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

*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.*

'N ONTLEDING VAN DIE RISIKODOELTREFFENDHEID VAN BESPROEIINGSKEDULERINGSTRATEGIEë VIR KORING IN DIE BENEDE P.K. LE ROUXDAMGEBIED MET BEHULP VAN VERALGEMEENDE STOGASTIESE DOMINANSIE

JHF Botes
Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

LK Oosthuizen
Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

Samevatting

Die doel van hierdie artikel is om veralgemeende stogastiese dominansie as kriterium te gebruik om die risiko-doeltreffendheid van besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied te evalueer. Koringopbrengste vir vyf besproeiingskeduleringstrategieë, wat verskil ten opsigte van gesofistikeerdheid, op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm is met behulp van die PUTU9-87 model vir elf jare gesimuleer. Die jaarlikse vaste en veranderlike besproeiingskoste van 'n 60 hektaar spilpunt met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12mm per dag en 'n statiese pomphoogte van 10 meter op sand- en kleigronde is met behulp van 'n rekenaarprogram beraam. Veralgemeende stogastiese dominansie is as kriterium gebruik om risikodoeltreffende besproeiingskeduleringtrategieë vir koring te selekteer. Robison se rekenaarprogram is vir die ontledings gebruik. Op bedryfstakbasis is gevind dat besluitnemers wat in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid val, verskil ten opsigte van die keuse van die besproeiingskeduleringstrategie wat hul bepaalde voorkeure maksimaliseer. Oor die algemeen verkies 'n risiko-vermydende boer 'n skeduleringstrategie wat meer water gouer toedien in teenstelling met 'n boer wat risiko-soekend is.

Abstract

The purpose of this article is to use generalised dominance as criterion to evaluate the risk-efficiency of irrigation scheduling strategies for wheat in the area below the P.K. le Roux Dam. Wheat yields for five irrigation scheduling strategies, differing in respect of sophistication, were simulated for eleven years by means of the PUTU9-87 model on soils with profile available water capacities of 45,100 and 160 mm. The annual fixed and variable irrigation costs of a 60-hectare centre pivot with a gross application capacity of 12 mm per day and a static pumping height of 10 metres on sandy and clay soils were estimated by means of a computer programme. Generalised stochastic dominance was used as criterion to select risk-efficient irrigation scheduling strategies for wheat. Robinson's computer programme was used for the analyses. On an enterprise level it was found that decision-makers who fall into different categories of risk sensitivity differ in respect of the choice of irrigation scheduling strategy which maximises their particular preferences. In general, a risk-aversive farmer prefers a scheduling strategy that applies more water more quickly, in contrast to a risk-seeking farmer.

1. Inleiding

Ten einde die ekonomiese doeltreffendheid van besproeiingskeduleringstrategieë te evalueer, behoort die dinamiese, onsekere omgewing waarin besproeiing geskied, enersyds in ag geneem te word en andersyds behoort die ontledings terselfdertyd die belangrikheid van die besproeiingsboer se doelwitte te verreken (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1987:242). 'n Besproeiingskeduleringstrategie is ekonomies doeltreffend indien die skeduleringstrategie die besluitnemer beter daaraan toe laat in terme van sy voorkeure.

Die dinamiese benadering neem die interaksies tussen die atmosfeer, grond, plant en bestuur in ag om te bepaal hoe gewaswaterstremming plaasvind en gewasgroei geaffekteer word. 'n Gerekenariseerde gewasgroeimodel soos PUTU9-87 kan gebruik word om veranderlikes soos temperatuur, straling, profielbeskikbare waterkapasiteit, reënval, gewasgroeistadia en blaarbedekking te manipuleer. (Botes en Oosthuizen, 1989). Bestuursbesluite soos besproeiingspeile kan ook ingesluit word.

Wat die besproeiingsboer self betref, behoort die besluitnemer se risiko-houding enersyds gespesifiseer te word en andersyds bepaal te word hoe sy risiko-gevoeligheid besproeiingskeduleringsbesluite beïnvloed (Oosthuizen, Botes en Meiring, 1990). Met die nutsfunksiebenadering kan besproeiingskeduleringstrategieë vergelyk word deur hul ooreenstemmende netto inkomste waarskynlikheidsverdelings te evalueer. Ongelukkig is dit moeilik en duur om nutsfunksies vir individuele besluitnemers te beraam. Daar is dus 'n behoefte aan 'n kort metode om besproeiingsboere se houdings jeens risiko te meet en wat gebruik kan word om besproeiingskeduleringstrategieë ekonomies te evalueer.

Volgens Bosch, Eidman en Oosthuizen (1987:236) is stogastiese dominansie 'n belowende benadering om besproeiingsdoeltreffendheid onder risiko te evalueer. Daar is verskillende vlakke van stogastiese doeltreffendheidskriteria wat wissel volgens die kategorie besluitnemers wat in ag geneem word. In hierdie artikel word 'n tipe stogastiese doeltreffendheidskriterium gebruik bekend as veralgemeende stogastiese dominansie of Meyer se kriterium. Dikwels kan die getal doeltreffende strategieë wat met behulp van eerste en tweede orde stogastiese dominansie verkry is, verder verminder word deur Meyer se kriterium te gebruik (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1987:237).

Nielson (1982) het veralgemeende stogastiese dominansie gebruik om besproeiingskeduleringstrategieë vir sojabone in Minnesota te evalueer. Bosch (1984) het dieselfde kriterium gebruik om besproeiingskeduleringstrategieë vir mielies, sojabone en lusern in Minnesota te evalueer. Meiring (1989) het Meyer se kriterium gebruik om spilpuntbeleggingstrategieë

in die gebied benede die P.K. le Rouxdam te evalueer. Riskante besproeiingskeduleringstrategieë is nog nie plaaslik met Meyer se kriterium geëvalueer nie.

Die doel van hierdie artikel is om vyf besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die gebied benede die P.K. le Rouxdam op gronde met 'n lae (45 mm), gemiddelde (100mm) en hoë (160mm) profielbeskikbare waterkapasiteit met behulp van veralgemeende stogastiese dominansie te evalueer, inaggenome die dinamiese omgewing waarin besproeiing geskied sowel as die besproeiingsboere se houdings jeens risiko.

Die volgende hipoteses word gestel:

1. Boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid verskil ten opsigte van die keuse van watter skeduleringstrategie hul bepaalde voorkeure die beste sal bevredig.

2. 'n Boer wat risiko-vermydend is, sal 'n skeduleringstrategie verkies wat meer water gouer toedien in teenstelling met 'n boer wat risiko-soekend is. Hierdie hipotese word gemaak omdat besproeiing in die algemeen gesien word as 'n risiko-verminderende sowel as 'n inkomsteverhogende instrument. Gevolglik sal daar van die risiko-gevoelige boer verwag word om meer water te gebruik.

2. Literatuurstudie

2.1 Nutmaksimering

Gegewe die onsekere netto inkomstes van koringproduksie behoort die uitkomste uitgedruk te word in terme van nut om voorsiening te maak vir die logiese ordening van riskante moontlikhede. Volgens die verwagte nut hipotese moet besluitnemers hul verwagte nut maksimeer deur inligting ten opsigte van hul voorkeure en verwagtings te integreer om sodoende voorkeurkeuses te identifiseer (Roumasset, Boussard en Singh, 1979). Dit kan gedoen word deur die besluitnemer se nutsfunksie te gebruik. 'n Besluitnemer se nutsfunksie beskryf die verwantskap tussen die moontlike uitkomste (netto inkomste) en 'n voorkeurindeks. Dus word die besluitnemer se voorkeure uitgedruk in die vorm van 'n nutsfunksie wat gebruik kan word om riskante vooruitsigte in terme van verwagte nut te rangskik (Nielson, 1982).

Die probleem is dat nutsfunksies in die praktyk moeilik beraam kan word. Robinson (1982) het selfs aangetoon dat 'n besluitnemer se nutsfunksie nie presies bepaal kan word nie. As gevolg van die probleme met die bepaling van nutsfunksies is aanpassings gemaak in 'n poging om alternatiewe metodes te vind om voorkeure ten opsigte van riskante keuses te orden. Dit behels gewoonlik 'n kombinasie van aannames aangaande die besluitnemer se risiko-gevoeligheid en die besluitnemingskriteria. Sulke riglyne waarvolgens keuses geordeen kan word, staan algemeen bekend as doeltreffendheidskriteria (Nielson, 1982). Voorbeelde van sulke doeltreffendheidskriteria is gemiddelde variansie (EV) doeltreffendheid, eerste-, tweede- en derde orde stogastiese dominansie, veralgemeende stogastiese dominansie, gemiddelde risiko (ET) analise en Gini gemiddelde verskil (EG) analise (Wetzstein *et al.*, 1988:171). Hierdie tegnieke het die voordeel dat die besluitnemers se voorkeure geordeen kan word sonder om die wiskundige vorm van die nutsfunksie of die risiko-vermydingsvlak van 'n besluitnemer se nutsfunksie eksplisiet te spesifiseer (Nielson, 1982).

Veralgemeende stogastiese dominansie is geskik om waarskynlikheidsverdelings van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë te orden in terme van aanvaarbaarheid vir besluitnemers in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid. Veralgemeende stogastiese dominansie (ook bekend as Meyer se kriterium of stogastiese dominansie met betrekking tot 'n funksie) stel die navorser in staat om die belangrikheid van risiko-vermindering by 'n gegewe vlak van risiko-vermyding te bepaal. Verder kan bepaal word hoe die belangrikheid van risiko-vermindering verander namate die risiko-voorkeure van die besluitnemer verander.

2.2 Veralgemeende stogastiese dominansie

Veralgemeende stogastiese dominansie maak gebruik van 'n funksie wat uniek ooreenstem met 'n besluitnemer se voorkeure tussen alternatiewe riskante vooruitsigte. Hierdie funksie staan algemeen bekend as die absolute risiko-vermydingsfunksie. Hierdie funksie word gedefinieër vir 'n spesifieke geldelike uitkoms as die negatiewe verhouding van die tweede- en die eerste afgeleide van die geldelike nutsfunksie. Die eerste afgeleide van die nutsfunksie toon die marginale verhoging in nut of tevredenheid met 'n klein toename in inkomste (Bosch, Eidman en Oosthuizen, 1987:236). Die absolute risiko-vermydingsfunksie word bereken deur r(m) en word as volg wiskundig voorgestel.

$$r(m) = -U''(m)/U'(m) \qquad (1)$$

waar $-\infty \leq r(m) \leq \infty$

Negatiewe waardes van r(m) dui op risiko-soekende eienskappe terwyl positiewe waardes op risiko-vermyding dui. Indien r(m) gelyk is aan nul sal dit beteken dat die besluitnemer risiko-neutraal is.

'n Interval van risiko-vermydingsruimte kan gedefinieër word deur die boonste $r_1(m)$ en onderste $r_2(m)$ grense van hierdie interval onderskeidelik te spesifiseer. [2] Groepe van besluitnemers word onderskei deur besluitnemers in 'n spesifieke groep in te sluit indien hul nutsfunksie voldoen aan:

$$r_1(m) \geq -U''(m) / U'(m) \geq r_2(m) \text{ vir alle m} \qquad (2)$$

Vir enige van die groepe besluitnemers kan bepaal word of alle groeplede een van twee kumulatiewe waarskynlikheidsverdelings, A(m) of B(m), verkies bo die ander of neutraal is tussen die twee waarskynlikheidsverdelings. Vir A(m) om verkies te word bo B(m) moet

$$\int_0^1 U(m)\, a(m)\, dm - \int_0^1 U(m)\, b(m)\, dm > 0 \qquad (3)$$

waar a(m) en b(m) waarskynlikheidsdigtheidsfunksies is wat bepaal word vir die interval 0 tot 1. Daar kan aangetoon word dat

$$\int_0^1 U(m)\, a(m)\, dm - \int_0^1 U(m)\, b(m)\, dm =$$

$$\int_0^1 U(m)\, [a(m) - b(m)]\, dm \qquad (4)$$

en deur integrasie van dele dat

$$\int_0^1 U(m)\, [a(m) - b(m)]\, dm = \int_0^1 [B(m) - A(m)]\, U'm\, dm \qquad (5)$$

Die prosedure om te bepaal of A(m) bo B(m) verkies word, deur besluitnemers vir wie $r_1(m) \geq -U''(m) / U'(m) \geq r_2(m)$. vereis die identifikasie van die nutsfunksie $U_o(m)$ wat die volgende funksie minimaliseer (Nielson, 1982).

$$\int_0^1 [B(m) - A(m)]\, U'm\, dm \qquad (6)$$

onderworpe aan die volgende beperkings:

$$r_1(m) \quad -U''_o(m) / U'_o(m) \quad r_2(m) \qquad (7)$$

$$\text{waar } 0 \quad m \quad 1 \text{ en } U'(o) = 1 \qquad (8)$$

Die nutsfunksie $U_o(m)$ wat vergelyking 6 minimaliseer, is daardie nutsfunksie wat vir die spesifieke risiko-vermydingsinterval die nutsverskil tussen A(m) en B(m) minimaliseer. Alle ander nutsfunksies binne die risiko-vermydingsinterval sal 'n groter nutsverskil tussen A(m) en B(m) toon. Omdat bogenoemde waar is, kan die voorkeurordening van die twee verdelings gespesifiseer word vir 'n spesifieke groep besluitnemers deur die minimum waarde van vergelyking 6 te bestudeer.

Waardes verkry vanaf vergelyking 6 kan geplot word op 'n numeriese lyn in eenhede van nut. Omdat vergelyking 6 'n maatstaf van die nutverskille tussen A(m) en B(m) by 'n spesifieke r(m) is, dui 'n positiewe waarde aan dat A(m) bo B(m) verkies word. Indien die waarde van vergelyking 6 egter nul is, word neutraliteit tussen verspreidings A(m) en B(m) aangedui. 'n Negatiewe waarde dui daarop dat B(m) verkies word bo A(m) vir 'n besluitnemer binne die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval r(m) (Nielson, 1982).

```
-          -x          y          +z          + Verskil
in nut
<<---------o----------o----------o---------->>
<- B(m) verkies bo A(m) ->°<- A(m) verkies bo B(m) ->
```

Uit die minimalisering van vergelyking 6, weet ons $U_o(m)$ is die minimum verskil in nutwaarde wat moontlik bereik kan word deur gebruikmaking van die absolute risiko-vermydingsfunksie r(m) wat in die voorgeskrewe grense val. Dit impliseer dat enige ander absolute risiko-vermydingsfunksie binne die gespesifiseerde interval 'n waarde sal hê wat regs lê van die gegenereerde waarde van $U_o(m)$.

Bogenoemde diagram is nuttig om die moontlike resultate van vergelyking 6 te interpreteer. Indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 6 enige positiewe waarde (z) aanneem, is dit duidelik dat alternatief A(m) bo B(m) vir alle besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval verkies word. Indien die geminimaliseerde waarde gelyk aan nul is, sal besluitnemers met 'n $U_o(m)$ nutsfunksie neutraal wees teenoor A(m) en B(m), terwyl alle ander r(m) in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval in 'n nutsruimte by of regs van nul sal wees wat aandui dat daardie besluitnemers A(m) bo B(m) verkies (Nielson, 1982).

Indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 6 negatief (x) is, is dit seker dat ten minste vir sekere waardes van r(m) in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies word. Dit is egter nie duidelik of al die besluitnemers in die absolute risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies nie. Al wat bekend is, is dat die waarde van vergelyking 6 vir alle ander r(m) regs van punt x lê. Dit is nie bekend of al die waardes tussen x en nul (y) lê nie , of dit nul insluit en of dit verder regs van nul tot in die positiewe kant lê in welke geval daardie r(m) houers weer A(m) bo B(m) verkies nie. Om die boonste nutsgrens te bepaal indien die geminimaliseerde waarde van vergelyking 6 negatief is, moet vergelyking 6 gemaksimaliseer word onderworpe aan die beperkings gestel deur vergelykings 7 en 8. Hierdie prosedure sal bepaal of al die besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies.

'n Nuwe $U_o(m)$ asook 'n nuwe waarde, x', word verkry as vergelyking 6 gemaksimaliseer word. Hierdie nuwe x'-waarde is die boonste grens op die nutslyn waarbo geen besluitnemer in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval voorkom nie. Met ander woorde alle waardes van r(m) in die interval lê links van x'. Dus die boonste en onderste grense van die nutsverskil tussen A(m) en B(m) is bepaal vir besluitnemers in die gespesifiseerde absolute risiko-vermydingsinterval. Indien x' negatief is, sal al die besluitnemers in die gespesifiseerde risiko-vermydingsinterval B(m) bo A(m) verkies. Indien x' positief is, is daar sekere lede in die absolute risiko-vermydingsinterval wat A(m) verkies en ander wat B(m) verkies. In die geval kan die twee verdelings nie vir besluitnemers in die spesifieke interval geordeen word nie.

Meyer (1977) het gebruik gemaak van die optimale beheerteorie en die volgende teorema gebruik om die bogenoemde konsepte in werking te stel

Die optimale beheer $r_o(m)$ wat die volgende vergelyking minimaliseer:

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

onderworpe aan:

$$r_1(m) \geq r_o(m) \geq r_2(m) \qquad (10)$$

$$U'_o(o) = 1 \qquad (11)$$

word gegee deur

$$r_o(m) = r_1(m) \text{ indien } \int_m^1 [B(y) - A(y)]\ U'dy \ \ 0 \qquad (12)$$

en

$$r_o(m) = r_2(m) \text{ indien } \int_m^1 [B(y) - A(y)]\ U'dy < 0 \qquad (13)$$

Deur herhaalde manipulasie van die grense van die absolute risiko-vermydingsinterval kan die geskatte funksie r(m) gevind word waar 'n besluitnemer neutraal is teenoor die twee verdelings.

2.3 Implikasies uit literatuurstudie

Veralgemeende stogastiese dominansie kan gebruik word om alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë te orden in terme van aanvaarbaarheid vir besluitnemers in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid.

By die gebruik van veralgemeende stogastiese dominansie is dit belangrik dat die boonste en die onderste grense van die absolute risiko-vermydingsinterval r(m) gespesifiseer word. Die absolute risiko-vermydingsinterval r(m) moet die oorgrote meerderheid besluitnemers se nutsfunksies akkommodeer.

Die keuse tussen besproeiingskeduleringstrategieë uitgedruk op 'n per hektaar- of bedryfstakbasis, kan verskil omdat dalende marginale nut voorkom namate geldelike uitkomste verhoog. Dit is dus belangrik om die risiko-ontledings ook op 'n bedryfstakbasis uit te voer.

3. Prosedure

Die ondersoekgebied beslaan sowat 20000 hektaar besproeiingsgrond onder die P.K. le Rouxdam wat aan ongeveer 230 grondeienaars behoort.

3.1 Besproeiingskeduleringstrategieë

Die Delphi-tegniek is gebruik om vier tipiese besproeiingskeduleringstratgieë vir koring onder spilpuntbesproeiing te formuleer. Die strategieë verskil ten opsigte van die gesofistikeerdheid van die skeduleringsinligting vir gronde met 'n lae (45mm), gemiddelde (100mm) en hoë (160mm) profielbeskikbare waterkapasiteit. Die mate van gesofistikeerdheid van die skeduleringstrategieë neem af van een na vier.

Besproeiingskeduleringstrategie 1 is hoogs gesofistikeerd en maak van 'n gerekenariseerde waterbalansmodel (PUTU9-87) gebruik wat deur De Jager *et al.* (1982) ontwikkel is om besproeiingswater te skeduleer en deur Oosthuizen en Botes (1989) vir die ondersoekgebied aangepas.

Besproeiingskeduleringstrategie 2 is op die BEWAB rekenaarprogram van Bennie *et al.* (1988) gebaseer. Hierdie skeduleringstrategie is boekhoukundig van aard en maak 'n daaglikse skatting van die hoeveelheid water wat die plant benodig om 'n bepaalde oesopbrengsmikpunt te realiseer. Die skeduleringsaanbevelings is 'n veralgemening van veral heersende klimaatstoestande en tot 'n mindere mate die plantgroeitoestande. Hierdie skeduleringstrategie is dus minder gesofistikeerd as skeduleringstrategie 1.

Besproeiingskeduleringstrategie 3 is 'n "skeduleringsresep" wat algemeen aanvaar word op grond van inligting en ondervinding dat koring tussen 500mm en 600mm water deur die seisoen vir optimale plantgroeitoestande benodig. Geen onderskeid word getref tussen gronde wat verskil ten opsigte van profielbeskikbare waterkapasiteite nie. Daar word met die toepassing van skeduleringstrategie 3 tot 'n groter mate oor die grond-, plant- en klimaatstoestande veralgemeen.

Besproeiingskeduleringstrategie 4 (nat'ef) maak van geen formele metodes of kennis gebruik om skedulering te rig nie. Voldoende water word toegedien om gewaswaterstremming te voorkom. Omdat die spesifieke groeistadium waarin die plant is asook die grondwater en die klimaatstoestande gefgnoreer word, word hierdie strategie as ongesofistikeerd geklassifiseer.

'n Minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie (deficit irrigation) is as vyfde en hoogs gesofistikeerde strategie in die studie ingesluit. Waar die vorige vier skeduleringstrategieë optimale plantgroeitoestande handhaaf, word met die minder-as-volle-skeduleringstrategie beheerde onderbesproeiing toegepas met die doel om òf die winsgewendheid van besproeiingsboerdery te verhoog òf om andersins water te bespaar (Martin en Van Brocklin, 1985:1). Die minder-as-volle-skeduleringstrategie is gebaseer op De Jager *et al.* (1987) se navorsing. Die veranderlike wat gemonitor word, is die hidrouliese gewasfaktor (Fh) wat 'n gevoelige indikator vir gewaswaterstremming is. Die PUTU9-87 program is gebruik en sodra die Fh tot 0,8 gedaal het word 'n besproeiing van 30mm op die volgende dag toegedien.

3.2 Voorbelasting netto inkomsteverdelings vir elke skeduleringstrategie

Die PUTU9-87 gewasgroeisimulasiemodel is geselekteer en gekalibreer om koringopbrengste en die ooreenstemmende totale netto besproeiingshoeveelhede met 11 jaar se weerdata vir elke grond/besproeiingskeduleringstrategie-kombinasie te simuleer. Die jaarlikse vaste en veranderlike besproeiingskoste van 'n 60 hektaar spilpunt met 'n bruto toedieningskapasiteit van 12mm per dag en 'n statiese pomphoogte van 10 meter op sand- en kleigronde is met behulp van 'n rekenaarprogram beraam. Verder is die groepbesprekingstegniek en 'n begrotingsontwikkelaar gebruik om 'n bedryfstakbegroting vir koring op te stel. Hierdie opbrengsverdelings word verwerk vir vergelykingsdoeleindes tot op 'n voorbelasting netto inkomste per hektaar vlak. Tabel 1 bevat die voorbelasting netto inkomsteverdelings vir vyf besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die benede P.K. le Rouxdamgebied op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm.

Die bedryfstakgrootte is as 60 ha geneem omdat die kosteberekenings gegrond is op 'n 60 ha spilpuntbesproeiingstelsel. Die voorbelasting netto inkomste verdeling op 'n bedryfstakbasis vir vyf alternatiewe skeduleringstrategieë vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm word in Tabel 2 aangetoon.

3.3 Risiko-interval benadering

King en Robison (1981) se intervalmetode is gebruik om besproeiingsboere se risiko-houdings in ag te neem. Robison (1988) se rekenaarprogram is vir die ontledings gebruik. Daar is eerstens bepaal watter strategie domineer op elk van die gronde waarna die skeduleringstrategieë in rangorde geplaas is vir boere wat verskil ten opsigte van hul risiko-gevoeligheid. Dit is gedoen deur elke keer die dominante strategie te elimineer waarna die doeltreffendheidskriterium op die orige verdelings toegepas is. Hierdie prosedure is herhaal met die netto inkomsteverdelings op 'n per hektaar- sowel as 'n bedryfstakbasis.

3.4 Risiko-vermydingsintervalle

Aangesien besproeiingsboere in die RSA se absolute risiko-vermydingskoëffisiënte nog nie empiries bepaal is nie, is Wilson (1982), Nielson (1982) en Bosch (1984) se resultate vir hierdie studie gebruik. Die absolute risiko-vermydingskoëffisiënte word in Tabel 3 getoon. Die grense van die risiko-vermydingsinterval word geneem tussen -0,0005 en 0,0001. Alhoewel daar enkele besluitnemers is wie se nutsfunksie hulle buite hierdie risiko-vermydingsinterval plaas, val die oorgrote meerderheid van die besluitnemers egter in bogenoemde risiko-vermydingsinterval (Nielson, 1982).

Die absolute risiko-vermydingsinterval word opgedeel in vier subintervalle wat gebruik word om die voorkeure van risiko-soekende, risiko-neutrale, geringe risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers weer te gee.

4. Resultate en bespreking van resultate

4.1 Ontledings op 'n per hektaar-basis

Die rangorde waarin skeduleringstrategieë verkies word op gronde wat verskil ten opsigte van profielbeskikbare waterkapasiteit volgens veralgemeende stogastiese dominansie word in Tabel 4 gegee.

Ongeag die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer is skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie op die gronde met 'n PBWK van 45 en 100mm. Besproeiingskeduleringstrategie 5 (deficit) is egter die risiko-doeltreffendste besproeiingskeduleringstrategie op die grond met 'n PBWK van 160mm.

Besproeiingskeduleringstrategie 2 (BEWAB) gevolg deur strategieë 3 (resep) en 4 (nat'ef) is oor die algemeen die voorkeurrangorde waarop die orige besproeiingskeduleringstrategieë mekaar domineer, behalwe op die grond met 'n PBWK van 45mm waar skeduleringstrategie 3 (resep) bo 2 (BEWAB) verkies word.

In al die gevalle is die besproeiingskeduleringstrategie met die hoogste gemiddelde netto inkomste, ongeag die standaard afwykinge (Tabel 1), gefdentifiseer as die risiko-doeltreffendste besproeiingskeduleringstrategie. Hierdie resultate is verkry ongeag die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer.

4.2 Ontleding op 'n bedryfstakbasis

Die voorkeurrangorde van die vyf alternatiewe besproeiingskeduleringskeduleringstrategieë uitgedruk op 'n bedryfstakbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm volgens veralgemeende stogastiese dominansie word in Tabel 5 aangetoon.

Op die grond met 'n profiel beskikbare waterkapasiteit van 45mm word besproeiingskeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) as die risiko-doeltreffendste gefdentifiseer gevolg deur skeduleringstrategieë 3 (resep) en 2 (BEWAB) vir alle besluitnemers. Die voorkeurrangorde van skeduleringstrategieë 4 (nat'ef) en 5 (deficit) daarenteen verander na gelang die risiko-gevoeligheid van die besluitnemers verander. Die risiko-soekende besluitnemer verkies skeduleringstrategie 5 (deficit) bo strategie 4 (nat'ef).

Tabel 1: Die voorbelasting netto inkomsteverdeling op 'n per hektaar basis vir koring in die benede PK le Rouxdamgebied op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm

1. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 45mm (grond 1)

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	283,71	206,53	218,90	124,38	233,64
1979	273,40	238,64	237,17	119,98	236,48
1980	270,79	228,66	240,44	127,96	134,49
1981	313,71	227,13	225,95	124,95	-12,27
1982	312,83	226,24	231,54	122,29	187,85
1983	296,05	250,40	260,12	126,73	19,58
1984	323,45	249,53	231,86	129,10	124,16
1985	305,56	213,02	233,35	126,15	107,83
1986	299,33	215,08	234,22	122,32	126,05
1987	342,59	268,38	252,77	129,10	131,23
1988	340,52	253,06	248,94	132,04	145,89
GEMIDDELD	305,63	234,24	237,75	125,91	130,45
STANDAARD AFWYKING	24,25	19,40	12,08	3,57	76,60
VARIASIEKOEFFISIëNT	7,93	8,28	5,08	2,84	58,72

2. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 100mm (grond 2)

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	340,84	276,06	280,54	210,20	278,02
1979	365,90	316,50	303,57	206,87	248,89
1980	348,55	298,08	297,08	215,59	174,94
1981	369,25	296,80	293,82	211,25	320,17
1982	382,27	307,13	298,18	209,44	345,01
1983	373,38	318,64	320,04	214,68	209,95
1984	381,66	313,20	298,07	216,99	320,17
1985	352,64	279,87	298,39	212,02	155,15
1986	350,62	287,42	295,29	209,33	221,47
1987	398,57	339,06	317,96	217,49	343,72
1988	402,43	326,01	314,36	219,86	357,15
GEMIDDELD	369,65	305,34	301,57	213,06	270,42
STANDAARD AFWYKING	20,42	19,71	11,72	4,10	72,38
VARIASIEKOEFFISIëNT	5,52	6,46	3,88	1,92	26,76

3. Netto inkomste per hektaar (R) op die grond met 'n PBWK van 160 mm (grond 3)

Jaar	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	383,38	280,22	284,49	210,38	377,32
1979	412,12	318,46	303,33	207,34	429,08
1980	392,08	304,72	308,78	215,77	353,28
1981	415,27	301,46	292,30	211,72	446,61
1982	421,15	307,31	296,86	209,61	448,37
1983	424,41	320,80	328,05	216,14	396,16
1984	426,69	322,12	297,04	218,45	443,11
1985	409,26	300,93	299,73	212,19	393,27
1986	388,39	288,50	299,24	209,50	410,80
1987	445,09	344,71	317,64	218,16	487,89
1988	449,86	325,39	313,25	220,24	488,77
GEMIDDELD	415,25	310,42	303,70	213,59	424,97
STANDAARD AFWYKING	21,58	18,20	12,37	4,33	43,40
VARIASIEKOEFFISIëNT	5,19	5,86	4,07	2,03	10,21

Tabel 2: Die voorbelasting netto inkomste verdeling op 'n bedryfstak basis (60 ha) vir vyf skeduleringstrategië vir koring op gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm

1. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 45 mm (grond 1)

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	17023	12392	13134	7463	14018
1979	16404	14318	14230	7199	14189
1980	16247	13720	14426	7678	8069
1981	18823	13628	13557	7497	-736
1982	18770	13574	13892	7337	11271
1983	17763	15024	15607	7604	1175
1984	19407	14972	13912	7746	7450
1985	18334	12781	14001	7569	6470
1986	17960	12905	14053	7339	7563
1987	20555	16103	15166	7746	7874
1988	20431	15184	14936	7922	8753
GEMIDDELD	18338	14055	14265	7555	7827
STANDAARD AFWYKING	1455	1164	725	214	4596
VARIASIEKOEFFISIëNT	7,93	8,28	5,08	2,84	58,72

2. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 100 mm (grond 2)

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	20450	16564	16832	12612	16681
1979	21954	18990	18214	12412	14933
1980	20913	17885	17825	12935	10496
1981	22155	17808	17629	12675	19210
1982	22936	18428	17891	12566	20701
1983	22403	19118	19202	12881	12597
1984	22900	18792	17884	13019	19210
1985	21158	16792	17903	12721	9309
1986	21037	17245	17717	12560	13288
1987	23914	20344	19078	13049	20623
1988	24146	19561	18862	13192	21429
GEMIDDELD	22179	18321	18094	12784	16225
STANDAARD AFWYKING	1225	1182	703	246	4343
VARIASIEKOEFFISIëNT	5,52	6,46	3,88	1,92	26,76

3. Totale inkomste (R) per 60 hektaar op die grond met 'n PBWK van 160 mm (grond 3)

JAAR	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	Strategie 5
1978	23003	16813	17069	12623	22639
1979	24727	19108	18200	12440	25745
1980	23525	18283	18527	12946	21197
1981	24916	18088	17538	12703	26797
1982	25269	18439	17812	12577	26902
1983	25465	19248	19683	12968	23770
1984	25601	19327	17822	13107	26587
1985	24556	18056	17984	12731	23596
1986	23303	17310	17954	12570	24648
1987	26705	20683	19058	13090	29273
1988	26992	19523	18795	13214	29326
GEMIDDELD	24915	18625	18222	12815	25498
STANDAARD AFWYKING	1295	1092	742	260	2604
VARIASIEKOEFFISIëNT	5,19	5,86	4,07	2,03	10,21

Tabel 3: Die absolute risiko-vermydingsintervalle van risiko-soekende, risiko-neutrale, geringe risiko-vermydende en sterk risiko-vermydende besluitnemers.

Risiko-gevoeligheid	Risiko-vermydingsintervalle van die besluitnemer: Boonste r_1(m)	Onderste r_2(m)
Risiko-soekend	-0,0005	-0,0001
Risiko-neutraal	-0,0001	0,0001
Gering risiko-vermydend	0,0001	0,0003
Sterk risiko-vermydend	0,0003	0,001

Tabel 4: Die voorkeurrangorde[1] van die alternatiewe besproeiingskeduleringskeduleringstrategieë volgens veralgemeende stogastiese dominansie, uitgedruk op 'n per hektaar-basis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm.

Strategie	Gronde PBWK van: 45 mm (grond 1)	100 mm (grond 2)	160 mm (grond 3)
Strategie 1	1	1	2
Strategie 2	3	2	3
Strategie 3	2	3	4
Strategie 4	5	5	5
Strategie 5	4	4	1

1. Rangorde van skeduleringstrategieë volgens Meyer se kriterium. Absolute risiko-vermydingsinterval (-0,0005 tot 0,001)

Daarenteen is die risiko-neutrale besluitnemer neutraal tussen strategieë 4 (nalef) en 5 (deficit) terwyl die risiko-vermydende besluitnemer eerder skeduleringstrategie 4 (nalef) bo 5 (deficit) verkies.

Die voorkeurrangorde op die grond met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit (PBWK) van 100mm toon 'n groter mate van wisseling nagelang die risiko-gevoeligheid van die besluitnemers verander. Dit is net die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) wat onveranderd bly. 'n Risiko-soekende besluitnemer verkies skeduleringstrategie 5 (deficit) bo skeduleringstrategieë 2 (BEWAB), 3 (resep) en 4 (nalef) omdat hierdie besluitnemer sy keuse grond op die boonste (hoogste netto inkomste) gedeelte van skeduleringstrategie 5 (deficit) se netto inkomsteverdeling. Die risiko-neutrale en geringe risiko-vermydende besluitnemers verkies egter eers besproeiingskeduleringstrategieë 2 (BEWAB) en 3 (resep) waarna strategieë 5 (deficit) en 4 (nalef) volg. In die geval van 'n sterk risiko-vermydende besluitnemer word skeduleringstrategie 5 (deficit) as die ondoeltreffendste beskou. Verder opvallend by die sterk risiko-vermydende besluitnemers is dat die minder gesofistikeerde skeduleringstrategie 3 (resep) naas skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) as die doeltreffendste beskou word.

Die sterk risiko-vermydende besluitnemers verkies dus in teenstelling met risiko-soekende, risiko-neutrale en geringe risiko-vermydende besluitnemers eerder skeduleringstrategie 3 (resep) bo skeduleringstrategie 2 (BEWAB) en skeduleringstrategie 4 (nalef) bo 5(deficit), op die grond met 'n PBWK van 100mm. Beide skeduleringstrategieë 3 (resep) en 4 (nalef) het laer gemiddelde netto inkomste (R18 094 teenoor R18 321 en R12 784 teenoor R16 225) maar daarenteen het skeduleringstrategieë 3 (resep) en 4 (nalef) egter aansienlik kleiner standaard afwykings (R703 teenoor R1 182 en R246 teenoor R4 343) (Tabel 2). Dit is dus duidelik uit die resultate dat 'n risiko-vermydende boer inkomste opoffer in 'n poging om 'n meer stabiele inkomste oor jare te verseker. Deur dus 'n nalefwer skeduleringstrategie te volg, waar meer water gouer toegedien word, word die variasie in inkomste tussen skeduleringstrategieë 2 (BEWAB) en 3 (resep) met R479 verminder. Die oorbesproeiing van water het egter net 'n klein verlaging in netto inkomste tot gevolg. By 'n risiko-vermydende besluitnemer speel die variasie in inkome klaarblyklik 'n belangriker rol ten opsigte van die voorkeurordening van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë.

Tabel 5: Die voorkeurrangorde van die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë volgens veralgemeende stogastiese dominansie, uitgedruk op 'n bedryfstakbasis vir gronde met 'n profielbeskikbare waterkapasiteit van 45, 100 en 160mm.

Risiko-vermydings-intervalle: PBWK van	Rangorde van skeduleringstrategieë volgens Meyer se kriterium - Strategieë: 1	2	3	4	5
45mm (Grond 1):					
-0,0005 tot -0,0001	1	3	2	5	4
-0,0001 tot -0,0001	1	3	2	4	4
0,0001 tot 0,0003	1	3	2	4	5
0,003 tot 0,001	1	3	2	4	5
100mm (Grond 2):					
-O,0005 tot -0,0001	1	3	4	5	2
-0,0001 tot 0,0001	1	2	3	5	4
0,0001 tot 0,0003	1	2	3	5	4
0,0003 tot 0,001	1	3	2	4	5
160mm (Grond 3):					
-0,0005 tot -0,0001	2	3	4	5	1
-0,0001 tot 0,0001	2	3	4	5	1
0,0001 tot 0,0003	1	2	3	4	1
0,0003 tot 0,001	1	3	4	5	2

Die risiko-soekende en neutrale besluitnemers verkies op die grond met 'n PBWK van 160 (grond 3) skeduleringstrategie 5 (deficit) as die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie gevolg deur strategie 1 (hoogs gesofistikeerd), 2 (BEWAB), 3 (resep) en 4 (nalef). Inteenstelling hiermee sal 'n risiko-vermydende besluitnemer eerder skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) bo strategie 5 (deficit) as die risiko-doeltreffendste skeduleringstrategie verkies.

Uit bogenoemde gedeelte is dit duidelik dat die voorkeurrangorde op 'n bedryfstakbasis (Tabel 4) verskil van die voorkeurrangorde op 'n per hektaarbasis. Die dalende marginale nut by hoë geldelike uitkomste veroorsaak dat die voorkeurrangorde, uitgedruk op 'n bedryfstakbasis, baie meer sensitief is vir die risiko-gevoeligheid van die besluitnemer. Aangesien die resultate verskil oor die risiko-vermydende intervalle heen, sou 'n gemiddelde-variansieontleding gebrekkig gewees het.

5. Gevolgtrekkings

Daar is veral op 'n bedryfstakbasis gevind dat besluitnemers wat in verskillende kategorieë van risiko-gevoeligheid val, verskil ten opsigte van die keuse van die besproeiingskeduleringstrategie wat hul bepaalde voorkeure sal maksimaliseer. 'n Risiko-soekende besluitnemer sal byvoorbeeld skeduleringstrategie 5 (deficit) bo 1 (hoogs gesofistikeerde) op grond 3 verkies terwyl 'n risiko-vermydende besluitnemer eerder weer skeduleringstrategie 1 (hoogs gesofistikeerd) bo 5 (deficit) verkies. Daar is dus 'n aansienlike mate van bevestiging vir die

hipotese dat boere met verskillende grade van risiko-gevoeligheid se keuse verskil ten opsigte van die besproeiingskeduleringstrategie wat hulle bepaalde voorkeure maksimaliseer.

Veralgemeende stogastiese dominansie is 'n bruikbare en geskikte doeltreffendheidskriterium waarvolgens alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in 'n voorkeurrangorde geplaas kan word vir besluitnemers wat in verskillende kategoriëe van risiko-gevoeligheid val.

Die absolute risiko-vermydingsintervalle wat in hierdie studie gebruik is, lê in 'n smal gebied rondom risiko-neutraliteit. Gevolglik was die verwagte uitkomste relatief belangriker as die variansie in inkome as 'n faktor om voorkeure te voorspel. Groot inkomste variasies was gevolglik nodig om klein netto inkomste verskille te oorkom. Op 'n bedryfstakbasis was die resultate meer sensitief vir verskillende risiko-gevoeligheidspeile. Die wisselwerking tussen lae standaard afwykings en hoë verwagte netto inkomstes oor risiko-vermydingsintervalle heen, kon gevolglik bestudeer word. Soos verwag, het risiko-vermydende besluitnemers meer waarde geheg aan 'n lae variansie in netto inkomste in vergelyking met risiko-soekende besluitnemers.

5.1 Navorsingsimplikasies

'n Volgende stap in die navorsing is om die waarde van meer gesofistikeerde skeduleringsinligting in 'n geheelplaas benadering vir besluitnemers wat verskil ten opsigte van risiko-gevoeligheid te bepaal. Daar kan dus bepaal word wat verskillende kategorieë boere bereid sal wees om vir meer gesofistikeerde skeduleringsinligting te betaal.

Die absolute risiko-vermydingsintervalle waarbinne Suid-Afrikaanse besproeiingsboere val, behoort empiries gemeet te word.

Veralgemeende stogastiese dominansie kan as 'n risiko-doeltreffendheidskriterium op vele terreine, waar risiko-besluitneming betrokke is, toegepas word. Byvoorbeeld vir die selektering van risiko-doeltreffende wisselbou-, siekte- en plaagbeheerstrategieë.

Ander risiko-doeltreffendheidskriteria soos byvoorbeeld (safety first) kan ook gebruik word om die alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë in die benede P.K. le Roux-damgebied te evalueer.

'n Risiko-doeltreffendheidsontleding van besproeiingskeduleringstrategieë (veral 'n minder-as-volle-besproeiingskeduleringstrategie) in 'n humiede besproeiingsgebied kan van groot waarde wees om die belangrikheid van meer gesofistikeerde skeduleringsinligting verder te ontleed.

Notas

1. 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

BENNIE, ATP, COETZEE, MJ, VAN ANTWERPEN, R, VAN RENSBURG, LD en BURGER, R DU T. (1988). 'n Waterbalansmodel vir besproeiing gebaseer op profielwatervoorsieningstempo en gewaswaterbehoeftes. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. WNK-verslag no 144/1/88. Departement Grondkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

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.

BOSCH, DJ, EIDMAN, VR en OOSTHUIZEN, LK. (1987). A Review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. Agricultural Water Management, Vol 12:231-245.

BOTES, JHF en OOSTHUIZEN, LK. (1989) Prosedure en probleme by die gebruik van 'n gewasgroei simulasiemodel. Verrigtinge tydens die Jaarlikse Konferensie van die LEVSA, Bloemfontein, 25-27 September:241-255.

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, BRISTOW, KL en VAN ROOYEN, A. (1982). Besproeiingskedulering van koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Projek uitgevoer vir die Waternavorsingskommissie. Departement Landbouweerkunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

DE JAGER, JM, VAN ZYL, WH, KELBE, BE en SINGELS, A. (1987). Research on a weather service for scheduling the irrigation of winter wheat in the Orange Free State Region. Report to the Water Research Commission. WRC report no 177/1/87. Department of Agrometereology, University of the Orange Free State, Bloemfontein.

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

MARTIN, D en VAN BROCKLIN, J. (1985). The risk and return with deficit irrigation. For presentation at the 1985 Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers.

MEIRING, JA. (1989). 'n Ekonomiese evaluering van alternatiewe spilpuntbeleggingstrategieë in die Suid-Vrystaat substreek met inagneming van risiko. M.Sc. Agric. Departement Landbou-ekonomie, UOVS, Bloemfontein.

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

NIELSON, DJ. (1982). Evaluating alternative irrigation scheduling strategies for soybeans in Minnesota: an economic analysis employing stochastic dominance. Plan B Project. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul.

OOSTHUIZEN, LK, BOTES, JHF en MEIRING, JA. (1990). Ekonomiese evaluering van alternatiewe besproeiingskeduleringstrategieë vir koring in die besproeiingsgebied van die Vrystaatstreek. Vorderingsverslag (No 3) aan die Waternavorsingskommissie.

ROBISON, LJ. (1982). An appraisal of expected utility hypothesis tests constructed from responses to hypothetical questions and experimental choices. American Journal of Agricultural Economics Vol 64:357-365.

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

ROUMASSET, JA, BROUSSARD, J en SINGH, I. (1979). Risk, uncertainty and agricultural development. Southeast Asia Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA) and the Agricultural Development Council (ADC).

WETZSTEIN, HE, SZMEDRA, PI, McCLENDON, RW en EDWARDS, ME. (1988). Efficiency criteria and risk aversion: an empirical evaluation. Southern Journal of Agricultural Economics Vol 13, No 2:171-178.

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

Summary

The point of departure when evaluating the economic efficiency of irrigation scheduling strategies is, on the one hand, that the dynamic, uncertain environment in which irrigation takes place should be taken into account, and on the other hand, that the analyses should take the importance of the irrigation farmer's objectives into account at the same time. An irrigation scheduling strategy is economically efficient if the scheduling strategy leaves the decision-maker in a better position in terms of his preferences.

The purpose of this paper is to evaluate five irrigation scheduling strategies for wheat in the area below the P.K. le Roux Dam on soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity by means of generalised stochastic dominance, taking into account the dynamic environment in which irrigation takes place, as well as the irrigation farmers' attitude to risk.

The following hypotheses are made:

1. Farmers having different degrees of risk-sensitivity differ in respect of the choice of scheduling strategies that would best satisfy their particular preferences.

2. A risk-aversive farmer would prefer a scheduling strategy which would apply more water more quickly in contrast to a risk-seeking farmer.

From the literature study it appears that generalised stochastic dominance, or Meyer's criterion, is suitable for ordering the cumulative probability distributions of the expected outcomes of the alternative irrigation scheduling strategies in terms of acceptability for decision-makers in different categories of risk sensitivity. By means of Meyer's criterion, the importance of risk decrease can be determined at a given level of risk aversion. Furthermore, it can be determined how the importance of risk decrease changes as the risk preferences of the decision-maker changes.

The Delphi technique was used to formulate four typical irrigation scheduling strategies for wheat under centre pivot irrigation. The strategies differ in respect of the sophistication of the scheduling information for soils with a low (45 mm), average (100 mm) and high (160 mm) profile-available water capacity. The degree of sophistication of the scheduling strategies decreases from one to four. A deficit irrigation scheduling strategy was included in the study as a fifth and highly sophisticated strategy.

The PUTU9-87 crop growth simulation model was selected and calibrated to simulate wheat yields and the corresponding total net irrigation quantities with weather data for 11 years for each soil/irrigation scheduling strategy combination. The annual fixed and variable irrigation costs of a 60-hectare centre pivot with a gross application capacity of 12 mm per day and a static pumping height of 10 metres on sand and clay soils were estimated by means of a computer programme. Furthermore, the group discussion technique and a budget generator were used to draw up an enterprise budget for wheat. The estimated yield distributions were expressed in pre-tax net income per hectare as well as at enterprise level (60 hectares).

Generalised stochastic dominance was used as criterion to select risk-efficient irrigation scheduling strategies for wheat. Robinson's computer programme was used for the analyses. The absolute risk-aversion space was divided into four subintervals which were used to represent the preferences of risk-seeking, risk-neutral, slightly risk-aversive and strongly risk-aversive decision-makers.

The risk attitudes of decision-makers do not influence their preference ranking for various irrigation scheduling strategies if the probability distributions of expected outcomes are expressed on a per hectare base. Scheduling strategy 1 (highly sophisticated) is the most risk-efficient on soils with a PAWC of 45 and 100 mm while scheduling strategy 5 (deficit) is the most efficient on soils with a PAWC of 160 mm.

If the probability distributions of expected outcomes are expressed on an enterprise level, the preference ranking is generally much more responsive to the risk sensitivity of the decision-maker because the higher financial outcomes have a decreasing marginal benefit for the decision-makers. In general, a risk-aversive farmer prefers a scheduling strategy which applies more water more quickly in contrast to a risk-seeking farmer. On the soil with a PAWC of 160 mm, scheduling strategy 5 (deficit) is the most efficient for risk-seeking and risk-neutral decision-makers. Slightly risk-aversive decision-makers are undecided between scheduling strategies 1 (highly sophisticated) and 5 (deficit), while strongly risk-aversive decision-makers rather prefer strategy 1.