegepas deur van twee rekenaarprogramme gebruik te maak. Eerste, tweede en derde orde stogastiese dominansie-ontledings is gedoen deur die program van Anderson *et al* (1977:312-318) te gebruik. 'n Program van Robison (1988) is gebruik om stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie toe te pas.

**4. Resultate**

Die resultate wat met die verskillende stogastiese dominansie-kriteria verkry is, word in Tabel 3 aangetoon in die volgorde waarin die beleggingstrategieë mekaar domineer.

Tabel 3: Volgorde waarin agtien alternatiewe spulpuntbeleggingstrategie in die gebied benede die P.K. le Rouxdam mekaar domineer volgens verskillende stogastiese dominansie-kriteria

Volgorde van dominansie	Spulpuntstelsels		
	Eerste orde	Tweede orde	Meyer se kriterium
1	S60/12k/-15h	S60/12k/-15h	S60/12k/-15h
2	S60/12k/+10h	S60/12k/+10h	S60/12k/+10h
3	S60/10k/-15h	S60/10k/-15h	S60/10k/-15h
4	S30/12k/+10h	S30/12k/+10h	S30/12k/+10h
5	S60/10k/+10h	S60/10k/+10h	S60/10k/+10h
6	K60/12k/-15h en S30/10k/+10h	S30/10k/+10h	S30/10k/+10h
7	-	K60/12k/-15h	K60/12k/-15h
8	K60/10k/-15h en K30/12k/+10h	K60/10k/-15h	K60/10k/-15h
9	-	K30/12k/+10h	K30/12k/+10h
10	S60/08k/-15h	S60/08k/-15h	S60/08k/-15h
11	K60/12k/+10h	K60/12k/+10h	K60/12k/+10h
12	K30/10k/+10h	K30/10k/+10h	K30/10k/+10h
13	S60/08k/+10h en K60/10k/+10h	S60/08k/+10h en K60/10k/+10h	K60/10k/+10h
14	-	-	S60/08k/+10h
15	K60/08k/-15h en S30/08k/+10h	K60/08k/-15h	K60/08k/-15h
16	-	S30/08k/+10h	S30/08k/+10h
17	K60/08k/+10h	K60/08k/+10h	K60/08k/+10h
18	K30/08k/+10h	K30/08k/+10h	K30/08k/+10h

Eerste orde stogastiese dominansie is eers toegepas. Die aard van die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings is sodanig dat die kriteria wel in die meeste gevalle 'n enkele belegging gee wat die ander domineer. In vier gevalle is daar egter twee stelsels in die doeltreffende stel. So is stelsel K60/12k/-15h en S30/10k/+10h albei dominant oor die res as stelsels S60/12k/15h, S60/12k/+10h, S60/10k/-15h, S30/12k/+10h en S60/10k/+10h uit die doeltreffende stel verwyder is. Vier pare verdelings kruis mekaar dus, naamlik die van stelsels K60/12k/-15h en S30/10k/+10h, K60/10k/-15h en K30/12k/+10h, S60/08k/+10h en K60/10k/+10h asook K60/08k/-15h en S30/08k/+10h.

Aangesien die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium nie in staat is om onderskeid tussen die bogenoemde pare strategieë te tref nie, is tweede orde stogastiese dominansie gebruik. In al die gevalle, behalwe tussen stelsels S60/08k/+10h en K60/10k/+10h, het die kriteria 'n enkele strategie geïdentifiseer wat domineer. Aangesien eerste orde dominansie noodwendig beteken dat sodanige strategieë ook by die hoër ordes dominant sal wees, bly die volgorde van dominansie vir die verskillende beleggings dieselfde.

Derde orde stogastiese dominansie is gebruik om te bepaal of belegging S60/08k/+10h of K60/10k/+10h verkies sal word. Dieselfde resultaat is egter verkry as met tweede orde stogastiese dominansie.

Die toepassing van Meyer se kriteria het dit moontlik gemaak om een van die twee beleggingstrategieë te kies. Stelsel K60/10k/+10h is dominant oor stelsel S60/08k/+10h vir besluitnemers wat in al vier die gespesifiseerde absolute risikovermydingsintervalle val.

Volgens Van Zyl (1985:68) word stogastiese dominansie waarskynlik die beste grafies bepaal, veral by eerste en tweede orde stogastiese dominansie en as die alternatiewe wat oorweeg word min is. Figuur 1 toon die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings van die eerste vyf stelsels wat die res domineer.

Die vyf stelsels se verdelings kruis nie en eerste orde stogastiese dominansie-kriterium kan gebruik word. Dit is duidelik dat die waardes van die verdeling van stelsel S60/12k/-15h baie kleiner is as die ooreenstemmende waardes van die verdeling wat volgende verkies word. Die verdelings van stelsels S60/12k/+10h, S60/10k/-15h en S30/12k/+10h is egter nie so ver uitmekaar nie.

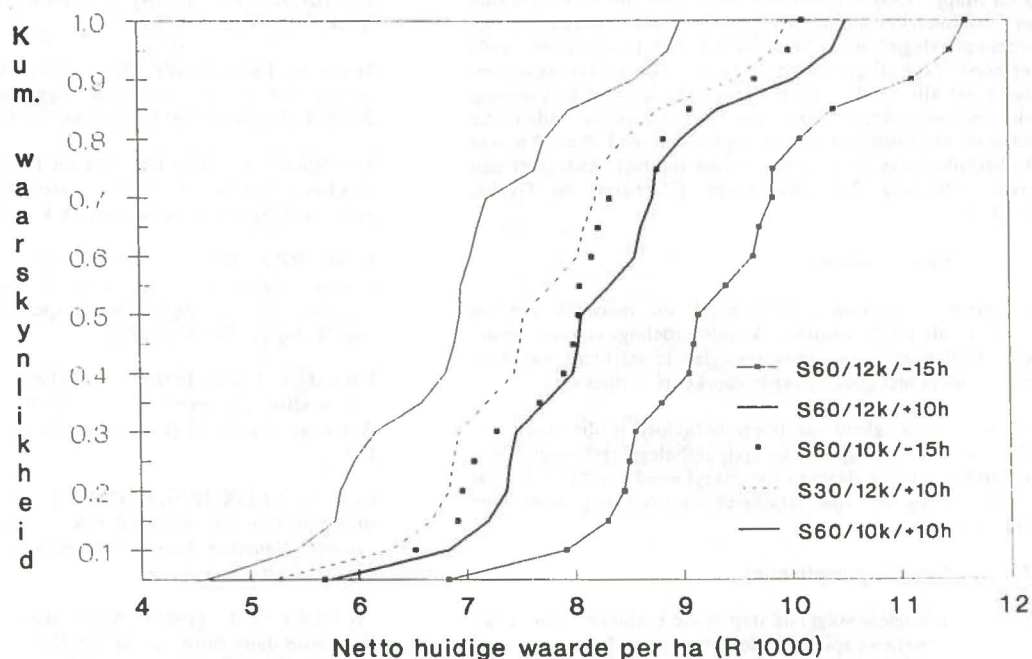
Figuur 2 gee die kumulatiewe verdelings van die stelsels met posities van dominansie van sesde tot negende uit die totaal van agtien stelsels. By stelsel S30/10k/+10h en K60/12k/-15h asook K60/10k/-15h en K30/12k/+10h is tweede orde stogastiese dominansie gebruik omdat die verdelings kruis. Stelsel S30/10k/+10h domineer stelsel K60/12k/-15h met die kriterium omdat die kumulatiewe oppervlakte onder die verdeling van stelsel S30/10k/+10h by alle uitkomst kleiner is as die onder die verdeling van stelsel K60/12k/-15h. So domineer stelsel K60/10k/-15h ook vir stelsel K30/12k/+10h.

Dit is duidelik dat stelsel S60/12k/-15h, wat 'n sestighektaar-stelsel met 'n kapasiteit van 12 mm is, 'n stadiese hoogte van -15 m het en sandgrond besproei, deur alle besluitnemers verkies word. Dieselfde stelsel met 'n stadiese hoogte van 10 m is die volgende stelsel wat verkies word. 'n Boer op kleigrond sal stelsel K60/12k/-15h, wat soortgelyk aan stelsel S60/12k/-15h is, verkies. Indien die boer 'n stadiese hoogte van 10 m het, sal stelsel K60/12k/+10h verkies word. Ten opsigte van die dertighektaar-stelsels sal stelsel S30/12k/+10h verkies word indien die boer sandgrond besproei en stelsel K30/12k/+10h as hy kleigrond besproei.

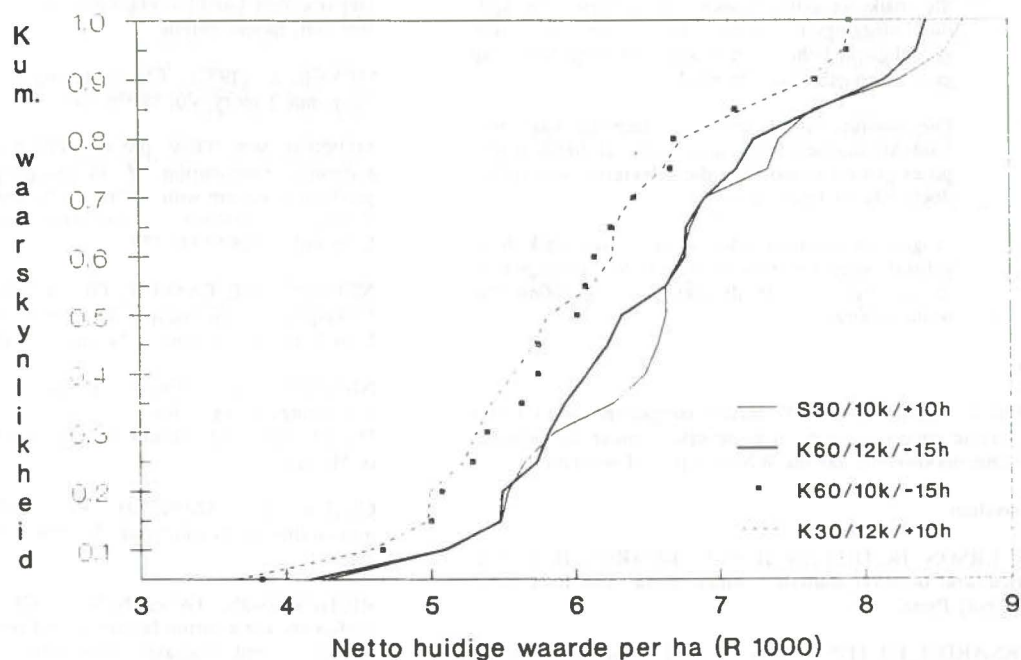
**5. Bespreking van resultate**

Stogastiese dominansie van die eerste orde lewer in die meeste gevalle 'n enkele spulpuntbeleggingstrategie wat die res domineer wat daarop dui dat die kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings in min gevalle kruis. Die voorkeur vir 'n beleggingstrategie kan net in die geval van vier pare strategieë nie met eerste orde stogastiese dominansie-kriterium bepaal word nie. Teoreties is kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings wat kruis egter eerder die reël as die uitsondering (Anderson *et al*, 1977:284; Zentner *et al*, 1981:19; Van Zyl, 1985:65). Musser *et al* (1981) en McGuckin (1983) het egter in hulle studies ook 'n enkele dominante strategie met eerste orde stogastiese dominansie gekry.

Die aard van die verdelings, wat die hierdie resultaat veroorsaak, kan verklaar word deur te let op die prosedure wat gebruik is om die waardes vir die verdelings te verkry. Vir elk van die agtien stelsels is dieselfde opbrengs-pryskombinasies vir herhaling een tot twintig gebruik wat beteken dat indien 'n lae prys en ongunstige jaar ten opsigte van klimaat vir 'n spesifieke seisoen van 'n herhaling gekies is, is dit ook vir die ander stelsels gebruik. Hierdie prosedure word vereis om die stelsels te kan vergelyk. Dit is die oorsaak vir die neiging by die verdelings om dieselfde vorm te hê en dus in min gevalle te kruis.



Figuur 1: Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels S60/12k/-15h, S60/10k/+10h, S60/10k/-15h, S30/12k/+10h en S60/10k/+10h in die gebied benede die PK le Rouxdam



Figuur 2: Kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van die netto huidige waarde per hektaar van spilpuntstelsels S30/10k/+10h, K60/12k/-15h, K60/10k/-15h en K30/12k/+10h in die gebied benede die PK le Rouxdam

In die geval van drie pare strategieë waar die eerste orde stogastiese dominansie-kriterium onvoldoende was om onderskeid in die voorkeur vir die strategieë te bepaal, is tweede orde stogastiese dominansie gebruik. Die resultate van tweede

en derde orde stogastiese dominansie wat dieselfde is, stem ooreen met ander navorsingsbevindinge (Anderson *et al*, 1977:289).

Stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie het dit egter moontlik gemaak om te bepaal dat stelsel K60/10k/+10h bo stelsel S60/08k/+10h verkies word deur alle besluitnemers,



ongegag hulle risiko-gevoeligheid. Nielson (1982:78) asook Harris en Mapp (1986:303) het ook gevind dat die risiko-houding van besluitnemers nie 'n invloed het op die voorkeur vir besproeiingsstrategieë nie. Deurdat die meeste strategieë reeds met eerste orde stogastiese dominansie georden kan word, impliseer dat alle produsente die strategieë ook sal kies ongeag hulle risiko-voorkeur. Die rede hiervoor is dat indien die grense vir die absolute risiko-vermydingsinterval  $\infty$  en  $\infty$  is, wat alle besluitnemers in ag neem, is die interval ekwivalent aan eerste orde stogastiese dominansie (Zacharias en Grube, 1984:115).

### 5.1 Gevolgtrekking

Stogastiese dominansie-kriteria maak dit moontlik om op grond van die totale waarskynlikheidsverdelings van uitkomst, risiko-doeltreffende beleggingsstrategieë te selekteer wat deur besluitnemers met gedefinieerde voorkeure verkies sal word.

Die risiko-gevoeligheid van boere beïnvloed in die studie nie hulle voorkeure vir spesifieke spilpuntbeleggingsstrategieë nie. Dit kan hoofsaaklik daaraan toegeskryf word dat die risiko wat betrokke is by die tipe strategieë wat oorweeg word baie eenders is.

### 5.2 Navorsingsimplikasies

- (i) 'n Logiese volgende stap in die evaluering van die alternatiewe spilpuntbeleggingsstrategieë is die oorweging van ander wisselboustelsels en die uitbreiding van die ontledings tot plaasvlak.
- (ii) Die risiko's wat met verskillende wisselbou- en groeistrategieë op plaasvlak geassosieer kan word, behoort van strategie tot strategie meer te varieer as die risiko-verskille tussen die alternatiewe spilpuntbeleggings in die navorsing. Boere se risiko-gevoeligheid behoort in sulke omstandighede in ag geneem en geëvalueer te word.
- (iii) Die absolute risiko-vermydingsintervalle waarbinne Suid-Afrikaanse besproeiingsboere val, behoort empiries gemeet te word vir die selektering van risiko-doeltreffende besluite.
- (iv) Stogastiese dominansie kan as besluitnemingskriteria gebruik word om risiko-doeltreffende strategieë te selekteer uit riskante alternatiewe vir gedefinieerde besluitnemers.

### Nota

Geldelike bystand deur die Waternavorsingskommissie (WNK) vir hierdie navorsing word hiermee erken, maar die menings moet nie noodwendig aan die WNK toegeskryf word nie.

### Verwysings

- ANDERSON, JR, DILLON, JL en HARDAKER, B. (1977). Agricultural decision analysis. Ames, Iowa, The Iowa State University Press.
- BERNARDO, DJ. (1988). The effect of spatial variability of irrigation applications on risk-efficient irrigation strategies. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 20, No 1:77-85.
- BOEHLJE, MD en EIDMAN, VR. (1984). Farm management. New York, John Wiley and Sons.
- BOSCH, DJ. (1984). The value of soil water and weather information in increasing irrigation efficiency. Ph.D.-dissertation, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul.

FISHBURN, PC. (1964). Decision and value theory. New York, John Wiley and Sons.

HARRIS, TR en MAPP, HP. (1986). A stochastic dominance comparison of waterconserving irrigation strategies. American Journal of Agricultural Economics Vol 68, No 2:298-305.

JOHNSON, F, SPREEN, TH en HEWITT, T. (1987). A Stochastic analysis of contract grazing feeder cattle. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 20, No 1:11-19.

KING, RP en ROBISON, LJ. (1981). Implementation of the interval approach to measuring decision maker preference. Research Report. Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan State University.

KRAMER, RA en POPE, RD. (1981). Participation in farm commodity programs: a stochastic dominance analysis. American Journal of Agricultural Economics Vol 63, No 1:119-128.

LEE, JG, ELLIS, JR en LACEWELL, RD. (1987). Evaluation of production and financial risk: a stochastic dominance approach. Canadian Journal of Agricultural Economics, Vol 35, No 1:108-126.

MCGUCKIN, T. (1983). Alfalfa management strategies for a Wisconsin dairy farm - an application of stochastic dominance. North Central Journal of Agricultural Economics, Vol 5, No 1:43-49.

MEIRING, JA. (1989). Die ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingsstrategieë in die Suid-Vrystaat sub-streek met inagneming van risiko. Verhandeling (M.Sc.Agric.). Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

MEYER, J. (1977). Choice among distributions. Journal of Economic Theory, Vol 14:326-336.

MUSSER, WN, TEW, BV en EPPERSON, JE. (1981). An economic examination of an integrated pest management production system with a contrast between E-V and stochastic dominance analysis. Southern Journal of Agricultural Economics, Vol 13:119-123.

NELSON, AG, CASLER, GL en WALKER, OL. (1987). Making farm decisions in a risky world: A Guidebook. Oregon State University Extension Service, Corvallis.

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota. M.Sc. thesis. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota.

QUIRK, JP en SAPOSNIK, R. (1962). Admissibility and measurable utility functions. Review of Economic Studies Vol, 29, No 2.

RICHARDSON, JW en NIXON, CJ. (1982). Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: an application of simulation and stochastic dominance. Western Journal of Agricultural Economics, Vol 7, No 1:123-132.

ROBISON, LJ. (1988). Stochastic dominance: a computer programme. Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

VAN DER MERWE, PJA. (1982). Wisselwerking tussen genotype en omgewing by grondtipe. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Universiteit van Pretoria, Pretoria.

VAN ROOYEN, P.J. (1983). Graphic methods interpreting detrended results in maize cultivar evaluation. Proceedings of the 5th South African Maize Breeding Symposium. Grain Crops Research Institute, Potchefstroom.

VAN ZYL, J. (1985). Ekonomiese optimale mieliekultivar-seleksie onder risikotoestande. Proefskrif (D.Sc.Agric.). Departement Landbou-ekonomie. Universiteit van Pretoria, Pretoria.

WILSON, P.N. (1982). The structural determinants of the swine production industry. Ph.D. thesis. University of Minnesota, St. Paul.

ZACHARIAS, TP en GRUBE, AH. (1984). An economic evaluation of weed control methods used in combination with crop rotation: a stochastic dominance approach. North Central Journal of Agricultural Economics, Vol 6, No 1:113-120.

ZENTNER, RP, GREENE, DD, HICKENBOTHAM, TL en EIDMAN, VR. (1981). Ordinary and generalized stochastic dominance: a primer. Department of Agricultural and Applied economics, University of Minnesota, St. Paul, Staff Paper P81-27.

### Summary

The purpose of this paper is to select risk-efficient centre pivot investment strategies by taking into consideration the total probability distributions of the estimated after-tax income from a wheat/maize/cotton rotation crop system for 18 centre pivot irrigation systems, as well as the decision-maker's preferences. Ordinary and generalized stochastic dominance are used as decision-making criteria.

An extensive literature study was done of decision-making under risk. The emphasis was placed on ordinary and generalized stochastic dominance. It appears that stochastic dominance is a promising approach for evaluating the economic efficiency of investment strategies under risk. Furthermore, generalized stochastic dominance, or Meyer's criterion, seems to be a more flexible and discriminating criterion than stochastic dominance of the first, second and third degrees.

As a first step in the research methodology, a computer-assisted estimation was made of the costs of representative centre pivot systems in the area below the P.K. le Roux Dam. These centre pivot systems differed in size, capacity, static height and soil type.

Historic weather data taken over ten years were used to simulate wheat, maize and cotton yields with crop growth models, using given scheduling strategies which took system capacity and soil types into consideration. Price risk was taken into account by using time series analyses. Thirty-three years' national production figures for wheat and maize were adjusted to the current level of technology. By taking the present price scenarios into consideration, a producer's price was calculated for each year. This procedure resulted in 330 price-yield combinations. The net present value of each investment was calculated by a random selection of a price-yield combination for each season, over the system's life-span of fifteen years. By repeating the procedure twenty times for each system, twenty possible net present values were obtained for each system.

These results are used as probability distributions in the application of stochastic dominance analyses. The point of departure in the application of stochastic dominance criteria is to use stochastic dominance of the first degree initially and thereafter the higher degrees and Meyer's criterion to place the eighteen centre pivot systems in order of preference. In the case of generalized stochastic dominance, risk intervals were used to represent risk-seeking, risk-neutral, slightly risk-averse and strongly risk-averse decision-makers.

The results indicate that in most cases stochastic dominance of the first degree gives a single dominant strategy. This result can be explained by taking into account the procedure which was followed to obtain the distributional values. For each of the eighteen systems the same yield-price combination was used for repetition one to twenty, which means that if a low price and an unfavourable year in terms of climate were chosen for a specific season of a repetition, this combination was used for all the systems. However, in four cases there were two systems in the efficient pair. Three of these strategy pairs were placed in order of preference, by using stochastic dominance of the second degree. Stochastic dominance with respect to a function made it possible to distinguish between the remaining strategy pair. The sixty hectares system with a capacity of 12mm and a static height of -15m and which irrigated sandy soil, was preferred by all decision-makers. The fact that most strategies can already be put into order of preference by stochastic dominance of the first degree, implies that all producers will select these strategies, regardless of their risk preference.

Thus, on the basis of the total probability distributions of outcomes, stochastic dominance criteria make it possible to select risk-efficient investment strategies which will be selected by defined categories of decision-makers.