

- 6138 533 99

U.O.V.S. BIBLIOTEK

01

at

T

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER  
GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE  
BIBLIOTEK VERWYDER WORD NIE

University Free State



34300000426803

Universiteit Vrystaat

**DIE GEBRUIKSWAARDE VAN  
BESLUITNEMINGSONDERSTEUNINGSMODELLE VIR  
TREKKERVERVANGING IN DIE VRYSTAAT**

Deur

Koos Coetzee

Voorgelê ter vervulling  
van die vereistes vir die graad:

Ph.D.

in die

Departement Landbou-ekonomie

Fakulteit Natuur- en Landbouwetenskappe

Universiteit van die Oranje-Vrystaat

BLOEMFONTEIN  
NOVEMBER 2000

Universiteit van die  
Oranje-Vrystaat  
BLOEMFONTEIN

3 1 MAY 2001

UOVS SASOL BIBLIOTEEK

## VERKLARING

Ek verklaar dat die proefskrif wat hierby vir die graad Ph.D. aan die Universiteit van die Oranje Vrystaat deur my ingedien word, my selfstandige werk is en nie voorheen deur my vir 'n graad aan 'n ander universiteit/fakulteit ingedien is nie. Ek doen voorts afstand van outeursreg in die proefskrif ten gunste van die Universiteit van die Oranje Vrystaat.

---

Koos Coetzee



## VOORWOORD

Hierdie studie het sy oorsprong in 'n gesprek in 1979 met Dr. C.F. le Clus, destyds bestuurder bemarkingsdienste van Malcomess Beperk, waarin die idee vir 'n model om alle aspekte van trekkervervanging te integreer die eerste maal geopper is, gehad. My dank aan hom vir die (onbewuste) inspirasie.

Verskeie persone en instansies het bygedra tot die projek en ek wil graag my opregte dank en waardering aan die volgende betuig:

- My promotor Prof. M.F. Viljoen vir waardevolle advies, hulp en bekwame leiding.
- Wyle Mnr. A Heyns wat as mede-promotor opgetree het vir sy waardevolle advies en raad.
- Die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (RGN) vir geldelike bystand met die posopname. Alle menings weerspieël egter die menings van die skrywer en nie van die RGN nie.
- Verskeie persone uit die landbou-meganisasie bedryf, die akademie en landbou wat van hul kosbare tyd afgestaan en waardevolle praktiese advies verleen het.
- Vrystaat Landbou vir hulp met die posopname.
- Die personeel van die rekenaarsentrum, Universiteit van die Oranje-Vrystaat vir statistiese verwerking van posopname resultate.
- Die Melkprodusente Organisasie vir finansiële steun en die geleentheid om die studie te voltooi.
- Mev. Helena Scott vir die tik van die bronnelys.
- My vrou Hannelise, en ons kinders Wiida, Cobus, Jan-Dirk en Suzan vir opoffering, aanmoediging en steun.
- Ons familie en vriende in die Vrystaat en in die Boland vir hul aanmoediging en ondersteuning.
- Ons Hemelse Vader wat die bron van alle kennis is en sonder Wie ons tot niks in staat is nie.

Koos Coetzee  
Pretoria  
November 2000

## SAMEVATTING

### Die gebruikswaarde van besluitnemingsondersteuningsmodelle vir trekkervervanging in die Vrystaat

Deur

**Koos Coetzee**

**Promotor:** Prof. M.F. Viljoen

**Departement:** Landbou-ekonomie  
Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

**Mede-promotor:** Wyle Mnr. A. Heyns  
Direktoraat Landbou-Ingenieurswese (tans LNR –Instituut vir Landbou-Ingenieurswese)  
Silverton

**Graad:** Ph.D.

Die navorsingsprobleem wat ondersoek is, is die vervanging van landboutrekkers deur boere en die beskikbaarheid van modelle om boere in die neem van vervangingsbesluite te ondersteun. Met behulp van 'n literatuurstudie, posopname en studiebesoeke aan verskeie persone en instansies is inligting in verband met bestaande modelle, vervangingspraktyke op plase, beskikbaarheid van inligting soos in modelle benodig en die vervangingsbesluitnemingsproses van boere ingewin.

Hierdie inligting is gebruik om 'n konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses te ontwikkel. Die model het as basis vir die evaluering van beskikbare modelle en die ontwikkeling van enkele toepasbare modelle gedien.

Verskeie bestaande modelle vir die bepaling van die optimale vervangingsstydperk is geëvalueer. Die minimum koste-model neem net die vervangde bate in ag en is dus nie geskik vir gebruik in die evaluering van vervangingsbesluite nie. 'n Uitbreiding van die minimum koste-tegniek waar beide die vervangde en vervangende bate in ag geneem word, het wel prakties toepasbaar geblyk. Data- en tydsbehoefte veroorsaak dat programmeringstegnieke nie prakties toegepas is nie. Verskeie veranderlikes wat op 'n vervangingsbesluit impakteer is stochasties en derhalwe is 'n simulasiemodel ontwikkel om die veranderlikes te hanteer. Beide die uniforme koste-model en die simulasiemodel dui aan dat die mees ekonomiese ouderdom om trekkers te vervang onder normale omstandighede meer as 10 jaar is. Hoë belastingkoerse lei daartoe dat trekkers veel gouer ekonomies vervang kan word.

## SUMMARY

### The usability of decision support models for tractor replacement in the Free State

By

**Koos Coetzee**

**Promotor:** Prof. M.F. Viljoen

**Departement:** Agricultural Economics  
University of the Orange Free State, Bloemfontein

**Co-promotor:** Late Mr A Heyns  
Directorate of Agricultural Engineering (currently ARC-  
Institute for Agricultural Engineering)  
Silverton

**Degree:** Ph.D.

**Keywords:** tractor, replacement, model, simulation, decision support, repair cost, salvage value, reliability, tax

The replacement of farm tractors and availability of decision support models for assisting farmers in taking replacement decisions were studied. A literature survey, postal survey of farmers and interviews with various persons were used to gain information on the available replacement models, replacement policies, information availability and farmers' decision making processes.

This information was used to model the replacement decision and develop different decision support systems.

Different replacement optimising techniques were studied. Minimum-cost models are unpractical for modelling replacement decisions. An extended version of the minimum discounted cost model can be used as a decision support model for advising farmers. A simulation model for establishing replacement strategies was also developed and used to determine optimal replacement strategies.

Both models indicate an economic life for tractors in excess of 10 years. An increase in the tax rate results in replacement at an earlier life than with lower tax rates.

## INHOUD

Voorwoord	i	
Samevatting	ii	
Summary	iii	
Inhoudsopgawe	iv	
Lys van figure	xiv	
Lys van tabelle	xviii	
Lys van bylaes	xxii	
<b>HOOFSTUK 1</b>		
<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>	
1.1	<b>AGTERGROND</b>	<b>1</b>
1.2	<b>PROBLEEMSTELLING</b>	<b>2</b>
1.3	<b>HIPOTETIESE UITGANGSPUNTE</b>	<b>2</b>
1.4	<b>NAVORSINGSDOELSTELLINGS</b>	<b>3</b>
	1.4.1 Algemene doelstellings	3
	1.4.2 Spesifieke doelstellings	3
1.5	<b>NAVORSINGSPROSSEDURE</b>	<b>3</b>
	1.5.1 Literatuurstudie	3
	1.5.2 Opname	3
	1.5.3 Verwerking van vraelyste	4
	1.5.4 Identifikasie van faktore wat vervangingsbesluite beïnvloed	4
	1.5.5 Modevaluering	4

1.5.6	Ontwikkeling van besluitnemingsondersteuningsmodelle	4
1.5.7	Bepaling van vervangingsnorme	4
1.6	SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG	5
	<b>HOOFSTUK 2 DIE VERVANGINGSPROBLEEM</b>	6
2.1	INLEIDING	6
2.2	AARD VAN VERVANGBARE BATES	6
2.2.1	Eienskappe van vervangbare bates	6
2.2.2	Kapasiteit van duursame produksiemiddele	7
2.3	OMSKRYWING VAN VERVANGING	7
2.4	MODELERING VAN DIE VERVANGINGSPROSES	7
2.4.1	Die proses van stelselmodellering	7
2.4.2	Konsepsuele model vir die vervanging van 'n trekker in 'n boerdery	8
2.4.3	Die vervangingsbesluitnemingsproses	11
2.5	SAMEVATTING	11
	<b>HOOFSTUK 3 FAKTORE WAT DIE OPTIMALITEIT VAN VERVANGINGSBESLUIE BEÏNVLOED</b>	12
3.1	INLEIDING	12
3.2	DIE BESLUITNEMINGSPROSES	12
3.3	BELEGGINGSKRITERIA	13
3.3.1	Algemeen	13
3.3.2	Vervangingskriteria	14
3.4	KOSTEBERAMING	14
3.4.1	Kostebegrippe	14

3.4.2	Vaste koste	15
3.4.2.1	Depresiasie	15
3.4.2.2	Rentekoste	16
3.4.2.3	Voorsiening vir verhoogde vervangingswaardes	17
3.4.2.4	Berekening van besitkoste	17
3.4.3	Veranderlike koste	20
3.4.3.1	Herstel- en onderhoudskoste	20
3.5	VERWAGTE LEWENSDUUR VAN BATES	21
3.6	WERKSDOELTREFFENDHEID	21
3.6.1	Inleiding	21
3.6.2	Tegnologiese ontwikkeling	21
3.6.3	Betroubaarheid	22
3.6.3.1	Definisie	22
3.6.3.2	Berekening van betroubaarheid	23
3.6.3.3	Operasionele beskikbaarheid	24
3.6.3.4	Samevatting	26
3.6.4	Tydigheidskoste	26
3.7	OMGEWINGSFAKTORE	28
3.7.1	Inkomstebelasting	28
3.7.2	Finansiële posisie van die boer	28
3.7.3	Risiko en onsekerheid	29
3.8	SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING	30

<b>HOOFSTUK 4</b>	<b>BESKIKBARE VERVANGINGSMODELLE</b>	<b>32</b>
4.1	INLEIDING	32
4.2	KLASSIFIKASIE VAN MODELLE	32
4.3	MINIMUM KOSTE-MODELLE	33
4.3.1	Minimum gemiddelde koste-model	33
4.3.2	Minimum verdiskonteerde koste-model	35
4.3.3	Uitgebreide minimum koste-model	36
4.3.4	Samevatting	37
4.4	MARGINALE KOSTE-MODELLE	38
4.5	EENHEIDSBESIT- EN BEDRYFSKOSTE MODEL	39
4.6	MACHINERY AND ALLIED PRODUCTS INSTITUTE (MAPI) MODELLE	40
4.7	PROGRAMMERINGSTEGNIEKE	42
4.7.1	Inleiding	42
4.7.2	Dinamies lineêre programmering (DLP)	42
4.7.3	Dinamiese programmering (DP)	44
4.7.4	Meervoudige kriteria programmering	45
4.7.4.1	Doelwitprogrammering (GP)	47
	Geweegde doelwitprogrammering (WGP)	47
	Leksikografiese doelwitprogrammering (LGP)	47
4.7.4.2	Meervoudige doelwitprogrammering (MOP)	47
4.7.4.3	Kompromie programmering (CP)	48
4.7.4.4	Sub-optimale lineêre programmering	48

4.7.4.5	Samevatting	48
4.8	HANTERING VAN RISIKO EN ONSEKERHEID IN BESLUITNEMINGSONDERSTEUNINGSMODELLE	49
4.8.1	Gebruik van besluitsbome (Decision trees)	49
4.8.2	Stochastiese begrotings	50
4.8.3	Doeltreffendheidsontleding	50
4.8.3.1	Gemiddelde-variensie doeltreffendheid (E,V doeltreffendheid)	51
4.8.3.2	Stochastiese dominansie	52
	Eerste-orde stochastiese dominansie	52
	Tweede-orde stochastiese dominansie	53
	Ander dominansie kriteria	53
4.8.4	Risikoprogrammering	53
4.8.4.1	Kwadratiese risikoprogrammering	54
4.8.4.2	MOTAD-programmering	54
4.8.4.3	Teiken-MOTAD programmering	54
4.8.4.4	Direkte nutsmaksimering	54
4.8.4.5	Diskrete stochastiese programmering (DSP)	55
4.8.4.6	Dinamies stochastiese programmering	55
4.9	SIMULASIE MODELLE	55
4.10	BESLUITNEMINGSONDERSTEUNINGSMODELLE EN KUNDIGHEIDSSTELSELS	56
4.11	DIE GESKIKTHEID VAN VOORNOEMDE MODELLE VIR GEBRUIK BY DIE ONDERSTEUNING VAN BOERE IN DIE NEEM VAN VERVANGINGSBESLUIE	57



<b>HOOFSTUK 5</b>	<b>DIE HUIDIGE SITUASIE MET BETREKKING TOT TREKKERBESIT EN VERVANGING IN SUID-AFRIKA</b>	59
5.1	INLEIDING	59
5.2	BELEGGING IN MASJINERIE EN IMPLEMENTE	59
5.3	DIE SUID AFRIKAANSE TREKKERBEDRYF	61
5.3.1	Fabrikate en modelle	61
5.3.2	Jaarlikse trekkerverkope	64
5.3.3	Faktore wat die vraag na trekkers beïnvloed	64
5.3.4	Grootte van die trekkervloot	65
5.3.5	Ouderdom van die trekkervloot	66
5.4	OPNAME MET 'N POSVRAEBOOG	68
5.4.1	Doel van die opname	68
5.4.2	Opname prosedure	68
5.4.3	Opname resultate	69
5.5	VERVANGINGSBESLUITNEMINGSPROSES BY BOERE	73
5.5.1	Faktore wat boere oorweeg indien die vervanging van 'n trekker oorweeg word	73
5.6	SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING	77
<b>HOOFSTUK 6</b>	<b>DIE BEPALING VAN EKONOMIESE WAARDES VIR INSLUITING IN 'N VERVANGINGSMODEL</b>	79
6.1	INLEIDING	79
6.2	KOSTE FAKTORE	79
6.2.1	Prys van nuwe trekkers	79
6.2.2	Waarde van gebruikte trekkers	81

6.2.2.1	Literatuuroorsig	81
6.2.2.2	Empiriese bepaling	83
6.2.2.3	Resultate	86
6.2.2.4	Effek van toestand van 'n trekker op inruilwaarde	87
6.2.3	Herstel- en onderhoudskoste	88
6.2.3.1	Literatuurstudie	88
6.2.3.2	Empiriese ontleding	89
6.2.3.3	Aanpassing vir verskil in intensiteit van gebruik	92
6.3	<b>BETROUBAARHEID</b>	94
6.4	<b>TEGNOLOGIESE ONTWIKKELING</b>	94
6.5	<b>MAKRO-VERANDERLIKES</b>	95
6.5.1	Inkomstebelasting	95
6.5.1.1	Belastingkonsessies	96
6.5.1.2	Belastingkoerse	96
6.5.2	Rentekoerse	96
6.6	<b>ADDISIONELE FAKTORE</b>	97
6.7	<b>SAMEVATTING</b>	97
	<b>HOOFSTUK 7 ONTWIKKELING VAN VERVANGINGSMODELLE</b>	99
7.1	INLEIDING	99
7.2	STELSELMODELLERING	99
7.3	ONTWIKKELING VAN MODELLE	100
7.4	DIE UNIFORME KOSTE-MODEL	100

7.4.1	Insetmodules	102
7.4.2	Voorspellingsmodules	102
7.4.3	Kosteberekening	102
7.4.4	Finansiële evaluering	103
7.4.4.1	Insetmodule	103
7.4.4.2	Berekeningsmodule	104
7.4.4.3	Besluitnemingsfase	104
7.4.5	Samevatting	104
7.5	<b>SIMULASIE MODEL</b>	104
7.5.1	Modelstruktuur	105
7.5.1.1	Insetmodules	105
7.5.1.2	Berekeningsmodules	105
7.6	<b>SAMEVATTING</b>	105
	<b>HOOFSTUK 8 TOEPASSING VAN ONTWIKKELDE MODELLE OM VERVANGINGSNORME TE BEPAAL EN VERVANGINGSTRATEGIEË TE EVALUEER</b>	107
8.1	<b>INLEIDING</b>	107
8.2	<b>DATA VIR EVALUERING VAN MODELLE</b>	107
8.3	<b>TOEPASSING VAN DIE UNIFORME KOSTE-MODEL</b>	109
8.3.1	Toepassing met behulp van basisdata	109
8.3.2	Sensitiwiteits-analise	110
8.3.2.1	Effek van verandering in belastingkoerse	110
8.3.2.2	Effek van verandering in nominale rentekoerse	111
8.3.2.3	Effek van verandering in verwagte trekkerprysstygings	112

8.3.2.4	Effek van verandering in herstelkoste	113
8.3.2.5	Effek van verandering in inruilwaardes	114
8.4	<b>TOEPASSING VAN SIMULASIE MODEL</b>	114
8.4.1	Bepaling van die getal iterasies	114
8.4.2	Toepassing met behulp van basisdata	115
8.4.3	Sensitiwiteitsanalise	117
8.4.3.1	Effek van verandering in belastingkoerse	117
8.4.3.2	Effek van verandering in nominale rentekoerse	120
8.4.3.3	Effek van verandering in trekkerprysstygings	122
8.5	<b>SAMEVATTING</b>	124
8.6	<b>GEVOLGTREKKINGS</b>	126
8.6.1	Algemene vervangingsnorme	126
8.6.2	Geskiktheid van modelle vir besluitnemingsondersteuning	126
<b>HOOFSTUK 9</b>	<b>SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS</b>	128
9.1	<b>INLEIDING</b>	128
9.2	<b>SAMEVATTING VAN BEVINDINGE</b>	128
9.2.1	Belangrikheid van vervangingsbesluite	128
9.2.2	Die vervangingsprobleem	128
9.2.3	Faktore wat die optimaliteit van vervangingsbesluite beïnvloed	129
9.2.4	Beskikbare modelle vir die ondersteuning van boere by die neem van vervangingsbesluite	129
9.2.5	Die huidige situasie met betrekking tot trekkervervanging in Suid Afrika	131

9.2.6	Vervangingsbesluitnemingsproses van boere	131
9.2.7	Die bepaling van ekonomiese waardes vir insluiting in modelle	132
9.2.8	Ontwikkeling van besluitnemingsondersteuningsmodelle	133
9.2.9	Toepassing van modelle	133
9.3	<b>HIPOTETIESE UITGANGSPUNTE</b>	134
9.3.1	Beskikbaarheid van geskikte vervangingsmodelle	134
9.3.2	Besluitnemingsproses van boere	134
9.3.3	Effek van inkomstebelasting	134
9.3.4	Ontwikkeling van geïntegreerde modelle	135
9.3.5	Vervangingskrisis in die landbou	135
9.4	<b>AANBEVELINGS</b>	135
9.4.1	Aanbevelings met betrekking tot die toepassing van vervangingspraktyke	135
9.4.2	Aanbevelings vir verdere navorsing	136
	<b>BRONNELYS</b>	137
	<b>BYLAES</b>	148

## LYS VAN FIGURE

FIGUUR 2.1	Skematiese voorstelling van verskillende tipes vervanging	8
FIGUUR 2.2	Skematiese voorstelling van die konsepsuele model vir die vervanging van 'n trekker binne 'n boerderystelsel	9
FIGUUR 2.3	Skematiese voorstelling van die vervangingsproses	10
FIGUUR 3.1	Die effek van verskillende rente- en inflasiekoerse op die jaarlikse paaient oor 10 jaar as persentasie van die jaarlikse paaient by 'n 14% rente- en 7% inflasiekoers.	19
FIGUUR 3.2	Tipiese verloop van die faalkoers vir 'n trekker by toenemende ouderdom.	23
FIGUUR 3.3	Effek van staantyd en gemiddelde tyd tussen onderbrekings op die operasionele beskikbaarheid van 'n werktuig	25
FIGUUR 3.4	Die effek van tydigheidskoste op optimale masjinerie-kapasiteit en -koste	26
FIGUUR 3.5	Tipiese tydigheidsfunksie om die verwantskap tussen tyd van bewerking en opbrengs aan te toon	27
FIGUUR 3.6	Skematiese voorstelling van die invloed van solvabiliteit en rentabiliteit op investeringsbesluite	29
FIGUUR 4.1	Verloop van jaarlikse koste vir huidige en volgende jaar vervangende bates, MAPI model	41
FIGUUR 4.2	Skematiese uitleg van 'n DLP model	43
FIGUUR 4.3	Evaluering van besluite met behulp van E,V ontleding en nutsfunksies	51
FIGUUR 4.4	Skematiese voorstelling van eerste-orde stochastiese dominansie	52
FIGUUR 5.1	Reële waarde van meganisasiëbates in die landbou, 1980 tot 1998 (1995 = 100)	60

FIGUUR 5.2	Verspreiding van trekkerpyse in Rand/kW vir tweewiel aangedrewe trekkers, Mei 2000	63
FIGUUR 5.3	Verspreidng van trekkerpyse in Rand/kW vir vierwiel aangedrewe trekkers, Mei 2000	63
FIGUUR 5.4	Jaarlikse trekkerverkope, 1973 – 1999	64
FIGUUR 5.5	Grootte van die SA trekkervloot	65
FIGUUR 5.6	Ouderdomsverdeling van trekkers jonger as 20 jaar, 1983 & 1999	67
FIGUUR 6.1	Jaar-op-jaar persentasie verandering in trekker- en verbruikerspryse, 1966 – 1999	80
FIGUUR 6.2	Verloop van huidige kleinhandelsprys van 'n trekker as 'n persentasie van nuwe kosprys vir 'n tipiese trekker in die RSA, 1991 data	82
FIGUUR 6.3	Verloop van huidige kleinhandelsprys van 'n trekker as 'n persentasie van nuwe kosprys vir 'n tipiese trekker in die RSA, 2000 data	86
FIGUUR 6.4	Verloop van huidige kleinhandelsprys van 'n trekker as 'n persentasie van nuwe kosprys vir twee fabriek trekker van 60 kW in die RSA, 2000 data	87
FIGUUR 6.5	Betroubaarheidsgrense vir herstelkoste as persentasie van huidige kosprys van trekkers in die RSA	91
FIGUUR 6.6	Skale van persoonlike belasting in die RSA, 1994 en 2000 belastingjare	96
FIGUUR 6.7	Verloop van die oorheersende koers op oortrokke rekeninge (primakoers), 1992 – 2000	97
FIGUUR 7.1	Skematiese voorstelling van die simulasiëproses	99
FIGUUR 7.2	Skematiese voorstelling van die uniforme koste-model vir die evaluering van trekkervervangingsbesluite	101
FIGUUR 8.1	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16jarige ouderdom	109

FIGUUR 8.2	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel* vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom.	110
FIGUUR 8.3	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel by verskillende marginale belastingkoerse vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom	111
FIGUUR 8.4	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel by verskillende nominale rentekoerse vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom	111
FIGUUR 8.5	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel by verskillende trekkerprysstygings vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom	112
FIGUUR 8.6	Die effek van verwagte trekkerprysstygings op die vervangingsbesluit vir 'n trekker van ouderdom 3 tot 16 jaar indien dit met 'n identiese nuwe trekker vergelyk word.	113
FIGUUR 8.7	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel by verskillende interoorlooptydperodes van die verdediger vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom	113
FIGUUR 8.8	Verloop van die verdediger se vergelykende voordeel indien die toestand van die verdediger wissel vir vervanging met 'n identiese trekker op 3 tot 16 jarige ouderdom	114
FIGUUR 8.9	Waarde van die koëffisiënt van variasie by 'n toenemende getal iterasies.	115
FIGUUR 8.10	Gemiddelde waarde en betroubaarheidsgrense vir netto huidige waarde vir verskillende vervangingsintervalle, basisdata	116
FIGUUR 8.11	Kumulatiewe normaalverdelingsfunksies vir netto huidige waarde indien vervanging elke 10 en 13 jaar plaasvind, basisdata	116



FIGUUR 8.12	Gemiddelde waarde en betroubaarheidsgrense vir netto huidige waarde vir verskillende vervangingsintervalle, belastingkoers = 0%	118
FIGUUR 8.13	Gemiddelde waarde en betroubaarheidsgrense vir netto huidige waarde vir verskillende vervangingsintervalle, belastingkoers = 40%	119
FIGUUR 8.14	Kumulatiewe normaal distribusiefunksies vir netto huidige waarde indien vervanging elke 8 en 9 jaar plaasvind, belastingkoers = 40%	119
FIGUUR 8.15	Kumulatiewe normaal distribusiefunksies vir netto huidige waarde indien vervanging elke 8 en 9 jaar plaasvind, nominale rentekoers = 24,5%	121
FIGUUR 8.16	Kumulatiewe normaal distribusiefunksies vir netto huidige waarde indien vervanging elke 10 en 11 jaar plaasvind, trekkerprysstyging = 14,5% per jaar	123
FIGUUR 8.17	Kumulatiewe normaal distribusiefunksies vir netto huidige waarde indien vervanging elke 10 en 11 jaar plaasvind, trekkerprysstyging = 18,5% per jaar	124

## LYS VAN TABELLE

TABEL 1.1	Prysindekse van masjinerie en werktuie, landbou- en akkerbouprodukte, 1990 – 1999	1
TABEL 3.1	Verloop van die verskillende komponente van jaarlikse paaieiment (R) asook die eindwaarde vir 'n bate met 'n oorspronklike kosprys van R 100, rentekoers van 14,5% per jaar, 'n reswaarde van 20% en 'n verwagte vervangingswaarde van R 130 oor 'n verwagte leeftyd van 6 jaar	18
TABEL 3.2	Die effek van verskillende rente- en inflasiekoerse op die jaarlikse paaieiment oor 10 jaar as persentasie van die jaarlikse paaieiment by 'n 14% rente- en 7% inflasiekoers.	19
TABEL 4.1	Berekening van minimum gemiddelde koste (R) vir 'n trekker met 'n oorspronklike kosprys van R 56 900	34
TABEL 4.2	Minimum-koste ouderdom vir 'n trekker met 'n oorspronklike kosprys van R 56 900, by verskillende herstelkoste- en depresiasiepersentasies	35
TABEL 4.3	Skematiese uiteensetting van 'n DLP vervangingsmodel	43
TABEL 4.4	Verskil tussen besluitnemingsondersteuningstelsels en kundigheidstelsels	56
TABEL 5.1	Waarde van masjinerie, implemente, voertuie en trekkers as persentasie van die totale waarde van kapitaalbate in die landbou, 1980 – 1998	59
TABEL 5.2	Bruto kapitaalvorming in masjinerie, implemente, voertuie en trekkers in die landbou in nominale en reële terme, 1980 – 1998	61
TABEL 5.3	Trekkefabrikate en -modelle beskikbaar in Suid-Afrika, 1988 – 2000	62
TABEL 5.4	Statistiese maatstawwe, trekkepryse (R/kW), Mei 2000	62
TABEL 5.5	Ouderdomsverdeling van S.A. trekkers, 1987 – 1992	66
TABEL 5.6	Ouderdomsverdeling van S.A. trekkers jonger as 20 jaar, 2000	67

TABEL 5.7	Samestelling van boerdery-eenhede, grondgebruikspatroom en beskikbare trekkrag, 1990 opname	70
TABEL 5.8	Gemiddelde trekkrag (kW) per Ha. bewerkte grond, verskeie opnames	72
TABEL 5.9	Belangrikste faktore wat SA boere oorweeg indien die aankoop van 'n trekker beoog word	73
TABEL 5.10	Belangrikste faktore wat Deense boere oorweeg indien die vervanging van 'n trekker beoog word	74
TABEL 5.11	Faktore wat SA boere oorweeg indien die vervanging van 'n trekker beoog word, 1990 opname	75
TABEL 5.12	Verspreiding van respondente op grond van getal stappe in vervangingsbesluit, 1990 opname	76
TABEL 5.13	Mees algemene stappe oorweeg in opeenvolgende stappe by die neem van 'n vervangingsbesluit, 1990 opname	76
TABEL 6.1	Verloop van trekker- en verbruikerspysindekse, 1965 – 1999 (Basis 1995 = 100)	80
TABEL 6.2	Verspreiding van jaar-tot-jaar trekkerprysstygings 1966 – 1999	81
TABEL 6.3	Datastel gebruik vir bepaling van inruilwaarde van trekkers, 2000	83
TABEL 6.4	Resultate verkry met stapsgewyse regressie-analise op trekker inruilwaardes, 2000	85
TABEL 6.5	Regressie-vergelykings vir die beraming van inruilwaardes vir trekkers, 2000	86
TABEL 6.6	Korreksiefaktore om voorsiening vir die toestand waarin 'n trekker verkeer te maak, 2000 Data	88
TABEL 6.7	Jaarlikse herstelkoste van trekkers as persentasie van huidige kosprys, Suid Afrikaanse beramings	89
TABEL 6.8	Minimum, gemiddelde en maksimumwaarde vir variërende jaarlikse herstelkoste as persentasie van huidige kosprys, Suid Afrikaanse beramings	90

TABEL 6.9	Beraamde verwagte waarde en betroubaarheidsgrense vir variërende jaarlikse herstelkoste as persentasie van huidige kosprys, Suid Afrikaanse beramings	92
TABEL 6.10	Korreksiefaktore om herstelkoste vir verandering in intensiteit van gebruik aan te pas	92
TABEL 6.11	Frekwensieverdeling van jaarlikse trekkegebruik, 1990 opname	92
TABEL 6.12	Korreksiefaktore om jaarlikse herstelkoste vir verskil in jaarlikse gebruik aan te pas	93
TABEL 6.13	Verwagte periode tot eerste oordoen vir trekkers soos beraam deur vervaardigers	93
TABEL 8.1	Basisdata vir evaluering van modelle	107
TABEL 8.2	Trekkerdata vir evaluering van modelle	108
TABEL 8.3	Verloop van jaarlikse uniforme koste vir 'n huidige trekker indien dit op ouderdom 3 tot 16 met 'n soortgelyke nuwe trekker vervang word	108
TABEL 8.4	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, basisdata	115
TABEL 8.5	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, belastingkoers = 0%	117
TABEL 8.6	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, belastingkoers = 40%	118
TABEL 8.7	Dominante vervangingsiklus by 'n 0%, 20% en 40% belastingkoers	120
TABEL 8.8	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, nominale rentekoers = 20,5%	120
TABEL 8.9	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, nominale rentekoers = 24,5%	121

TABEL 8.10	Dominante vervangingsiklus by 'n 14,5%, 20,5% en 24,5% nominale rentekoers	122
TABEL 8.11	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, trekkerprysstyging = 14,5%	122
TABEL 8.12	Opsommende statistiek met betrekking tot die verspreiding van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse vir trekkers, trekkerprysstyging = 18,5%	123
TABEL 8.13	Dominante vervangingsiklus by 'n 12,3%, 14,5% en 18,5% jaarlikse trekkerprysstyging	124
TABEL 8.14	Die effek van veranderlike faktore op die ouderdom waarop 'n bestaande trekker vervang kan word, uniforme koste-model	125
TABEL 8.15	Die effek van veranderlike faktore op die dominante vervangingsiklus vir trekkers, simulاسie-model	126

## LYS VAN BYLAES

Bylaag A	Persone en instansies geraadpleeg	148
Bylaag B	Dinamiese programmeringsmodel	150
Bylaag C	Uniforme koste-model	158
Bylaag D	Simulasiemodel	161

# HOOFSTUK 1

## INLEIDING

### 1.1 AGTERGROND

Masjineriekoste vorm al vir baie jare 'n belangrike deel van boere se totale kostestruktuur. So byvoorbeeld het masjineriekoste in verskillende gebiede en periodes die volgende omvang gehad:

In die Oos-Vrystaat wissel dit tussen 36% (1982/93), 43% (1985/86) en 39% (1988/89). In die Noordwes-Vrystaat styg dit vanaf 36% in 1979/80 tot 39% in 1982/83 ( Afdeling Landbouproduksie-ekonomie, 1980; 1983; 1986; 1989). In 'n latere studie in die Petrusburgdistrik word bevind dat masjineriekoste 44% van totale koste beloop ( Departement van Landbou, 1992). In 'n omvattende opname onder melkprodusente (Suid Afrikaanse Suiwelstigting, 1999) word bevind dat selfs vir melkprodusente masjineriekoste 'n belangrike koste-komponent is.

Oor die afgelope dekade het die pryse van trekkers en implemente aanmerklik toegeneem soos die verloop van die masjinerie- en werktuigprysindeks in Tabel 1.1 aantoon.

**TABEL 1.1: PRYSINDEKSE VAN MASJINERIE EN WERKTUIE, LANDBOU- EN AKKERBOUPRODUKTE, 1990 - 1999**

Jaar	Prysindeks ( 1995 = 100)		
	Masjinerie en werktuie	Landbouprodukte	Akkerbouprodukte
1990	63,3	61,3	56,3
1991	68,8	66,2	64,3
1992	72,9	78,2	84,3
1993	82,3	78,8	82,7
1994	90,6	87,7	79,7
1995	100,0	100,0	100,0
1996	105,8	105,3	104,3
1997	117,1	113,3	102,6
1998	124,5	117,7	109,0
1999	137,8	143,8 *	113,2 **
Gemiddelde % styging	3,6	4,1	1,4

Bron: Abstract of Agricultural Statistics, 2000

\* Beraam vanaf maandelikse data in Crops & Markets, 1999:7

\*\* Beraam vanaf kwartaallikse data in Crops & Markets, 1999:9

Die styging in landbouprodukpryse het gemiddeld met die styging in masjineriekoste tred gehou. Akkerbouprodukpryse het egter stadiger as masjineriekoste gestyg en gevolglik het die ruilvoet van akkerbou met betrekking tot masjinerie oor die periode verswak.

Die totale belegging in masjinerie, implemente, voertuie en trekkers in die landbou het toegeneem vanaf R 8 395 miljoen in 1990 tot R 14 588 miljoen in 1998 (Abstract of Agricultural Statistics, 2000:89). In reële terme het die belegging egter oor dieselfde periode gedaal vanaf R 14 500 miljoen tot R 6 532 miljoen (1995 = 100).

Masjineriekoste maak 'n belangrike deel van die totale kostestruktuur in die landbou uit. Hierdie feit tesame met die steeds stygende pryse van masjinerie het die belangrikheid van optimale meganisasiestuur vergroot. Dit maak ook die neem van optimale vervangingsbesluite noodsaaklik. Die uitstel van vervanging veroorsaak ook dat die totale kapitaalbelegging in die landbou in reële terme daal.

## **1.2 PROBLEEMSTELLING**

Verskeie modelle, wat moontlik gebruik kan word om optimale vervangingsbesluite mee te neem, is beskikbaar. Hierdie modelle is hoofsaaklik ontwerp om die optimale tyd te bepaal waarop 'n spesifieke bate vervang behoort te word, sonder om die vervangende bate in ag te neem. Die holistiese aard van 'n boerdery-onderneming word ook nie in hierdie modelle in ag geneem nie. Daar bestaan derhalwe 'n behoefte aan modelle of tegnieke waarmee 'n boer ondersteun kan word by die neem van 'n vervangingsbesluit binne die raamwerk van 'n totale boerderystelsel.

## **1.3 HIPOTETIESE UITGANGSPUNTE**

Die volgende uitgangspunte is van belang:

- Beskikbare vervangingsmodelle is nie geskik vir die neem van optimale vervangingsbesluite nie, veral om die redes in paragraaf 1.2 genoem.
- Boere neem vervangingsbesluite sonder om tersaaklike ekonomiese en finansiële faktore in ag te neem.
- Die huidige belastingstruktuur werk die onoordeelkundige en vroeë vervanging van kapitaalbate in die hand.
- Dit is moontlik om alle relevante faktore te integreer tot prakties bruikbare modelle vir die ondersteuning van boere by die neem van vervangingsbesluite.
- Die gemiddelde ouderdom van trekkers op plase styg steeds en boere vind dit al moeiliker om trekkers te vervang.



## 1.4 NAVORSINGSDOELSTELLINGS

### 1.4.1 *Algemene doelstelling*

Die doel van die studie is om die vervangingsprobleem in die landbou te ondersoek spesifiek met betrekking tot die vervanging van trekkers ten einde 'n model of modelle te ontwikkel waarmee boere ondersteun kan word in die neem van optimale vervangingsbesluite.

### 1.4.2 *Spesifieke doelstellings*

Bogenoemde doelstelling kan in die volgende subdoelstellings opgedeel word:

- Om die faktore te bepaal wat die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit beïnvloed;
- om te bepaal watter faktore boere oorweeg by die neem van vervangingsbesluite;
- om te bepaal watter rol inkomstebelastingmaatreëls speel by die neem van 'n vervangingsbesluit;
- om beskikbare modelle te bestudeer en te evalueer met betrekking tot die geskiktheid daarvan vir gebruik by die neem van vervangingsbesluite in 'n boerdery;
- om indien nodig meer toepaslike modelle te ontwikkel en
- om ontwikkelde modelle te gebruik om algemene vervangingsnorme te bepaal.

## 1.5 NAVORSINGSPROSEDURE

### 1.5.1 *Literatuurstudie*

Aanvanklik is 'n retrospektiewe literatuursoektog deur middel van die Direkoraat Inligtingsbestuursdienste (voorheen Direkoraat Landbou-Inligting) se gerekenariseerde databasis uitgevoer. Hierdie proses is opgevolg met verskeie literatuursoektogte gedurende die verloop van die navorsingsprojek. Verskeie ander databasisse is ook deursoek vir toepaslike literatuur.

### 1.5.2 *Opname*

Ten einde boere se persepsies ten opsigte van faktore wat 'n rol in vervangingsbesluite neem, te bepaal, is 'n posopname uitgevoer. Alle lede van Vrystaat Landbou (voorheen Die Vrystaatse Landbou Unie) is as universum gekies. Hieruit is 'n ewekansige steekproef van 1000 lede, geografies gestratifiseerd, gekies. Die vraelys is ontwerp en by wyse van 'n loodsondersoek by enkele boere getoets. Die vraelys het inligting met betrekking tot die omvang en aard van boere se bedrywighede, trekkerbesit- en gebruik,

asook demografiese besonderhede bepaal. Om boere se persepsies te bepaal, is daar veral van ongestruktureerde vrae gebruik gemaak. Die vraelys aan boere is vergesel van 'n brief waarin Vrystaat Landbou (voorheen Die Vrystaatse Landbou Unie) sy volle steun aan die projek toesê asook 'n verduidelikende brief van die studieleier. Na verstryking van die keurdatum is opvolgbriewe aan alle nie-respondente versend. 'n Totaal van 287 vraelyste waarvan 216 bruikbare inligting verskaf het, is terugontvang. Inligting met betrekking tot 1 219 trekkers van verskillende fabrikate is ingesamel.

### ***1.5.3 Verwerking van vraelyste***

Nadat vraeboë ontfoot is, is die data vasgelê en is aanvanklike statistiese verwerkings met behulp van die SPSS pakket gedoen. Data is in frekwensie- en kruistabelle georden en die nodige ondersteunende statistiese maatstawwe is bereken.

### ***1.5.4 Identifikasie van faktore wat vervangingsbesluite beïnvloed***

Uit die literatuurstudie en opnameresultate is die faktore geïdentifiseer wat die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit kan beïnvloed. Die effek van bepaalde faktore op die optimaliteit en die interaksie tussen faktore is ondersoek en beskryf. Ekonomiese waardes vir enkele van die faktore is bepaal en het as insette vir die geldigmaking en kontrole van ontwikkelde modelle gedien.

### ***1.5.5 Modelevaluering***

Uit die literatuurstudie en posopname inligting is daar 'n konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses ontwikkel. Beskikbare modelle is aan die hand hiervan geëvalueer met betrekking tot die geskiktheid van die modelle vir gebruik by die neem van vervangingsbesluite. In hierdie fase is gestruktureerde gesprekke met verskeie landbou-ekonome, - ingenieurs en ander kundiges gevoer ( Bylaag A) ten einde inligting met betrekking tot die praktiese gebruikswaarde van die modelle te verkry. Modelle is prakties getoets en geldig gemaak met verteenwoordigende data.

### ***1.5.6 Ontwikkeling van besluitnemingsondersteuningsmodelle***

Uit die evaluasie blyk dat veral twee modelle algemeen toepasbaar is. Die uniforme koste-model en 'n simulasiemodel gebaseer op die uniforme koste-model is aangepas as besluitnemingsondersteuningsmodelle. Modelontwikkeling is met behulp van sigblad-programmatuur uitgevoer.

### ***1.5.7 Bepaling van vervangingsnorme***

Die ontwikkelde modelle is gebruik om vervangingsnorme vir spesifieke situasies en die effek van veranderlike faktore op die optimale leeftyd van trekkers te bepaal. Die doel was om die geldigheid en korrektheid van die modelle vas te stel en om enkele algemene vervangingsnorme beskikbaar te stel.

## 1.6 SAMESTELLING VAN DIE VERSLAG

Die vervangingsprobleem word in **Hoofstuk 2** beskryf en ontleed ten einde 'n model van die vervangingsbesluitnemingsproses te ontwikkel. In **Hoofstuk 3** word die faktore wat die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit beïnvloed, bespreek. **Hoofstuk 4** handel oor die beskikbare modelle en tegnieke wat vir die neem van vervangingsbesluite beskikbaar is. In **Hoofstuk 5** word die historiese en huidige situasie met betrekking tot trekkervervanging in Suid Afrika asook die besluitnemingsproses soos deur boere toegepas, bespreek. Verskeie faktore wat die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit beïnvloed, word in **Hoofstuk 6** gekwantifiseer. In **Hoofstuk 7** word enkele modelle wat prakties toepasbaar is as vervangingsbesluitnemingsondersteuningsmodelle, ontwikkel en beskryf. In **Hoofstuk 8** word die geldigheid en korrektheid van die modelle getoets en word geskikte modelle normatief toegepas. 'n Samevatting en gevolgtrekkings word in **Hoofstuk 9** verskaf.

## HOOFSTUK 2

### DIE VERVANGINGSPROBLEEM

#### 2.1 INLEIDING

Duursame kapitaalbates asook sekere ander bates soos boorde en plantasies het slegs 'n beperkte lewensduur. "They eventually wear out or become obsolete" (Barry *et al*, 1979:370). Die probleme met betrekking tot die tydstip of ouderdom waarop hierdie bates uit diens gestel word, word algemeen as die vervangingsprobleem beskryf (Dillon, 1977:83).

Die vervangingsprobleem behels hoofsaaklik drie aspekte, naamlik die aard van die vervangde en vervangende bates; die spesifieke tipe vervanging en die bepaling van die optimale vervangingstydstip aan die hand van een of meer kriteria. In hierdie hoofstuk word die vervangingsprobleem bespreek aan die hand van die aard van vervangbare bates en word vervanging omskryf in terme van die tipes vervanging wat voorkom. 'n Konsepsuele model van die vervangingsproses en -besluit word ook ontwikkel. Die faktore wat vervanging beïnvloed, asook die kriteria waaraan 'n vervangingsbesluit geëvalueer word, word in Hoofstuk 3 bespreek.

#### 2.2 AARD VAN VERVANGBARE BATES

Die vervangingsprobleem het betrekking op bates wat vir langer as een produksieperiode gebruik kan word. Wingerde (Martin, 1984), boorde en plantasies (Tisdell en De Silva, 1986:243- 250; Botha, 1992), lewende hawe (Turner en Young, 1969:250 – 271) en trekkers (Agrawal en Heady, 1972:111 – 112; Stapelberg, 1990) en ander implemente is almal voorbeelde van bates waarby die vervangingsprobleem al ondersoek is. Hierdie duursame produksiemiddele vertoon sekere onderskeidende kenmerke.

##### 2.2.1 Eienskappe van vervangbare bates

Van der Schroeff (1970:171 – 172) beklemtoon die twee hoofkenmerke van duursame produksiemiddele naamlik duursaamheid en onverdeelbaarheid. Omdat hierdie bates nie in een produksieperiode opgebruik word nie, moet die bates oor tyd in besit en in stand gehou word. Dit gee dan aanleiding tot besit- en instandhoudingskoste. Die onverdeelbaarheid het tot gevolg dat kapasiteite nie, of in elk geval nie sonder groot kostes, by veranderde omstandighede aangepas kan word nie. Die feit dat die bates duursaam is, veroorsaak ook dat pryse oor tyd mag verander en dat die ontwikkeling van nuwe tegnologie die bates se veroudering mag versnel (Van der Schroeff, 1970:178 – 179). Hierdie eienskappe van vervangbare bates moet in die oorweging van vervanging in ag geneem word.

### **2.2.2 Kapasiteit van duursame produksiemiddele**

'n Duursame produksiemiddel word as 'n stroom van toekomstige dienste beskou (Terborgh, 1949:29). Hierdie stroom van dienste bestaan uit 'n gelyktydige en volgydige kapasiteit (Eksteen, 1987:44). Vir 'n trekker word die gelyktydige kapasiteit verteenwoordig deur die drywingskapasiteit van die trekker terwyl die verwagte lewensduur die volgydige kapasiteit is. Daar kan nie gereedelik 'n uitruiling tussen die twee kapasiteite plaasvind nie. Kapasiteit wat nie in een periode opgebruik word nie word moeilik na volgende periodes oorgedra.

### **2.3 OMSKRYWING VAN VERVANGING**

Vervanging is die verplasing van 'n bate uit 'n huidige funksie (Terborgh, 1949:23). Grant *et al* (1976:364) onderskei tussen aftrede (retirement) en vervanging (replacement). Vervanging beteken dat een duursame produksiemiddel met 'n ander een vervang word, terwyl aftrede bloot die verskuiwing van 'n bate uit 'n huidige funksie is. Terborgh onderskei tussen primêre en sekondêre vervanging. In die geval van primêre vervanging word die bate vervang met een wat spesifiek vir daardie doel verkry is, terwyl sekondêre vervanging die verplasing van 'n bate deur 'n ander een wat reeds in besit is, impliseer (1949:25). Die vervangde bate kan na 'n minder belangrike taak geskuif word. In dié geval is daar sprake van afgradering (Grant *et al.*, 1976:364). Duursame produksiemiddele word vervang omdat die werkvermoë afneem, of omdat daar meer doeltreffende bates beskikbaar raak (Dean, 1961:330).

Vervanging kan bepland plaasvind of dit kan ewekansig wees indien daar gewag word totdat die bate onherroeplik faal voordat dit vervang word (Louw, 1978:14). Die vervanging van gloeilampies is 'n voorbeeld van laasgenoemde. Uit die beredenering is dit duidelik dat dit moeilik is om vervanging met 'n enkele definisie te beskryf. Alle vorme van vervanging vertoon egter sekere basiese eienskappe soos dat daar 'n bate is waarvan die vermoë absoluut of relatief tot nuwere bates verswak sodat dit wenslik raak om die bate deur 'n ander een te verplaas wat, of vir die spesifieke doel aangeskaf is, of reeds in 'n ander hoedanigheid gebruik word. Hierdie vervangde bate mag afgradeer word na 'n minder belangrike taak. Indien die verlaging in doeltreffendheid geleidelik ontwikkel, kan die stadium van vervanging beplan word. Die bate mag egter onverwags faal sodat dit onbepland vervang moet word. In Figuur 2.1 word 'n skematiese voorstelling van die verskillende vorms van vervanging gegee.

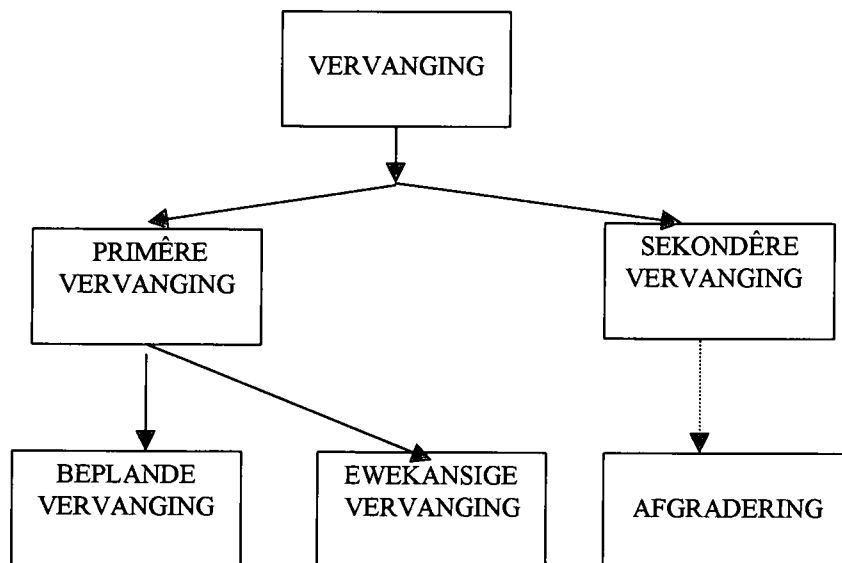
### **2.4 MODELLERING VAN DIE VERVANGINGSPROSES**

#### **2.4.1 Die proses van stelselmodellering**

Volgens Schoderbeck (1975:30) bestaan 'n stelsel uit 'n aantal komponente wat in wisselwerking met mekaar 'n komplekse geheel vorm wat doelgerig optree. As gevolg van die kompleksiteit van 'n stelsel word modelle, wat vereenvoudigende afbeeldings van stelsels is, gebruik om die werking van 'n komplekse stelsel te bestudeer. Omdat 'n

stelsel 'n holistiese geheel vorm, kan die stelsel nie bestudeer word deur dit te dissekteer en die afsonderlike dele te bestudeer nie.

**FIGUUR 2.1: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN VERSKILLENDE Tipes VERVANGING**



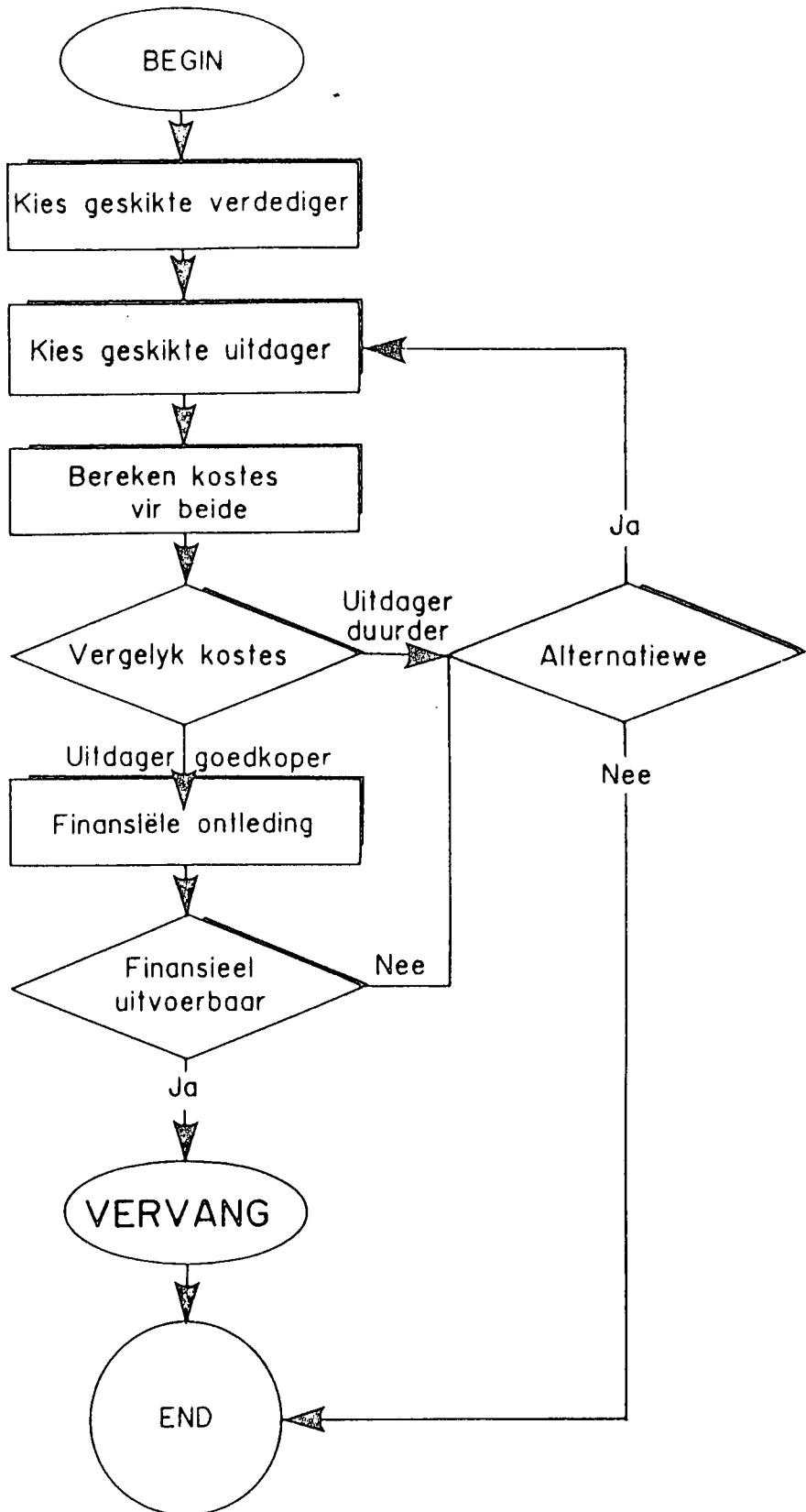
Modelle kan in kompleksiteit wissel met inagneming van die doel en die mate van abstraksie wat nodig is om die werking van 'n stelsel te verklaar (Dalton, 1982:20; Charlton en Thompson, 1970:375). Die modelleringsproses het dus ten doel die reduksie van die werklikheid tot 'n hanteerbare omvang terwyl die belangrikste eienskappe daarvan steeds behoue bly. Verskeie skrywers beskou die ontwikkeling van 'n model vir latere eksperimentering as die vernaamste doel van modellering (Dent en Blackie, 1979:15). Die modelleringsproses dien egter ook as 'n hulpmiddel tot 'n beter begrip van die werking van die stelsel wat gemodelleer word (Charlton en Thompson, 1970:375). Dit is met laasgenoemde doel voor oë dat 'n konsepsuele model van die vervangingsproses binne 'n boerderystelsel ontwikkel is.

#### **2.4.2 Konsepsuele model vir die vervanging van 'n trekker in 'n boerdery**

Figuur 2.2 verskaf 'n skematiese voorstelling van die stelsel waarbinne vervanging van 'n trekker geskied. Die doel is om 'n optimale besluit, gemeet aan die spesifieke ondernemer se kriteria, te neem. Die huidige bate (verdediger) word met 'n alternatiewe een (uitdager) vergelyk ten einde te bepaal of die vervangingsbesluit optimaal is. Die vergelyking geskied binne 'n bepaalde boerderystelsel met 'n unieke struktuur en fisiese, ekonomiese en finansiële situasie. Die optimaliteit van die vervangingsbesluit kan dus nie net aan die hand van die vervangende en vervangende bates beoordeel word nie, maar moet binne die totale stelsel evalueer word.



FIGUUR 2.3: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE VERVANGINGSPROSES





### **2.4.3 Die vervangingsbesluitnemingsproses**

Figuur 2.3 verskaf 'n skematiese voorstelling van die vervangingsbesluitnemingsproses. 'n Ondernemer besluit op grond van sy besluitnemingskriteria watter verdediger moontlik vervang moet word. Dít word dan met 'n geskikte uitdager vergelyk om te bepaal of die vervanging tegnies en ekonomies geregverdig is. Indien nie word die proses herhaal met behulp van 'n ander uitdager. Indien die proses wel ekonomiese sin maak, word evalueer of die proses ook finansiële uitvoerbaar is – dit kan weereens tot 'n herevaluasie van 'n ander uitdager of tot die neem van 'n vervangingsbesluit lei. Hierdie proses kan dus as 'n tegnies-ekonomies-finansiële proses beskryf word waar die tegniese gedeelte (seleksie van geskikte uitdager en verdediger) opgevolg word deur 'n ekonomiese bepaling van winsgewendheid of kostedoeltreffendheid en 'n finansiële evalueringfase.

### **2.5 SAMEVATTING**

Duursame kapitaalgoedere verskaf kapasiteit oor meer as een produksieperiode en moet op 'n bepaalde tydstip vervang word. In die hoofstuk is die aard van vervangbare bates en die vervangingsbegrip omskryf. 'n Model van die vervangingsproses is ontwikkel en gebruik om 'n skematiese voorstelling van die vervangingsproses te ontwikkel. Gesamentlik dien die konsepsuele model van vervanging en van die vervangingsproses as raamwerk vir die verdere ontwikkeling van modelle en die ontleding van die vervangingsprobleem.

## HOOFSTUK 3

### FAKTORE WAT DIE OPTIMALITEIT VAN VERVANGINGSBESLUIE BEÏNVLOED

#### 3.1 INLEIDING

Die vloei-diagram van die vervangingsbesluitnemingsproses (Figuur 2.3) verskaf 'n raamwerk vir die klassifikasie van faktore wat oorweeg moet word by die neem van 'n vervangingsbesluit. In hierdie hoofstuk word die aard van hierdie faktore bestudeer terwyl die empiriese beraming van waardes vir hierdie faktore in Hoofstuk 6 in meer detail behandel word. Dit is egter ook nodig om die besluitnemingsproses as deel van die bestuursproses te ontleed.

#### 3.2 DIE BESLUITNEMINGSPROSES

Deur die bestuursproses kortliks te ontleed, word daar 'n beeld van die plek en rol van besluitneming in die bestuursproses verkry. Boerderybestuur kan omvattend gedefinieer word as: die proses waardeur 'n boer al die produksiefaktore onder sy beheer beplan, organiseer, koördineer en beheer ten einde sekere doelwitte te bereik (Standard Bank, 1999:4). In 'n studie van die faktore wat die aankoopbesluit van plaasmasjinerie beïnvloed, verskaf Johnson *et al.*, (1985:295 – 296) 'n model van die bestuursproses as 'n proses bestaande uit taakontleding, probleemontleding, besluitsanalise en taktiese beplanning. In dié terme bestaan die besluitnemingsproses dus uit die bepaling van kriteria, die identifikasie van alternatiewe keuses, die vergelyking van hierdie alternatiewe en die evaluering van moontlike voor- en nadelige effekte van 'n spesifieke besluit. Rationele besluitneming is 'n wetenskaplike proses wat in die volgende stappe onderverdeel kan word (Standard Bank, 1999:10):

- Identifiseer en definieer probleme of geleenthede.
- Versamel en verwerk alle relevante inligting.
- Identifiseer en ontleed alternatiewe aksies en oplossings.
- Neem besluit – kies die optimale oplossing.
- Implementeer die besluit.
- Neem verantwoordelikheid vir die besluit.
- Evalueer resultate.

Volgens Anderson *et al.*, (1977:4-5) bestaan die besluitnemingsproses uit verskeie stappe waarvan die bepaling van kriteria en die keuse tussen alternatiewe noodsaaklik is en

bykans in alle gevalle voorkom. Primêr tot enige besluitnemingsproses is die moontlike aksies waarop die besluitnemer kan besluit (Petit, 1976:63). Die keuse tussen alternatiewe word gemaak op grond van die ondernemer se persepsie van die omgewing ter bereiking van sekere spesifieke doelwitte.

Die staat waarin die omgewing verkeer of in die toekoms sal verkeer, is ook 'n belangrike element in die besluitnemingsproses. Daar kan waarskynlikhede gekoppel word aan die moontlike staat waarin die omgewing op 'n bepaalde oomblik kan verkeer. Hierdie waarskynlikhede is nie absoluut nie maar is afhanklik van die ondernemer se persepsie van die omgewing en word ook op 'n kontinue basis in 'n leerproses gewysig soos nuwe inligting bekom word (Petit, 1976:63 – 65). Die ondernemer neem dus 'n besluit op grond van persoonlike omgewingspersepsies, die uitkoms is egter die resultaat van beide die besluit en van interaksie met omgewingsverandelikes. Dit impliseer dat die gebruik van 'n wetenskaplike besluitnemingsproses nie noodwendig tot 'n perfekte besluit sal lei nie (Standard Bank, 1999:10).

Omdat besluitnemers besluite ter bereiking van sekere doelwitte neem en die bereiking van doelwitte altyd met koste gepaard gaan, is daar 'n ekonomiese beginsel betrokke. Rationele besluitnemers sal poog om die koste aan die bereiking van die doelwitte te minimaliseer. Dit word gedoen deur modelle te gebruik om die resultaat van sekere besluite te modelleer. In Hoofstuk 4 word verskillende modelle, wat gebruik word om besluitneming met betrekking tot trekkervervanging te ontleed, bespreek.

### **3.3 BELEGGINGSKRITERIA**

#### **3.3.1 Algemeen**

Indien alternatiewe beleggingstrategieë geëvalueer word, is dit noodsaaklik dat die evaluasie aan die hand van een of meer kriteria moet geskied. Die primêre kriteria moet so gekies word, dat dit die beperkte hulpbronne ten beste benut (Grant *et al.*, 1976:15). Hierdie primêre en noodsaaklike kriteria moet objektief, realisties en meetbaar wees (Johnson *et al.*, 1985:297). Benewens hierdie primêre kriteria word daar ook van ander sekondêre of wenslike kriteria gebruik gemaak. Laasgenoemde word georden in terme van die belangrikheid wat die besluitnemer daaraan toeken. Alle alternatiewe wat aan die primêre kriteria voldoen, word aan die hand van hierdie sekondêre kriteria geëvalueer en die besluit wat aan die meeste van hierdie kriteria, in volgorde van belangrikheid voldoen, is die bestuurder se finale keuse (Johnson *et al.*, 1985:297).

Die finansiële effektiwiteit van 'n besluit kan gemeet word aan die effek daarvan op die ondernemer se winsgewendheid, likiditeit en die riskantheid van die besluit (Barry *et al.*, 1979:129). In die algemeen word die besluit eers in terme van winsgewendheid geëvalueer en daarna in terme van riskantheid (Standard Bank, 1999:12). Verskille in risikogeneidheid tussen verskillende ondernemers kan daartoe lei dat ondernemers verskillende besluite op grond van dieselfde inligting sal neem (Johnson *et al.*, 1985:297). Dit is moeilik om inligting met betrekking tot boere se besluitnemingsproses te verkry. In 'n onlangse opname is gevind dat Deense boere die besluitnemingsproses as

'n tweeledige proses beskou met 'n primêre fase, waarin die belegging geëvalueer word,, gevolg deur 'n baie korter tweede fase waarin die sekondêre kriteria oorweeg word (Jacobson, 1999). Die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit kan dus aan die hand van 'n groot aantal primêre en sekondêre kriteria geëvalueer word. Enkele van hierdie kriteria word in die volgende paragraaf bespreek.

### **3.3.2 Vervangingskriteria**

Volgens Preinrich (1940), soos aangehaal deur Chisholm (1974:777), poog die ondernemer om die netto huidige waarde van die toekomstige netto-inkomste stroom te optimaliseer. Hoewel dit meer korrek is om vervangingsbesluite in terme van die verwagte inkomste van alternatiewe besluite te evalueer, veroorsaak probleme met berekeningsmetodes dat koste-kriteria meesal gebruik word (Perrin, 1972:60; Barry *et al.*, 1979:371).

Volgens Dean (1961:332) word operasionele navorsingsmetodiek algemeen by die ontleding van vervangingsprobleme gebruik. Daar word 'n maatstaf van stelselprestasie ontwikkel wat in terme van inkomste of koste uitgedruk word. Hierdie maatstaf word optimaliseer aan die hand van verskeie beperkings. In die algemeen word opbrengskoerse, terugbetaalperiodes, interne opbrengskoerse en netto huidige waarde gebruik om alternatiewe beleggings mee te evalueer (Barry *et al.*, 1979:256; Stapelberg, 1990:44).

In die algemeen sluit vervangingskriteria benewens 'n maatstaf van winsgewendheid, ook ander kriteria soos die evaluering van die riskantheid van die belegging en die effek daarvan op die ondernemer se solvabiliteit en likiditeit in. Hierdie vorm die groep primêre kriteria wat meetbaar, objektief en realisties is. In teëstelling hiermee is daar die sekondêre kriteria wat die uitdrukking van die ondernemer se voor- en afkeure insluit. Die aard van die model wat gebruik word om 'n vervangingsbesluit mee te evalueer, sal bepaal watter kriteria gebruik kan word. Daar moet egter in 'n vervangingsbesluitnemingsmodel vir beide primêre en sekondêre kriteria voorsiening gemaak word.

## **3.4 KOSTEBERAMING**

Die duursaamheid van vervangbare bates het tot gevolg dat die totale koste eers bepaal kan word wanneer finale vervanging aan die einde van die bate se leeftyd plaasvind. Gevolglik moet daar desnoods in vervangingsmodelle van kosteberamings gebruik gemaak word.

### **3.4.1 Kostebegrippe**

In ekonomiese sin vind winsgewende produksie plaas as goedere produseer word met 'n hoër waarde as die van die gebruikte produksie-insette. Die waarde-eenhede wat in die produksieproses gebruik is, verteenwoordig die koste van produksie. Die benodigde produksiemiddele moet teen 'n sekere prys, die sogenaamde kosprys, verkry word. Hierdie prys is bloot 'n weerspieëling van die waarde van die produksiemiddele op die

aankoopmoment. Koste word bepaal deur die waarde van die middele wanneer dit in die produksieproses aangewend word, of anders gestel, die waarde-eenhede wat nodig is om die produksiemiddele te vervang. Vervangingswaarde vorm dus die basis vir berekening van koste en hierdie beginsel word wyd deur ekonome aanvaar (Van der Schroeff, 1970:9; Joubert, 1971:396). Die beginsel word ook deur Boehlje en Eidman ondersteun (1984:143).

Dit is ook belangrik om te onderskei tussen rekeningkundige- en ekonomiese koste (Joubert, 1971:384; Salvatore, 2001:288). Ekonomiese koste neem die geleentheidskoste van insette in ag terwyl rekeningkundige koste bloot die uitgawes aanteken op die tydstip wanneer dit aangegaan word. In die ekonomiese evaluering van vervangingsbesluite word ekonomiese koste gebruik terwyl finansiële evaluering die effek van die besluit op die verwagte kontantinkomste en -uitgawe bereken deur werklike uitgawes in berekening te bring.

Masjineriekoste word gewoonlik in vaste- en veranderlike koste verdeel (Hunt, 1974:51). Eksteen (1987:56) onderskei tussen besit- en gebruikskoste en dui aan dat die presiese klassifikasie van koste minder belangrik is as die korrekte hantering daarvan in kosteberekening.

### **3.4.2 Vaste koste**

Vaste koste sluit die elemente van aanvanklike of primêre besitkoste soos depresiasie en rente in asook alle ander besitkoste soos lisensiering, versekering en behuising sowel as die vaste komponent van arbeidskoste (Hunt, 1974:51).

#### **3.4.2.1 Depresiasie**

Joubert onderskei tussen die afname in die waarde van 'n bate en die proses om hierdie afname aan te teken (1971:384). Onderskeid word dus tussen depresiasie in ekonomiese en in rekeningkundige sin getref (Salvatore, 2001: 288). Vir vervangingsdoeleindes word depresiasie gedefinieer as die huidige waarde van produksie-eenhede wat in die produksieproses gebruik is. Teen konstante pryse sal die som van jaarlikse depresiasie plus die oorblywende of skrootwaarde van die bate voldoende wees om die bate aan die einde van die produktiewe leeftyd daarvan te vervang.

Onder 'n toestand van stygende pryse sal die berekende totale depresiasie plus skrootwaarde nie genoeg wees om die bate te vervang nie en moet daar 'n addisionele bedrag voorsien word om hiervoor voorsiening te maak. Onder toestande van hoë inflasie vertoon die huidige waarde van bates soms 'n geringe depresiasie vergeleke met die oorspronklike aankoopprys van die bate. Die prys van die vervangende bate styg egter skerp sodat daar 'n groter addisionele bedrag benodig word.

Depresiasie van duursame bates kom voor as gevolg van veroudering en verminderde vermoë waar eersgenoemde as gevolg van eksterne faktore en laasgenoemde as gevolg

van die intensiteit van gebruik plaasvind (McNeil, 1979:35). Die faktore wat depresiase beïnvloed en metodes vir die beraming van depresiase sal in Hoofstuk 6 bespreek word.

### 3.4.2.2 Rentekoste

Van der Schroeff beskou rente nie as 'n onafhanklike koste nie maar as die gevolg van die gebruik van ander produksiemiddele in die produksieproses. In vervangingsanalise is dit ook net die rente op die huidige waarde van die bates wat relevant is (1970:131). Rentekoste oor die oorblywende leeftyd van 'n bate kan met die volgende formule bereken word:

$$R = H*w*(1 + i)^t \quad [1]$$

Waar: R = rentekoste  
H = hoeveelheid van die produksiemiddel  
w = huidige waarde per eenheid van die produksiemiddel  
i = rentekoers (desimaal)  
t = tydsverloop in jare

Indien investeringsbesluite op grond van die huidige waarde van toekomstige inkomste- en uitgawestrome beoordeel word, is die gebruik van die korrekte verdiskonteringskoers noodsaaklik. Daar word algemeen drie metodes gebruik om die waarde van die verdiskonteringskoers te bepaal. Die na-belaste koste van alle kapitaal, die na-belaste koste van eie kapitaal of die na-belaste koste van geleende kapitaal kan gebruik word. Indien die na-belaste koste van alle kapitaal gebruik word, word 'n geweegde koers saamgestel, gebaseer op die kapitaalstruktuur van die onderneming (Standard Bank, 1999:205). Laasgenoemde metodiek word wyd verkies (Van der Schroeff, 1970:134 – 136). Die rentekoers kan ook aangesuiwer word deur die rentekoers te beswaar met 'n risikopremie (Darling en Green, 1999:4; Standard Bank, 1999:202).

Waargenome nominale rentekoerse bestaan uit twee gedeeltes naamlik die effektiewe rentekoers en 'n inflasiepremie. Indien bates teen mark- of vervangingswaarde gewaardeer word, lei die gebruik van nominale rentekoerse tot 'n oorwaardering van koste (Boehlje en Eidman, 1984:137). Die effektiewe rentekoers word bereken deur die nominale rentekoers te verminder met die inflasiekoers. Verskeie maatstawwe vir inflasie kan gebruik word soos die verbruikersprysindeks, produksieprysindeks of implisiete bruto binnelandse produk defleerder. Boehlje en Eidman (1984: 137) beveel die gebruik van die produksie-prysindeks aan om die inflasiepremie te bereken.

'n Benaderde waarde vir die effektiewe rentekoers word verkry deur bloot die nominale rentekoers met die heersende inflasiekoers te verminder. 'n Meer korrekte waarde word verkry met die formule:

$$i = (1 + r)/(1 + f) \quad [2]$$

waar: i = reële rentekoers

r = nominale rentekoers  
 f = inflasiekoers (Boehlje en Eidman, 1984: 137n)

### 3.4.2.3 Voorsiening vir verhoogde vervangingswaardes

Nominale rentekoerse sluit 'n vergoeding vir verwagte prysstygings in. Wanneer daar egter van effektiewe of reële rentekoerse gebruik gemaak word, moet daar voorsiening vir prysstygings op die waarde van die vervangende bate gemaak word. Inflasie het 'n effek op die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit en moet dus in vervangingsmodelle ingesluit word (Bates *et al.*, 1979:332). Eksteen sluit 'n vervangingswaarde-faktor in 'n kosteberekeningsmodel in (1987:56-57).

### 3.4.2.4 Berekening van besitkoste

Eksteen sluit kapitaaldelging, rentekoste en 'n inflasiepremie in 'n model vir die berekening van besitkoste in (1987:75). 'n Soortgelyke model word sedert die einde van die vorige dekade in Alberta, Kanada gebruik om besitkoste te bereken (Darling en Green, 1999:3). In beide gevalle word alle besitkoste omskep tot 'n jaarlikse paaient wat dit oor die leeftyd van die bate sal delg. Die hantering van depresiasie, verwagte skrootwaarde en prysstygings word sistematies deur Eksteen (1987:75) hanteer. Die ontwikkeling van 'n vergelyking wat al hierdie elemente insluit, word hier, in navolging van Eksteen (1987: 75), weergegee.

Die jaarlikse paaient, bereken met die kapitaalherwinningsfaktor, sal die totale kapitaal en rente oor die verwagte leeftyd van 'n bate delg.

$$P = A [i (1 + i)^n] / [(1 + i)^n - 1] \quad [3]$$

waar: P = jaarlikse paaient  
 A = aanvanklike koste  
 i = rentekoers  
 n = leeftyd in jare.

Hierdie paaient delg die totale aanvanklike koste oor die periode. Om vir 'n reswaarde voorsiening te maak, moet die huidige waarde van die reswaarde in ag geneem word. Die aanvanklike koste (A) moet dus hiermee verminder word. Indien die reswaarde met behulp van 'n jaarlikse depresiasiekoers bereken word, verander die formule na:

$$P = [A - (A(1-d)^n / (1 + i)^n)] * [i (1 + i)^n] / [(1 + i)^n - 1] \quad [4]$$

Wat vereenvoudig na:

$$P = Ai[(1 + i)^n - (1-d)^n] / [(1 + i)^n - 1] \quad [5]$$

waar: d = depresiasie per jaar.

Vir prysstygings word met behulp van 'n fondsbedrag voorsiening gemaak. Hierdie fondsbedrag voorsien jaarliks in die verskil tussen die oorspronklike en huidige koopprys van die bate.

$$V = Ai[(1 + v)^n - 1]/[(1 + i)^n - 1] \quad [6]$$

waar:

V = fondsbedrag per jaar  
v = verwagte inflasie in pryse.

Na aanpassing word die volledige formule vir die berekening van 'n jaarlikse paalement gegee deur:

$$P = Ai[(1 + i)^n - (1-d)^n + (1 + v)^n - 1]/[(1 + i)^n - 1] \quad [7]$$

waar:

P = paalement per periode  
A = aanvanklike koste  
i = rentekoers  
d = depresiasiekoers  
v = inflasiekoers  
n = leeftyd in jaar.

Die berekening van die verskillende komponente van jaarlikse besitkoste word in Tabel 3.1 aangedui. 'n Jaarlikse paalement wat die kapitaalkoste van die bate, min die skrootwaarde, oor die verwagte leeftyd delg, word bereken. Die aanvanklike koste word jaarliks gedelg met die kapitaaldelging en rente soos aangedui. Benewens die kapitaalkoste moet daar jaarliks 'n gedeelte voorsien word om vir moontlike prysstygings voorsiening te maak. Die jaarlikse primêre besitkoste beloop dus R23,76 per R100,00 belegging. Na ses jaar is daar R80,00 van die oorspronklike waarde gedelg en is daar R30,00 voorsiening geskep om prysstygings te finansier.

**TABEL 3.1: VERLOOP VAN DIE VERSKILLENDE KOMPONENTE VAN JAARLIKSE PAALEMENT (R) ASOOK DIE EINDWAARDE VIR 'N BATE MET 'N OORSPRONKLIKE KOSPRYS VAN R 100, RENTEKOERS VAN 14,5% PER JAAR, 'N RESWAARDE VAN 20% EN 'N VERWAGTE VERVANGINGSWAARDE VAN R130 OOR 'N VERWAGTE LEEFTYD VAN 6 JAAR**

Jaar	Beginwaarde	Jaarlikse rente	Voorsiening vir inflasie	Kapitaal Delging	Paalement	Eindwaarde	Voor-sienings-fonds eindwaarde
1	100,00	14,50	3,47	9,26	23,76	90,74	6,83
2	90,74	13,16	3,47	10,60	23,76	80,15	12,79
3	80,15	11,62	3,47	12,13	23,76	68,01	18,01
4	68,01	9,86	3,47	13,89	23,76	54,12	22,55
5	54,12	7,85	3,47	15,91	23,76	38,21	26,53
6	38,21	5,54	3,47	18,21	23,76	20,00	30,00

Bron: Aangepas vanaf Eksteen, 1987:75



Die effek van veranderinge in rente- en inflasiekoerse op die jaarlikse besitkoste kan met behulp van formule [7] bereken word. Tabel 3.2 dui die jaarlikse paaieiment as persentasie van die paaieiment by 'n rentekoers van 14% en inflasiekoers van 7% aan.

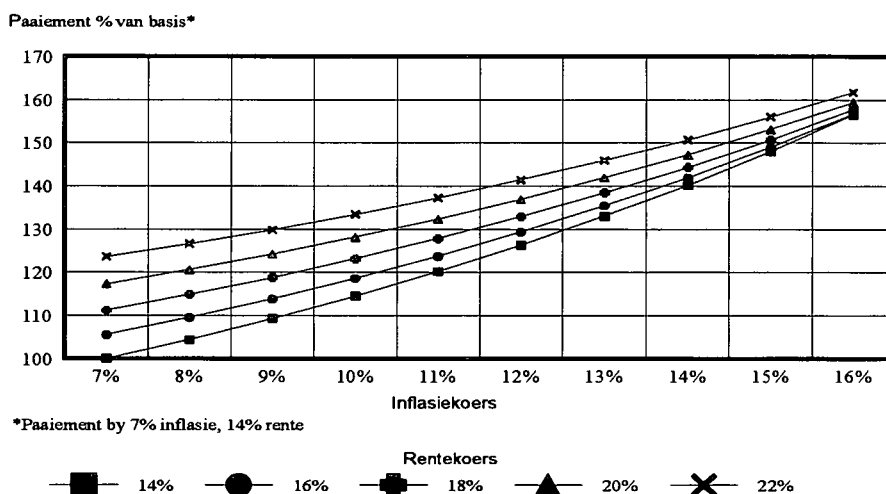
**TABEL 3.2: DIE EFFEK VAN VERSKILLENDE RENTE- EN INFLASIEKOERSE OP DIE JAARLIKSE PAAIEMENT OOR 10 JAAR AS PERSENTASIE VAN DIE JAARLIKSE PAAIEMENT BY 'N 14% RENTE- EN 7% INFLASIEKOERS**

Inflasië-koers	Rentekoers				
	14.0%	16.0%	18.0%	20.0%	22.0%
7.0%	100.0	105.5	111.2	117.3	123.6
8.0%	104.4	109.5	114.9	120.6	126.6
9.0%	109.3	113.8	118.8	124.2	129.8
10.0%	114.5	118.6	123.1	128.1	133.4
11.0%	120.2	123.7	127.8	132.3	137.2
12.0%	126.3	129.3	132.9	136.9	141.4
13.0%	133.0	135.4	138.4	141.9	145.9
14.0%	140.2	141.9	144.3	147.2	150.7
15.0%	148.0	149.0	150.7	153.1	156.0
16.0%	156.5	156.7	157.7	159.4	161.7

Bron: Bereken met behulp van formule [7]

Hierdie verwantskap word grafies in Figuur 3.1 aangedui.

**FIGUUR 3.1: DIE EFFEK VAN VERSKILLENDE RENTE- EN INFLASIEKOERSE OP DIE JAARLIKSE PAAIEMENT OOR 10 JAAR AS PERSENTASIE VAN DIE JAARLIKSE PAAIEMENT BY 'N 14% RENTE- EN 7% INFLASIEKOERS**



Bron: Tabel 3.2

Uit Tabel 3.2 en Figuur 3.1 is dit duidelik dat die jaarlikse besitkoste grootliks deur heersende rente- en inflasiekoerse beïnvloed word. Op die oog af skyn dit asof inflasie 'n groter effek op besitkoste uitoefen as rentekoerse. Dit moet egter in gedagte gehou word dat rente- en inflasiekoerse interverwant is en dat hoë inflasie tot hoër rentekoerse lei en omgekeerd. Die effek van hoë inflasie op die verwagte reswaarde van die bate is ook nie in ag geneem nie en soos later empiries aangetoon word, speel die prys van nuwe trekkers 'n belangrike rol in die bepaling van tweedehandse waardes. Die aangeduide resultate mag dus die effek van inflasie- en rentekoerse oorbeklemtoon. Die verhoging in besitkoste met toenemende inflasie- en rentekoerse, is egter steeds 'n aspek wat in die finansiële evaluering van moontlike investeringsbesluite aandag moet geniet.

### **3.4.3 Veranderlike koste**

Veranderlike koste vir voer- en werktuie bestaan uit brandstof-, smeermiddel- en herstel- en onderhoudskoste (Hunt, 1974:51). Eersgenoemde twee koste-elemente is normaalweg nie ouderdomsafhanklik nie en beïnvloed gevolglik nie die optimaliteit van vervangingsbesluite nie. Indien operasies nie tydig uitgevoer word nie, word tydigheidskoste verkry. Hierdie geleentheidskoste word in paragraaf 3.6.4 bespreek.

#### **3.4.3.1 Herstel- en onderhoudskoste**

Herstelkoste is die koste wat aangegaan moet word om 'n trekker of implement, nadat sekere onderdele onklaar geraak het, of beskadig is, weer tot die oorspronklike toestand te herstel. Onderhoudskoste is die koste aan die gereelde skoonmaak, smering en verstelling van 'n werktuig om optimale werkverrigting te verseker (A.S.A.E., 2000). Herstel- en onderhoudskoste kan op grond van die doel waarvoor die koste aangegaan word in vier hoofgroepe verdeel word, naamlik:

- Koste wat ten doel het om slytasie te verminder soos smering en reiniging,
- koste van onderdele wat ten doel het om die bate teen eksterne effekte te beskerm soos byvoorbeeld lug- en oliefilters,
- koste om vorm te herstel van onderdele wat vervorm raak of slyt as gevolg van gebruik en
- koste om dele wat beskadig raak te vervang (Van der Schroeff, 1970:211).

Sekere koste kom reëlmatig op sekere vasgestelde periodes voor, andere kom periodiek voor en nog andere kom ewekansig voor. Die verloop van 'n individuele trekker of implement se herstel- en onderhoudskoste sal dus 'n onegalige verloop oor tyd vertoon (Louw, 1978:14). Metodes vir die beraming van herstel- en onderhoudskoste word in Hoofstuk 6 bespreek.

### 3.5 VERWAGTE LEWENSDUUR VAN BATES

Die verwagte lewensduur van 'n bate bepaal oor welke periode die totale kapitaalbelegging gedelg moet word en het dus 'n groot invloed op die vervangingsbesluit. Dit is noodsaaklik dat die verwagte lewensduur van 'n bate so korrek as moontlik voorspel moet word. Verskeie faktore beïnvloed die verwagte lewensduur van 'n bate en bemoeilik die proses (Baquet, 1982:21-22). Indien 'n trekker 'n verwagte werkleeftyd van 12 000 uur het (Fuls, 1999:4), sal die volgydige kapasiteit na 12 000 uur uitgeput wees. Indien daar egter nadat die trekker slegs vir 6 000 uur gebruik is, 'n nuwe trekker beskikbaar raak wat dieselfde werk teen die helfte van die koste kan verrig, sal die trekker moontlik vervang word, hoewel slegs 50% van sy volgydige kapasiteit uitgeput is. Die verwagte ekonomiese lewensduur van 'n bate word dus deur die oorspronklike volgydige kapasiteit van die bate asook deur ekonomiese faktore bepaal (Van der Schroeff, 1976:162). Snelle tegnologiese ontwikkeling sal dus die nuttige gebruiksleeftyd van bates verkort.

Soos reeds aangedui, word bates wat vervang word dikwels verskuif na 'n ander taak. Met verwagte lewensduur word dus meer spesifiek die primêre of eerste lewe (Fuls, 1999:4) van die bate bedoel. Duursame bates vertoon variasie in die ouderdom waarop die bates vervang word (Grant *et al*, 1976:146) en daar kan vir die totale bevolking van 'n spesifieke bate 'n oorlewingskurwe ontwikkel word. So 'n statistiese opname sal egter ook bates insluit wat reeds twee of meer kere na minder intensiewe gebruike afgradeer is, en sal die nuttige lewensduur van bates oorskakel. Empiriese data vir die Suid Afrikaanse situasie word in Hoofstuk 5 en Hoofstuk 6 weergegee.

### 3.6 WERKSDOELTREFFENDHEID

#### 3.6.1 Inleiding

Die werksdoeltreffendheid van 'n trekker word in absolute terme deur interne faktore beïnvloed en relatief tot vervangende bates deur eksterne faktore. Verminderde werksdoeltreffendheid kan daartoe lei dat geleentheidskoste as gevolg van die nie-tydige uitvoer van operasies verhoog. Enkele faktore wat die werksdoeltreffendheid van 'n bate relatief tot nuwe bates beïnvloed, word in die paragraaf bespreek.

#### 3.6.2 Tegnologiese ontwikkeling

Tegnologiese ontwikkeling veroorsaak dat nuwere bates beskikbaar raak wat meer doeltreffend is en dat bestaande toerusting vervang moet word. Dit volg gewoonlik 'n S-kurwe waar ontwikkeling aanvanklik vinnig geskied en daarna afplat soos 'n tegnologie volwasse raak. Die gebruik van ontwikkelende tegnologie gaan gewoonlik met hoër risiko gepaard as die gebruik van meer volwasse tegnologie (Darling en Green, 1999:12). Die voorspelling van tegnologiese verandering is moeilik veral omdat die snelheid van tegnologiese ontwikkeling ook beïnvloed word deur die intensiteit van navorsing en ontwikkeling wat daaraan bestee is (Jones en Twiss, 1980:41 - 42). Verskeie pogings is

al aangewend om die verloop van tegnologiese ontwikkeling in trekkerontwerp te voorspel (Bell, 1980:60 – 62; Chowings, 1985:62 – 68; Whithers, 1983:77 – 78 en Menesatti, 2000:42 -45).

Omdat dit moeilik is om tegnologiese verandering te voorspel of te meet, is verskillende metodes aangewend om voorsiening vir die beter werksdoeltreffendheid van die vervangende bate te maak Terborgh gebruik die term operatiewe minderwaardigheid om die mate waarin die bate se werksdoeltreffendheid relatief tot die vervangende bate daal, aan te dui (1949:61). Omdat die verloop van operatiewe minderwaardigheid nie voorspel kan word nie, aanvaar Terborgh dat dit teen 'n konstante koers styg (1949:61) en gebruik hierdie gradiënt van verswakking om 'n geldwaarde aan die verbeterde tegnologie toe te ken (Grant *et al.*, 1976:401). Chisholm (1966:107) aanvaar konstante tegnologie oor die lewe van die bate. Unterschultz en Mumey (1996:302) vind betekenisvolle verskille in opeenvolgende modelle van dieselfde trekker of stroper. Daar is ook betekenisvolle verskille tussen vervaardigers en tussen verskillende tipes tegnologie soos by aksiale vloei en konvensionele stropers.

In die algemeen, met uitsondering moontlik van presisieboerdery en optiese tegnologie, word daar nie oor die volgende jare revolusionêre tegnologiese veranderinge verwag nie. Dit kan dus aanvaar word dat trekkertegnologie volwasse is en daar nie gou groot spronge in tegnologie gaan voorkom nie (Unterschultz en Mumey, 1996: 302). Die aspek word egter in Hoofstuk 6 in meer detail bespreek.

### **3.6.3 Betroubaarheid**

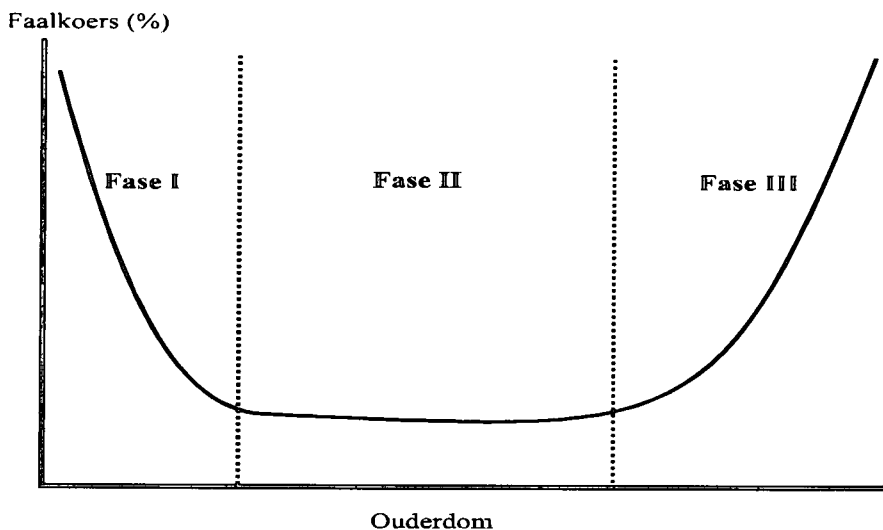
#### **3.6.3.1 Definisie**

Met betroubaarheid word algemeen verstaan die waarskynlikheid dat die bate meesal in staat is om die funksies waarvoor dit aangeskaf is, suksesvol uit te voer. Dit word meer presies gedefinieer as die waarskynlikheid dat 'n bepaalde funksie vir 'n bepaalde tyd korrek uitgevoer sal word (Shoup, 1982:1;ASAE, 2000). In produksiebestuur word dit gedefinieer as die waarskynlikheid dat 'n stelsel doeltreffend sal funksioneer soos benodig (Shoup, 1982:1). Hierdie waarskynlikheid is van min praktiese nut in 'n operasionele omgewing en gevolglik word daar van verskillende ander maatstawwe van betroubaarheid gebruik gemaak. Veral nuttig is 'n maatstaf wat aandui watter persentasie van beskikbare tyd 'n trekker of meganisiesestelsel wel in staat is om doeltreffend te funksioneer (Kolarik *et al.*, 1979:1270 – 1278). Groenewald (1967:35) definieer betroubaarheid in terme van die faalkoers, wat die frekwensie van onderbrekings oor 'n bepaalde periode is.

Die verloop van die faalkoers oor tyd vertoon die tipiese “bathtub” vorm (Groenewald, 1967:35). Die tipiese vorm van die faalkoersfunksie word in Figuur 3.2 aangedui. Daar kan drie fases in die verloop van 'n faalkoers-funksie identifiseer word. In die eerste fase kom onderbrekings algemeen voor en verbeter betroubaarheid geleidelik soos aanvanklike foute uitgeskakel word. Hierna volg 'n relatief lang periode waar onderbrekings teen 'n laer frekwensie voorkom. Aan die einde van 'n trekker se

ekonomiese lewe is daar 'n periode waar onderbrekings teen 'n stygende koers plaasvind namate alle subsysteme uitgewerk raak.

**FIGUUR 3.2: TIPIESE VERLOOP VAN DIE FAALKOERS VIR 'N TREKKER BY TOENEMENDE OUDERDOM**



Bron: Groenewald, 1967:37

### 3.6.3.2 Berekening van betroubaarheid

Trekkers en implemente word in kombinasies gebruik om 'n verskeidenheid van operasies opeenvolgend uit te voer. Indien een trekker faal, vertraag dit die totale stelsel. Gevolglik is die betroubaarheid van die totale stelsel van meer belang as die betroubaarheid van individuele eenhede.

Stelselbetroubaarheid word verskaf deur:

$$R_{(\text{stelsel})} = R_{(1)} * R_{(2)} * R_{(3)} \dots \dots \dots R_{(n)} \quad [8]$$

waar:

$$R_{(\text{stelsel})} = \text{stelselbetroubaarheid}$$

$$R_{(1)}, R_{(2)}, R_{(3)} \dots \dots \dots R_{(n)} = \text{betroubaarheid van die individuele komponente. (Shoup, 1982:6)}$$

Uit vergelyking [8] is dit duidelik dat die betroubaarheid van 'n totale stelsel laer sal wees indien meer eenhede opeenvolgend gebruik word. So byvoorbeeld, is die betroubaarheid van 'n stelsel bestaande uit vyf eenhede wat opeenvolgend werk slegs 59% indien die individuele eenhede elk 'n betroubaarheid van 90% handhaaf. Een onbetroubare eenheid sal ook die stelselbetroubaarheid aanmerklik verlaag. Indien een van die vyf eenhede in bogenoemde voorbeeld 'n betroubaarheid van 80% handhaaf, daal

stelselbetroubaarheid tot 52%. Indien sekere eenhede in parallel gebruik word om dieselfde funksie te vervul, word stelselbetroubaarheid verskaf deur:

$$R_{(\text{stelsel})} = [1 - (1-r)^m]^n \quad [9]$$

waar:

- $R_{(\text{stelsel})}$  = stelselbetroubaarheid
- $m$  = aantal komponente in parallel vir elke funksie
- $n$  = aantal funksies wat die eenheid uitvoer
- $r$  = betroubaarheid van individuele eenhede.

Deur eenhede in parallel te gebruik, word 'n verhoogde stelselbetroubaarheid verkry. Indien vier komponente in parallel gebruik word om twee funksies uit te voer en die eenhede het elk 'n betroubaarheid van 90% dan is die stelselbetroubaarheid gelyk aan 99%. Selfs met nie-identiese rugsteuneenhede kan stelselbetroubaarheid betekenisvol verhoog word. Stelselbetroubaarheid vir twee eenhede waar die een rugsteun vir die ander verleen, word bereken as:

$$R_{(\text{stelsel})} = R_{(1)} + [R_{(2)} * (1 - R_{(1)})] \quad [10]$$

waar:

- $R_{(\text{stelsel})}$  = stelselbetroubaarheid
- $R_{(1)}$  = betroubaarheid van die hoofeenheid
- $R_{(2)}$  = betroubaarheid van die rugsteun-eenheid.

Indien 'n trekker met 'n betroubaarheid van 75% as rugsteun vir 'n trekker met 'n betroubaarheid van 90% aangewend word, dan word die betroubaarheid van die stelsel verskaf deur:

$$\begin{aligned} R_{(\text{stelsel})} &= R_{(1)} + [R_{(2)} * (1 - R_{(1)})] \\ &= 0,9 + [(0,75) * (1 - 0,9)] \\ &= 0,975 \end{aligned}$$

In die geval het rugsteun die stelselbetroubaarheid dus met 7,5% verhoog. Die belangrikheid van rugsteun om stelselbetroubaarheid te verhoog, blyk duidelik hieruit. Die gebruik van produsente om vervangde trekkers nie te verkoop nie, maar as rugsteun eenhede te gebruik, blyk dus rationeel te wees.

### 3.6.3.3 Operasionele beskikbaarheid

Hoewel die formules vir die berekening van stelselbetroubaarheid nuttige inligting verskaf, is dit nie sonder meer kombineerbaar met faalkoerse en staantye om 'n maatstaf van stelselprestasie te verskaf nie (Kolarik *et al.*, 1979:1270). Die gemiddelde tyd tussen onderbrekings kan vanaf die faalkoersfunksie afgelei word (Dean, 1961:353). Kolarik *et al.* (1979:1270) definieer operasionele beskikbaarheid in terme van operatiewe tyd en staantyd deur operatiewe tyd as 'n persentasie van totale tyd uit te druk. Tufts (1985:999) ontwikkel die volgende vergelyking vir die bepaling van operasionele beskikbaarheid:

$$OA = [(GTTO) * 100] / (GTTO + GST) \quad [11]$$

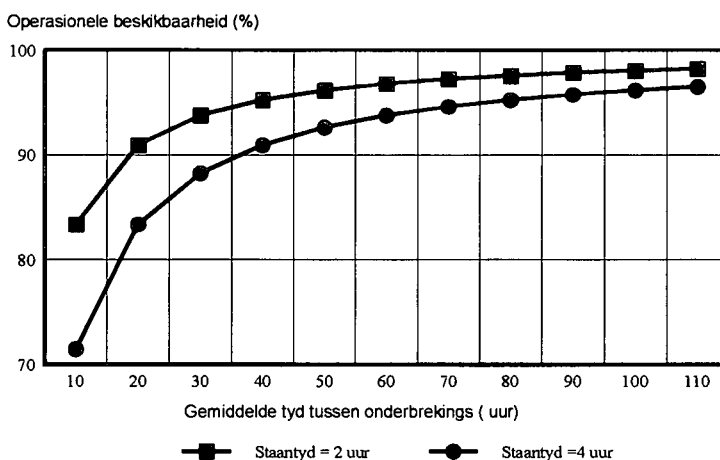
waar:

OA = operasionele beskikbaarheid (%)  
 GTTO = gemiddelde tyd tussen onderbrekings  
 GST = gemiddelde staantyd.

Operasionele beskikbaarheid word dus deur die betroubaarheid van die bate asook die gemiddelde staantyd wanneer daar 'n onderbreking plaasvind, beïnvloed. Hoe langer die tydsverloop tussen onderbrekings en hoe korter die staantyd per onderbreking is, hoe hoër is die stelselbeskikbaarheid. Die invloed van verskillende gemiddelde tye tussen onderbrekings en staantye op die operasionele beskikbaarheid van 'n werktuig word in Figuur 3.3 aangedui.

Uit Figuur 3.3 is dit duidelik dat indien die periode tussen onderbrekings langer word, die operasionele beskikbaarheid van werktuie algaande toeneem. Dit is ook duidelik dat 'n klein verbetering in betroubaarheid tot 'n relatief groot toename in beskikbaarheid lei vir relatief onbetroubare werktuie en dat die teenoorgestelde geld vir werktuie met 'n hoë vlak van betroubaarheid. Die gemiddelde tyd wat dit neem om 'n werktuig weer operatief te kry, beïnvloed ook die operasionele beskikbaarheid. Dit kan dus verwag word dat aspekte soos onderdelebeskikbaarheid en gehalte van diens, deur boere oorweeg sal word.

**FIGUUR 3.3: EFFEK VAN STAANTYD EN GEMIDDELDE TYD TUSSEN ONDERBREKINGS OP DIE OPERASIONELE BESKIKBAARHEID VAN 'N WERKTUIG**



Bron: Verwerk met behulp van formule [11]

Figuur 3.3 is gebaseer op 'n deterministiese verloop van die faalkoers. In fase 2 (Figuur 3.2) vind onderbrekings egter ewekansig met 'n gemiddelde frekwensie gelyk aan die

faalkoers plaas. Dit is moontlik om beskikbaarheid stochasties te bereken deur Monte Carlo simulatie, gebaseer op die verwagte verspreiding van die faalkoers, toe te pas (Groenewald, 1967: 171 – 176).

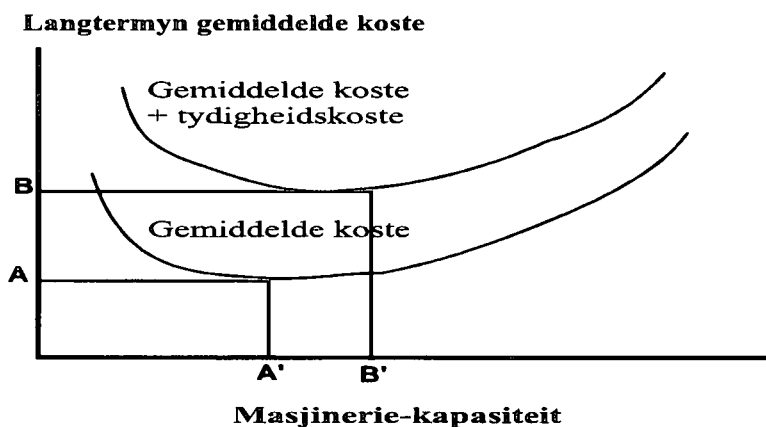
### 3.6.3.4 Samevatting

Die betroubaarheid van masjinerie skyn binne sekere breë grense ouderdomsonafhanklik te wees. Masjinerie wat deeglik onderhou en gediens word, sal ook langer in fase 2 verkeer. Operasionele beskikbaarheid word deur die betroubaarheid van die stelsel asook die tyd wat dit neem om bates na brekasies in diens te stel, bepaal. Die gebruik van rugsteuntoerusting of die gebruik van meer as een eenheid vir die uitvoer van spesifieke take, lei ook tot verbeterde beskikbaarheid. Op grond van hierdie teoretiese beredenering wil dit voorkom asof betroubaarheid grootliks deur ander faktore beïnvloed word en binne sekere grense, nie ouderdomsafhanklik is nie.

### 3.6.4 Tydigheidskoste

Vir enige bewerking in 'n gewasproduksieprogram is daar 'n optimale tyd wat die hoogste opbrengs of gehalte produk verseker. Indien operasies nie op hierdie optimum tydstip uitgevoer word nie, lei dit tot laer opbrengste en/of 'n swakker gehalte produk wat in beide gevalle lei tot 'n laer bruto inkomste. Indien tydigheidskoste in ag geneem word, word 'n groter masjineriekapasiteit benodig as daarsonder. Die effek van tydigheidskoste op die optimale masjineriegrootte en kostestruktuur word in Figuur 3.4 aangedui. In die beplanning van 'n meganisasiestelsel sal daar dus altyd 'n kompromie tussen masjineriekoste en tydigheidskoste getref moet word. Indien die vervanging van 'n trekker oorweeg word, mag dit die ideale geleentheid wees om na hoër kapasiteit masjinerie oor te skakel.

**FIGUUR 3.4: DIE EFFEK VAN TYDIGHEIDSKOSTE OP OPTIMALE MASJINERIEKAPASITEIT EN -KOSTE**



Bron: Coetzee, 2000: 25



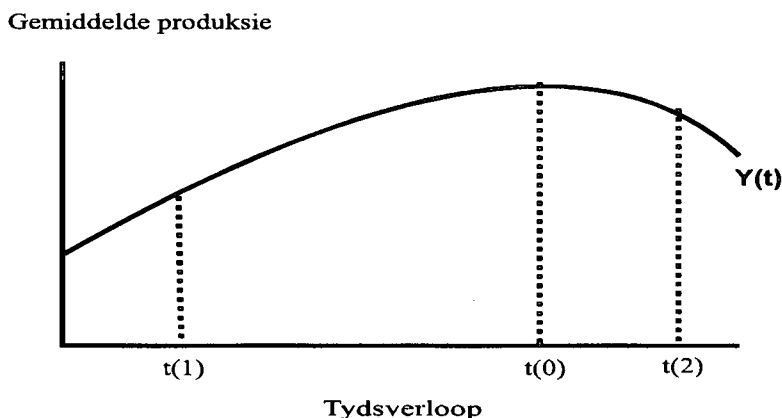
Hunt (1974:240 – 246) sluit die volgende elemente in 'n vergelyking vir die beraming van tydigheidskoste in:

- 'n Tydigheidskoeffisiënt gedefinieer in terme van opbrengsverlies per oppervlakte eenheid per dag,
- die oppervlakte waarop die spesifieke bewerking uitgevoer word,
- die verwagte ideaalopbrengs,
- 'n waarde per eenheid vir die spesifieke gewas,
- 'n faktor om te onderskei tussen tydigheidsverliese waar operasies 'n vroegste begin of laaste eindatum het soos by 'n stroopaksie en operasies waar verliese beide vroeër en later as 'n sekere spesifieke datum voorkom soos by 'n plantaksie,
- werksdag-waarskynlikhede wat aandui wat die verwagte aantal werksdae per periode is,
- werksure per dag en
- die effektiewe werksvermoë van die spesifieke trekker-impliment kombinasie.

Deur 'n vergelyking vir effektiewe werksvermoë in terme van bogenoemde faktore te stel, is dit moontlik om die optimale werksvermoë vir bepaalde omstandighede wiskundig te bepaal (Hunt, 1974: 240 – 246).

Link (1967:310) beveel die gebruik van 'n produksiefunksie vir die bepaling van tydigheidskoste aan. Die effek van tydigheid op produksie word in Figuur 3.5 aangedui.

**FIGUUR 3.5: TIPIESE TYDIGHEIDSFUNKSIE OM DIE VERWANTSAP TUSSEN TYD VAN BEWERKING EN OPBRENGS AAN TE TOON**



Bron: Link, 1967:310

Indien die totale bewerking by  $t(0)$  uitgevoer word, sal die maksimum opbrengs verkry word. Hoe langer die bewerkings tyd van  $t(1)$  tot  $t(2)$ , waarbinne die bewerking uitgevoer word, duur, hoe laer gaan die gemiddelde opbrengs wees. Dit is dus moontlik om die funksionele verwantskap tussen die periode waarbinne die operasie uitgevoer word en die monetêre waarde van die verwagte opbrengs te bepaal. Die verskil tussen die waarde en die potensiële waarde by  $t(0)$  verskaf die per eenheid tydigheidskoste vir die bepaalde bewerkingspraktyk.

Ongelukkig is daar min empiriese inligting met betrekking tot tydigheidseffekte en die ander aspekte bekend. Die effek van tydigheid op vervangingsbesluite kan egter nie ignoreer word nie.

### **3.7 OMGEWINGSFAKTORE**

Soos Figuur 2.2 aandui, word die vervangingsbesluit binne 'n bepaalde omgewing geneem. Die omgewing impakteer op verskillende wyses op die besluit en omgewingsveranderlikes veroorsaak dikwels dat die resultaat van 'n besluit grootliks verskil van die verwagte besluit. Daar is dus risiko en onsekerheid betrokke by die neem van besluite. Dit is noodsaaklik dat die effek van soveel omgewingsveranderlikes as moontlik in 'n vervangingsmodel verreken moet word.

#### **3.7.1 *Inkomstebelasting***

Belastingmaatreëls beïnvloed die vervangingsbesluitnemingsproses op verskeie wyses. Dit bepaal die wyse waarop die kapitaalkoste van die bate vir belastingdoeleindes gedeprimeer word en welke waarde by verkoop as boekwaarde geneem sal word. Verder bepaal die belastingskaal en-kortings wat die belastingbesparing in elke jaar as gevolg van die aangaan van kapitaaluitgawes sal wees.

Die invloed van belastingmaatreëls op vervanging is in verskeie studies aangespreek (Chisholm, 1974:776-784; Reid en Bradford, 1983:326 – 331; Short en McNeill, 1985:343 – 385; Lynne, 1986:179 – 187, Smith, 1990:113 – 121). In al die studies is gevind dat belastingkonsessies aanleiding gee tot vroeë vervanging. In 'n enkele geval is gevind dat die kombinasie van lae belasting- en rentekoerse lei tot meervoudige optima in vervangingsouderdomme (Lynne, 1986:179 – 187). Belastingbeleid en die effek daarvan op vervanging sal dus in vervangingsbesluitnemingsondersteuningsmodelle verreken moet word. Die Suid Afrikaanse belastingstelsel en moontlike effek daarvan op vervangingsbesluite word in Hoofstuk 5 bespreek.

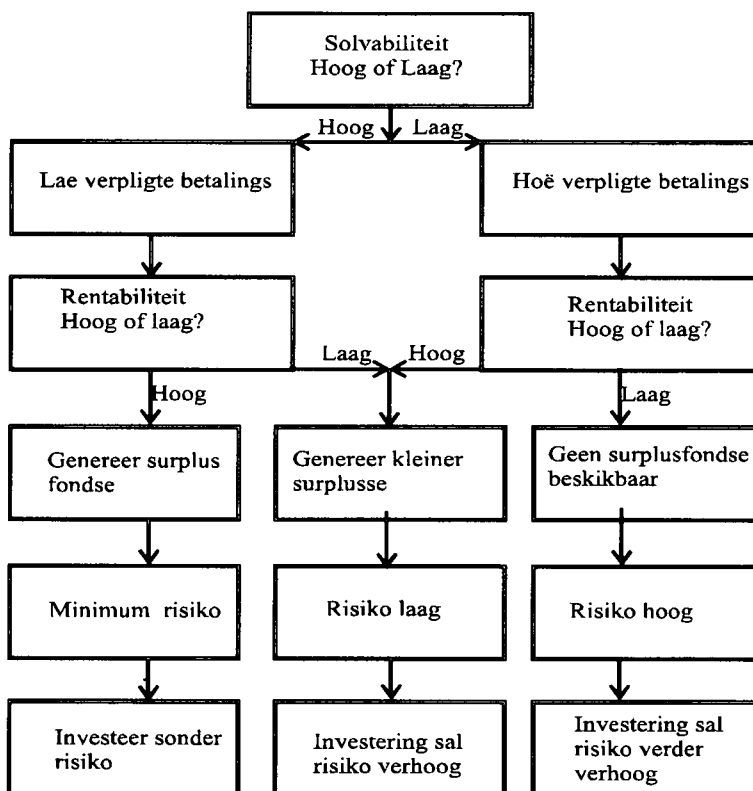
#### **3.7.2 *Finansiële posisie van die boer***

'n Ondernemer se finansiële posisie word gemeet aan die verhouding van eie fondse tot geleende kapitaal (solvabiliteit) asook die vermoë om kontant vir normale en onverwagse uitgawes te genereer (likiditeit). Die winsgewendheid (rentabiliteit) en doeltreffendheid van die onderneming asook die onderneming se vermoë om verpligtinge te diens, word ook in ag geneem (Standard Bank, 1999 :78).

Die interaksie tussen solvabiliteit en rentabiliteit word skematies in Figuur 3.6 aangedui. 'n Ondernemer wat oor 'n gunstige bate/laste verhouding beskik en 'n hoë vlak van winsgewendheid handhaaf, genereer surplusfondse en staan slegs 'n klein gedeelte hiervan aan finansieringskoste af. In die geval is die ondernemer dus in staat om in addisionele kapitaalbesonderhede te investeer, sonder dat die riskantheid van sy onderneming verhoog. Selfs met 'n laer rentabiliteit kan dit nog moontlik wees om te investeer sonder dat die riskantheid van die onderneming aanmerklik verhoog word.

Ondernemers wat tot 'n groter mate van buite-finansiering gebruik maak, benodig 'n hoë vlak van rentabiliteit om investering enigszins moontlik te maak. Die finansiële posisie van 'n ondernemer impakteer dus duidelik op investeringsbesluite binne die onderneming.

**FIGUUR 3.6: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE INVLOED VAN SOLVABILITEIT EN RENTABILITEIT OP INVESTERINGSBESLUTE**



### 3.7.3 Risiko en onsekerheid

Tradisioneel is daar op grond van die bepaalbaarheid al dan nie van die waarskynlikheid dat sekere gebeure sal plaasvind, onderskei tussen risiko en onsekerheid (Boehlje en Eidman, 1984:439). Moderne besluitnemingsteorie is egter gebaseer op die veronder-

stelling dat waarskynlikhede nie objektief bepaalbaar is nie en dat daar van subjektiewe waarskynlikhede gebruik gemaak moet word (Anderson *et al.*, 1977:250). Hardaker *et al.* (1997:5) definieer risiko as onsekere gevolge en onsekerheid in terme van onvolledige kennis. 'n Risiko word dus geloop indien die onderneming aan die gevolge van onsekere gebeurtenis blootgestel word. Benewens die verskil in individuele subjektiewe waarskynlikhede, verskil ondernemers ook in die mate van risiko wat aanvaarbaar is. Ondernemers kan op grond van risikogeneidheid in drie breë groepe verdeel word, naamlik risikosoekende, risikoneutrale en risiko-averse ondernemers.

Risiko kan in besigheids- en finansiële risiko verdeel word. Besigheidsrisiko in die landbou bestaan uit produksie-, prys-, institusionele en persoonlike risiko (Hardaker *et al.*, 1997:6). Finansiële risiko ontstaan uit die mate waartoe en wyse waarop die ondernemer van vreemde fondse gebruik maak (Hardaker *et al.*, 1997:6). Besighedsrisiko ontstaan uit die waarskynlikheid dat 'n projek nie die geprojekteerde inkomste vloei sal verskaf nie. Besigheidsrisiko word verdeel in tegniese en markrisiko (Standard Bank, 1999 : 150). Finansiële risiko kan basies in drie komponente verdeel word naamlik die koste en beskikbaarheid van leningskapitaal, die vermoë om kontantvloei-behoeftes tydig te ontmoet en die vermoë om likiditeit te verhoog (Geysler, 2000:39).

Die vervangingsbesluit word geneem op grond van die evaluering van toekomstige inkomste- en kostestrome oor die verwagte leeftyd van 'n bate. Al die faktore wat reeds in hierdie hoofstuk bespreek is, beskik oor 'n element van risiko en onsekerheid. Koste word beraam, rente-en inflasiekoerse word deur makrofaktore beïnvloed, die verwagte lewensduur van 'n bate is onseker, tegnologiese ontwikkeling is moeilik voorspelbaar, betroubaarheid is stochasties en beide die beskikbare werkstyd en effek van werkstyd op opbrengste word beraam. Die impak van veranderinge in al hierdie faktore op die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit en die vermoë van die produsent om risikos te dra behoort dus in ag geneem te word.

Finansiële risiko word evalueer deur die ondernemer se vermoë om die effek van negatiewe faktore op die verwagte kontantvloei en vermoë om verpligtinge na te kom te evalueer. Deur die huidige waarde van toekomstige kontantvloei strome oor die langtermyn te projekteer teen verskillende rentekoerse, word 'n uitdrukking van die skuldbetalingsvermoë van ondernemers verkry (Standard Bank, 1999 :236). Hierdie berekening kan uitgebrei word om ook ander onsekere elemente in te sluit.

### **3.8 SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING**

Ondernemers neem vervangingsbesluite deur die verwagte uitkoms van verskillende besluite met behulp van modelle te vergelyk. Die vergelyking geskied aan die hand van primêre en sekondêre kriteria wat persoonlik en uniek vir elke ondernemer is. Primêre kriteria het betrekking op verwagte inkomste- en kostestrome en sekondêre kriteria konsentreer op die ondernemer se persoonlike voor- en afkeure.

Verskeie faktore beïnvloed die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit. Beide besit- en gebruikskoste verander oor die leeftyd van 'n bate en moet in ag geneem word. Die

verwagte lewensduur van bates, tegnologiese ontwikkeling, betroubaarheid en tydigheid speel ook 'n rol in vervangingsbesluitneming. Die finansiële posissie van die besluitnemer beïnvloed die mate waarin die besluitnemer risiko kan hanteer. Eksterne faktore soos inkomstebelasting- en rentekoersbeleid impakteer ook op die besluitnemer en moet verreken word.

Die meerderheid van hierdie faktore is stochasties van aard of het stochastiese elemente en gevolglik moet die riskantheid van vervangingsbesluite ook evalueer word.

## HOOFSTUK 4

### BESKIKBARE VERVANGINGSMODELLE

#### 4.1 INLEIDING

Modelle word aangewend om veranderlike faktore, wat op die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit impakteer, te verreken en uitsette te verskaf wat die ondernemer kan gebruik vir ondersteuning by die neem van vervangingsbesluite. Verskillende vervangingsmodelle kan gebruik word en in hierdie hoofstuk word enkele van hierdie modelle bespreek en evalueer. Die begrip vervangingsmodel word hier in die wydste sin gebruik om alle metodes waarmee vervangingsbesluite evalueer kan word, in te sluit. 'n Konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses is reeds in Hoofstuk 2 ontwikkel en word as basis vir die evaluering van verskillende besluitnemingsondersteuningsmodelle gebruik.

#### 4.2 KLASSIFIKASIE VAN MODELLE

Dean (1961:332) beskou die vervangingsprobleem uit 'n operasionele navorsingsoogpunt, waar 'n bepaalde doelfunksie aan die hand van sekere beheerveranderlikes optimiseer word. Die doelfunksie is een of ander maatstaf van stelselprestasie in koste- of inkomsteterme. Vervangingsmodelle kan dus aan die hand van die aard van die doelfunksie geklassifiseer word. Modelle kan ook in terme van twee eienskappe naamlik of dit tydsafhanklike en stochastiese elemente insluit, in vier groepe verdeel word, te wete staties-deterministiese, staties-stochastiese, dinamies-deterministiese en dinamies-stochastiese modelle (Viljoen, 1982:1).

Daar kan onderskei word tussen verskillende tipes vervanging (Hoofstuk 1). In sekere gevalle word slegs die huidige bate in ag geneem en is daar eerder uitdienstreding as vervanging ter sprake en dus kan daar onderskei word tussen modelle wat die vervangende bate insluit (vervangingsmodelle) en die wat nie die vervangende bate in ag neem nie (uitdienstredingsmodelle). Van Zyl en Stapelberg (1989:4) onderskei tussen vervangingsmodelle en vervangingsinvesteringsmodelle waar eersgenoemde ooreenkoms toon met genoemde uitdienstredingsmodelle.

Modelle kan normatief of positief wees (Petit, 1976:69). Die modelle kan dus aangewend word om norme te bepaal of dit kan besluitnemingsondersteunend in sekere situasies aangewend word. Modelle kan op grond van die wiskundige struktuur daarvan in ekonometriese, programmerings- en simulasiemodelle verdeel word (Petit, 1976:69).

Uit hierdie beredenering blyk dat daar 'n verskeidenheid van metodes vir die klassifikasie van modelle is. In hierdie hoofstuk word daar nie gepoog om modelle in rigiede groepe te klassifiseer nie, onder andere omdat vervangingsmodelle, in sekere gevalle, eienskappe van meer as een van die groepe insluit.

word gepoog om in die bespreking vanaf die eenvoudiger na die meer komplekse modelle te beweeg.

### 4.3 MINIMUM KOSTE-MODELLE

In hierdie tipe modelle word die optimale leeftyd bepaal as daardie leeftyd wat die laagste koste tot gevolg het. Die kriterium kan of minimum gemiddelde koste of minimum verdiskonteerde gemiddelde koste wees. Verskeie weergawes hiervan word teëgekomp.

#### 4.3.1 *Minimum gemiddelde koste-model*

Die vervangingskriterium in die geval is die gemiddelde koste oor die verwagte leeftyd van die bate en die vervangingsfrekwensie word so gekies dat gemiddelde koste 'n minimum is (Brooke, 1980:128). Die volgende elemente van jaarlikse koste word oorweeg:

- Jaarlikse depresiasie,
- jaarlikse herstel- en onderhoudskoste en
- belastingvoordele (Barnard en Nix, 1973:39-40).

Totale koste kan in twee groepe verdeel word naamlik die besitkoste (depresiasië en belasting) en loopkoste (herstel- en onderhoudskoste). Soos die gebruiksleef tyd van 'n bate verleng word, daal die jaarlikse besitkoste. Terselfdertyd dui verskeie studies aan dat die jaarlikse herstel- en onderhoudskoste styg (Fuls, 1999:2). Dit kan dus verwag word dat daar 'n stadium bereik gaan word waar die daling in kapitaalkoste deur die styging in herstelkoste oorskry gaan word. Hierdie stadium word dan as die optimale vervangingsouderdom aangedui.

Die toepassing word aan die hand van die volgende aannames geïllustreer in Tabel 4.1.

- Koopprijs (1988) = R 56 900 (Rankin, 2000:TUS47),
- depresiasie teen 12% per jaar en
- nuwe prijs styg met 3,6% per jaar (Tabel 1.1),

**TABEL 4.1: BEREKENING VAN MINIMUM GEMIDDELDE KOSTE (R) VIR 'N TREKKER MET 'N OORSPRONLIKE KOSPRYS VAN R 56 900**

Kolom					
1	2	3	4	5	6
Ouderdom (Jaar)	Kum. Loopkoste <sup>1</sup>	Herverkoop Waarde <sup>2</sup>	Kapitaalkoste <sup>3</sup>	Kum. Totale koste <sup>4</sup>	Gemiddelde koste <sup>5</sup>
1	854	50 072	6 828	7 682	7 682
2	2 680	44 063	12 837	15 517	7 759
3	5 313	38 776	18 124	23 437	7 812
4	8 721	34 123	22 777	31 499	7 875
5	12 912	30 028	26 872	39 784	7 957
6	17 908	26 425	30 457	48 383	8 064
7	23 742	23 254	33 646	57 388	8 198
8	30 456	20 463	36 437	66 892	8 362
9	38 095	18 008	38 892	76 988	8 554
10	46 713	15 847	41 053	87 767	8 777

<sup>1</sup> Bereken met behulp van formule:

$$\text{Kumulatiewe herstelkoste} = (\text{nuwe kosprys}) * 0,015 * (\text{ouderdom})^{1,600} \quad (\text{Fuls, 1999:8}).$$

$$\text{Nuwe kosprys} = \text{Kosprys (jaar1)} * (1,036)^{\text{ouderdom}}$$

<sup>2</sup> Bereken met behulp van formule:

$$\text{Waarde} = \text{Kosprys} * (0,88)^{\text{ouderdom}}$$

<sup>3</sup> Kapitaalkoste = Kosprys – Waarde

<sup>4</sup> Kolom 2 + kolom 4

<sup>5</sup> Kolom 5/Kolom 1.

Uit Tabel 4.1 is dit duidelik dat die laagste gemiddelde koste met 'n leeftyd van een jaar verkry word. Daar is egter slegs 'n geringe styging in gemiddelde koste indien die trekker vir langer periodes in besit gehou word.

Die sensitiwiteit van die model vir veranderinge in herstelkoste en depresiasie word in Tabel 4.2 aangedui. Uit Tabel 4.2 blyk dat hoër herstelkoste aanleiding gee tot vroeëre vervanging terwyl hoër depresiasie veroorsaak dat kapitaalkoste hoër in die beginjare is wat daartoe lei dat vervanging eers later moet plaasvind. Die verwagte toename in trekkerpryse oor die leeftyd van die trekker, beïnvloed nie die kapitaalkoste nie. Omdat die meeste herstelkostefunksies op nuwe kosprys gebaseer is, beïnvloed inflasie in trekkerpryse herstelkoste tot 'n geringe mate.



Hierdie is 'n staties-deterministiese model. Daar word op 'n eenvoudige manier 'n optimale uitdienstredingsouderdom vir 'n trekker verskaf. Sekere belangrike faktore word egter nie in die model verreken nie. Omdat die tydwaarde van geld nie in ag geneem word nie, word toekomstige uitgawes oorwaardeer en word daar dus 'n korter leeftyd aangedui as wat die geval sal wees indien die tydwaarde van geld wel oorweeg word. Die gemiddelde koste oor verskillende termyne kan ook nie sonder meer vergelyk word nie. Hoewel hierdie tegniek eenvoudig is, en wyd toegepas word (Louw, 1978:13; Brooke, 1980:128; Rae, 1977:317), veroorsaak die nie-insluiting van sekere faktore dat dit nie geskik is vir gebruik as 'n vervangingsbesluitnemingsondersteuningsmodel nie.

**TABEL 4.2: MINIMUM-KOSTE OUDERDOM VIR 'N TREKKER MET 'N OORSPRONLIKE KOSPRYS VAN R 56 900, BY VERSKILLENDE HERSTELKOSTE EN DEPRESIASIE PERSENTASIES**

Herstelkoste (% van standaard)	Minimum koste vervangingsouderdom			
	% Depresiasie per jaar ( Dalende saldo basis)			
	10%	15%	20%	25%
100	1	1	4	4
115	1	1	3	3
130	1	1	2	2
150	1	1	1	1
175	1	1	1	1
200	1	1	1	1

Bron: Berekeningsmetode volgens Tabel 4.1

#### 4.3.2 *Minimum verdiskonteerde koste-model*

Een van die besware teen die minimum koste-model is dat dit nie die tydswaarde van geld in ag neem nie. In die minimum verdiskonteerde koste-model word die tydwaarde van geld wel in ag geneem deur die koste uit te druk as 'n annuïteit oor elke spesifieke leeftyd van die bate (Louw, 1978). Hierdie model is deur Stapelberg (1990) gebruik om optimale vervangingsouderdomme vir trekkers onder verskillende omstandighede te bepaal. Dié model kan wiskundig as volg aangedui word:

Die huidige koste van 'n bate vir 'n bepaalde vervangings-ouderdom word verskaf deur:

$$PC_{(s)} = C_{(0)} - \frac{C_{(s)}}{(1+r)^s} + \sum \frac{R_{(s)}}{(1+r)^s} \quad [12]$$

waar:

$PC_{(s)}$  = die huidige koste van 'n s jaar vervangingsiklus,

- $C_{(0)}$  = die aankoopprys van die bate,  
 $C_{(s)}$  = die verkoopprys van die bate aan die einde van jaar  $s$ ,  
 $R_{(s)}$  = die jaarlikse herstelkoste en  
 $r$  = die verdiskonteringskoers.

Hierdie koste moet na 'n annuïteit omskep word. Dit word as volg gedoen.

$$A_{(s)} = \frac{PC_{(s)} * r * (1 + r)^s}{(1 + r)^s - 1} \quad [13]$$

waar:  $A_{(s)}$  = die jaarlikse paaiement vir 'n  $s$  jaar vervangingsiklus.

Die waarde van  $s$  wat 'n minimum waarde vir  $A_{(s)}$  verskaf, is die optimale vervangingsouderdom vir die spesifieke bate (Stapelberg, 1990: 15). Omdat toekomstige uitgawes 'n mindere invloed op die annuïteitswaarde as huidige het, verskaf die model in die algemeen 'n langer optimale leeftyd.

Die model kom, met uitsondering van die gebruik van verdiskonteerde waardes, ooreen met die minimum koste-model. Dieselfde besware teen die nie-insluiting van die vervangende bate in die model, geld. Omdat kapitaalbegrotingsformules gebruik word, kan die effek van veranderinge in die verdiskonteringskoers op die optimale vervangingsouderdom, bepaal word. Die gebruik van 'n annuïteitswaarde maak die vergelyking van vervangingsiklusse van verskillende lengtes ook moontlik.

#### 4.3.3 *Uitgebreide minimum koste-model*

Hierdie model (Boehlje en Eidman, 1984:600 – 606; Grant *et al.*, 1976:364 - 388) bereken die netto huidige waarde van kostes vir beide 'n vervangende en vervangde bate. Dié waardes word dan vergelyk om te bepaal of die bate vervang moet word.

Die jaarlikse netto kontantvloei (inkomste min uitgawe) vir die bestaande bate word op die normale manier bereken vir verskillende verdere leeftye van 1 en meer jare. Hierdie netto huidige waarde word omskep in 'n annuïteit oor die spesifieke periode. In simboliese vorm kan die berekening van die uniforme jaarlikse koste as volg aangedui word.

Die netto huidige waarde van die vervanging van 'n bate na  $n$  jaar word verskaf deur:

$$NHW_n = \sum^n [R_n / (1+i)^n] + S_n / (1+i)^n - C \quad [14]$$

waar:  $NHW_n$  = Die huidige waarde van vervanging na  $n$  jaar,  
 $R_n$  = herstelkoste in jaar  $n$ ,  
 $S_n$  = tweedehandse waarde na  $n$  jaar,  
 $C$  = oorspronklike kosprys,

$i$  = verdiskonteringskoers en  
 $n$  = vervangingsouderdom.

Hierdie waarde word herlei na 'n annuïteit met behulp van die kapitaalherwinningsfaktor.

$$A_n = \text{NHW}_n * [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] \quad [15]$$

Waar:  $A_n$  = jaarlikse annuïteit van vervanging na  $n$  jaar,  
 $\text{NHW}_n$  = netto huidige waarde na  $n$  jaar (Vergelyking [14]),  
 $i$  = verdiskonteringskoers en  
 $n$  = vervangingsouderdom.

Die minimumwaarde hiervan word dan vergelyk met die minimumwaarde soos vir die vervangende bate bereken. Indien laasgenoemde minder is, word die bate vervang. Boehlje en Eidman (1984:605) dui aan dat die model nie 'n optimale vervangingsouderdom verskaf nie maar slegs aandui of 'n bepaalde bate op die oomblik met 'n spesifieke ander bate vervang moet word.

Hierdie model vergelyk dus die verwagte koste oor die volgende aantal jare vir 'n bestaande bate met een of meer alternatiewe bates. Die gebruik van 'n annuïteitswaarde maak die vergelyking van beleggings met verskillende leeftye moontlik. Hierdie model word as basis vir die ontwikkeling van 'n besluitnemingsondersteuningsmodel in Hoofstuk 7 aangewend en word daar in meer detail bespreek.

In teëstelling met die vorige modelle is daar in die geval wel sprake van 'n vervangingsmodel. Boehlje en Eidman (1984:606) beklemtoon dat die model nie 'n optimale vervangingsouderdom verskaf nie maar eerder aandui of vervanging op die spesifieke oomblik geregverdig is en of die besluit vir nog een jaar uitgestel moet word.

#### 4.3.4 Samevatting

Die eenvoudigste minimum koste-model bereken bloot die minimum jaarlikse koste sonder om die tydswaarde van geld in ag te neem. Die vervangende bate word nie in ag geneem nie. Hierdie model word dan uitgebrei deur eerder die minimum verdiskonteerde koste as vervangingskriterium te gebruik. Steeds word die vervangende bate nie in ag geneem nie. Hierdie modelle verskaf, binne die beperkende aanames waarop dit gebaseer is, optimale vervangingsouderdomme vir bates.

Die model word nog verder uitgebrei om voorsiening vir die vergelyking van die minimum jaarlikse annuïteitskoste van 'n vervangde en vervangende bate te maak. Dit verskaf dan die eerste vervangingsmodel wat moontlik as besluitnemingsondersteuningsmodel aangewend kan word.

#### 4.4 MARGINALE KOSTE-MODELLE

By marginale koste-modelle word die vervangingskriterium in marginale terme omskryf, naamlik 'n bate word behou indien die marginale koste om dit vir nog een periode te hou kleiner is as die verwagte gemiddelde koste van die vervangende bate. Die marginale koste-model word deur beide Perrin (1972:60 – 68) en Barry *et al.*(1979:371 – 376) bespreek. Chisholm (1974:776 – 784) gebruik die model om die effek van belastingmaatreëls op vervangingsbesluite te bepaal.

Indien aanvaar word dat elke bate deur 'n stroom van identiese bates vervang word (Chisholm, 1974:776), dan word die huidige waarde van die stroom van verdienstes wat met die oorspronklike bate geassosieer word, verskaf deur:

$$C(b,s,m) = \int R(n) * e^{-r'(n-b)} dn + M_{(s)} * e^{-r'(s-b)} - M_{(b)} \quad [16]$$

waar:

- $C(b,s,m)$  = die huidige waarde van die kontantvloei stroom vir 'n bate wat op ouderdom  $b$  verkry word en telkens op ouderdom  $s$  deur 'n reeks van  $m$  identiese bates vervang word,
- $R_{(n)}$  = die netto vloei van kontant deur die bate gegengereer in jaar  $n$ ,
- $r'$  = die diskontokoers wat kontinuu saamgestel 'n jaarlikse groeikoers van  $r$  gee m.a.w.,
- $e^{-r' n}$  =  $(1 + r)^n$ ,
- $n$  = 'n heeltallige aantal jare,
- $M_{(n)}$  = skrootwaarde in jaar  $n$ ,

Die optimumwaarde van vergelyking [16] word verkry deur die eerste afgeleide daarvan gelyk aan nul te stel. Dit volg dus dat:

$$R_{(s)} + M_{(s)} = r' M_{(s)} \quad [17]$$

Die optimale ouderdom waarop hierdie eerste bate vervang moet word, is dus die ouderdom waarop die marginale inkomste plus verandering in skrootwaarde gelyk is aan die marginale geleentheidskoste om die bate te hou. Laasgenoemde word gedefinieer as die rente wat verdien kan word indien die bate verkoop word.

Vergelyking [17] optimiseer die eerste vervanging. Indien die waarde van 'n groot aantal opeenvolgende vervangings optimiseer word, dan word die huidige waarde verskaf deur:

$$C(0,s,\infty) = C(0,s,1) * [1/(1 - e^{-r'0})] \quad [18]$$

Deur die eerste afgeleide van vergelyking [17] gelyk aan nul te stel word die optimale waarde vir  $s$  verkry waar:

$$\begin{aligned} R_{(s)} + M_{(s)} &= r' M_{(s)} + C(0,s,1) / (1 - e^{-r'0}) \\ &= r' M_{(s)} + C(0,s, \infty) \end{aligned} \quad [19]$$

Die verskil tussen hierdie kriterium en vergelyking [16], verteenwoordig die geleentheidskoste daarvan indien die inkomste wat uit die volgende en opeenvolgende vervangings verkry kan word, uitgestel word. Hoe groter hierdie voordeel is, hoe gouer sal vervanging plaasvind.

Die vergelyking kan vereenvoudig word na:

$$R_{(s)} + M_{(s)} = r' / (1 - e^{-r'0}) * [\int R(n) * e^{-r'n} dn + M_{(s)} - M_{(0)}] \quad [20]$$

Indien die gedeelte tussen vierkantige hakies vervang word deur  $V_{(s)}$ , dan word die optimale vervangingsouderdom verskaf waar:

$$R_{(s)} + M_{(s)} = r' / (1 - e^{-r'0}) * V_{(s)} \quad [21]$$

$V_{(s)}$  verskaf die huidige waarde van die opkomende vervangingsiklus op die oomblik wat vervanging plaasvind en die kontantstroom  $M_{(s)} - M_{(0)}$  gerealiseer word. Die som van alle  $R(n)$  verteenwoordig die ontvangste uit die nuwe bate totdat dit weer vervang word. Sodra die bate vervang word, word die bedrag  $V_{(s)}$ , elke  $s$  jaar ontvang. Dit word omskep tot 'n ewigdurende annuïteit. Vervanging vind plaas wanneer die marginale inkomste gelyk is aan die marginale geleentheidskoste, gedefinieer as die annuïteits-waarde van 'n  $s$  jaar vervangingsiklus.

Omdat daar dikwels in vervangingsmodelle van jaarlikse kostes gebruik gemaak word (Perrin, 1976: 66), word die model ook in diskrete tydformaat uitgedruk. Die model kom egter, met enkele teoretiese verskille, ooreen met die kontinue tydmodel soos hierbo ontwikkel.

Hoewel hierdie marginale koste-model deur 'n goed ontwikkelde teoretiese basis ondersteun word, word sekere aannames met betrekking tot selfvervanging gemaak wat moeilik verslap kan word, indien die teoretiese basis van die model behou moet word.

#### 4.5 EENHEIDSBESIT- EN BEDRYFSKOSTE MODEL

Eksteen (1988:93 - 108) ontwikkel 'n model waarin die besit- en bedryfskoste per eenheid uitset deurlopend oor die leeftyd van 'n bate vergelyk word. Die ouderdom waarop bedryfskoste kapitaalkoste oorskry, is die optimale tyd om die bate te vervang aangesien die instandhoudingsverpligting dan nie meer bestaan nie. Hierdie model word

ook algemeen in die vervoerbedryf gebruik om 'n aanduiding van die optimale vervangingstyd vir bates te verkry.

Die vervangingskriterium in die geval is 'n vergelyking tussen die besit- en gebruikskoste van 'n spesifieke bate. Hoe langer 'n bate in gebruik gehou word, hoe laer sal die per eenheid besitkoste wees. Eventueel sal daar 'n punt bereik word waar per eenheid besitkoste laag genoeg is sodat dit deur per eenheid bedryfskoste oorskry sal word. Hierdie punt sal nie noodwendig die punt wees waar die laagste totale koste verkry word nie. Indien 'n bate groot herstelkoste in 'n sekere periode noodsaak, sal die model aandui dat dit daarna vervang moet word. Ekonomies sal dit meer sin maak om die bate te vervang voordat hierdie punt bereik word of om dit juis na groot koste langer in diens te hou.

Die punt waar per eenheid bedryfskoste per eenheid besitkoste oorskry, kan nie sonder meer as die punt aanvaar word waarvandaan per eenheid bedryfskoste per eenheid besitkoste permanent oorskry nie (Taha, 1970:59). Om bogenoemde redes word die praktiese bruikbaarheid van hierdie model betwyfel.

#### 4.6 MACHINERY AND ALLIED PRODUCTS INSTITUTE (MAPI) MODELLE

Vervanging geskied normaalweg met tegnologies verbeterde bates. Terborgh sluit hierdie eienskap van vervanging in 'n aantal soortgelyke modelle, wat oor jare ontwikkel is, in (Terborgh, 1949; 1950; 1958; 1967). 'n Soortgelyke model is deur Schindler ontwikkel (Seuster, 1985:123). Soos reeds in Hoofstuk 1 genoem, gebruik Terborgh die terme verdediger en uitdager om die vervangde en vervangende bate mee te beskryf. In hierdie bespreking word op die oorspronlike model (Terborgh, 1949) gekonsentreer.

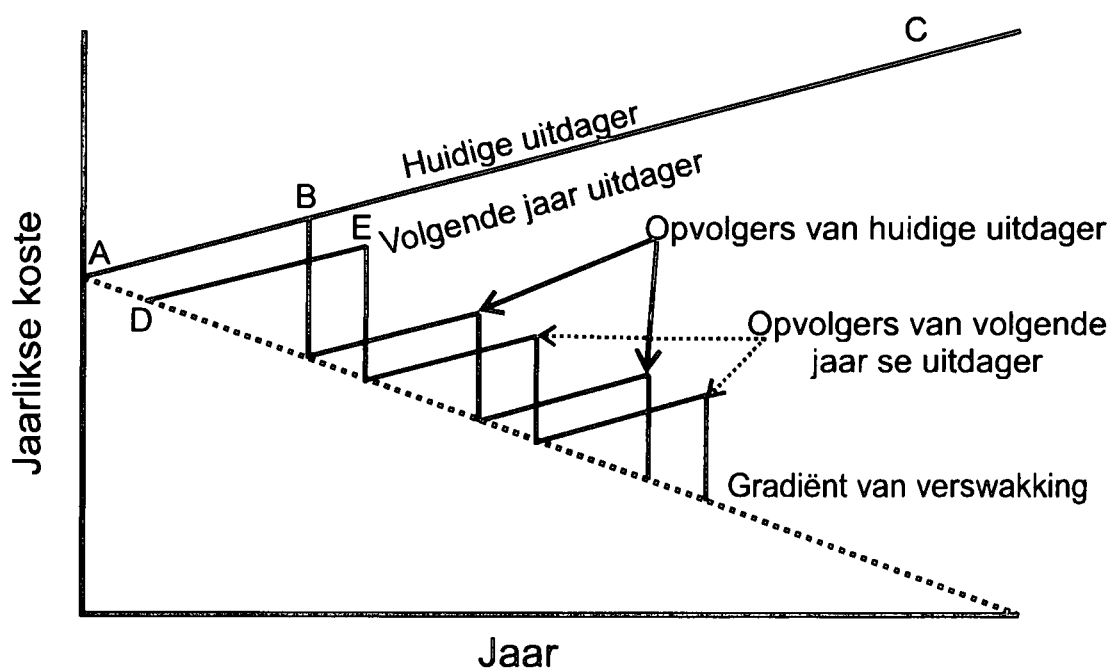
Terborgh noem die agterstand van die huidige bate teenoor die toekomstige bates die operasionele agterstand (1949:61). Die koers waarteen hierdie verswakking teenoor toekomstige bates intree, word die gradiënt van verswakking genoem (Seuster, 1985: 123). Terborgh maak die aanname dat operasionele verswakking teen 'n konstante koers intree (1949:65). Daar word dus aanvaar dat elke opeenvolgende bate 'n konstante monetêre waarde beter as die vorige een sal hê en dat die kontantvloei uit die bate 'n konstante bedrag meer, of die koste 'n konstante bedrag laer, sal wees.

'n Belangrike konsep in Terborgh se model is dat elke vervangingsbesluit 'n hele reeks van opeenvolgende besluite tot gevolg het en dat die huidige vervangende bate met sy opvolgers dieselfde gradiënt van verswakking sal vertoon as volgende jaar se bate met sy opvolgers. Die konsep word aan die hand van Figuur 4.1 verder verduidelik.

Die huidige uitdager se koste word met lyn ABC voorgestel. Volgende jaar se uitdager sal 'n laer kostestruktuur oor die totale verwagte leeftyd handhaaf (Lyn DE). Dieselfde sal geld vir die opvolgers van die huidige en volgende jaar se uitdager (Grant *et al.*, 1976: 389).

Die berekende jaarlikse ekwivalente koste sal 'n minimum wees vir die optimale leeftyd van die bate. Die waarde word die nadelige minimum (Eng. adverse minimum) genoem (Terborgh, 1949: 73). Hierdie waarde vir die uitdager word met die verwagte volgende jaar se operasionele verswakking van die verdediger vergelyk. Indien die verdediger se operasionele verswakking laer is as die uitdager se nadelige minimum word die vervanging nog een jaar uitgestel.

FIGUUR 4.1: VERLOOP VAN JAARLIKSE KOSTE VIR HUIDIGE EN VOLGENDE JAAR VERVANGENDE BATES, MAPI MODEL



Bron: Aangepas vanaf Grant *et al.*, 1976: 390

Die MAPI model is op relatief beperkende aannames met betrekking tot tegnologiese ontwikkeling gebaseer. Hierdie aannames beperk die toepasbaarheid van die MAPI tegniek grootliks (Stapelberg, 1990:50). Terborgh het in verskeie opsigte 'n belangrike bydrae tot die teorie van vervanging gemaak. Die belangrikste is waarskynlik die konsep van 'n verdediger wat periodiek deur een of meer uitdagers uitgedaag word en wat vervang word sodra die uitdager die verdediger ekonomies oortref. Die belangrikheid van die oorweging van die effek van tegnologiese ontwikkeling in 'n vervangingsmodel is ook deur Terborgh beklemtoon.

Hoewel die MAPI model as gevolg van praktiese beperkings min toepassing vind, verskaf die model 'n belangrike denkraamwerk vir evaluering van vervangingsmodelle.

## 4.7 PROGRAMMERINGSTEGNIEKE

### 4.7.1 Inleiding

Lineêre programmering word reeds sedert die vyftigerjare gebruik in boerderybeplanning (Agrawal en Heady, 1972:28). Sedert die ontwikkeling van algoritmes vir die hantering van integer veranderlikes ( Gomory, 1963:269 – 302; Lawler en Bell, 1966: 1098 – 1112) het dit ook moontlik geword om maganisasiestelsels met behulp van lineêre programmering te beplan ( Amir *et al.*, 1978: 40 – 44; Coetzee, 1984: 121 – 179). Die ontwikkeling van meerperiode lineêre programmering (Colyer, 1968:1–7), ook bekend as dinamiese lineêre programmering, het die evaluering van vervangingsbesluite oor meer as een periode moontlik gemaak.

### 4.7.2 Dinamiese lineêre programmering (DLP)

Colyer ontwikkel 'n model vir die beplanning van 'n boerdery oor vyf periodes. Masjinerie word aan die begin van jaar een aangekoop. Die doelfunksie is in terme van die optimisering van die netto huidige waarde oor al vyf periodes gestel. Hierdie model vorm 'n skakel tussen die tradisionele kapitaalbegrotingstegniese en programmeringstegniese (Colyer:1968:3). Dinamiese lineêre programmering word deur Christianson (1983) gebruik om optimale vervangingstrategieë te evalueer. Reid en Bradford (1987) gebruik dit om beleggingstrategieë te evalueer (64 – 71) en Seuster beplan boerderystelsels met 'n gemengde-integer multi-periode programmeringsmodel (1990: 232 – 244). Botha (1992) ontleed die optimale vervanging van teeplantasies met behulp van dinamiese lineêre programmering.

Hazell en Norton beklemtoon vier aspekte wat in die ontwikkeling van DLP modelle aandag moet geniet. Eerstens moet die beplanningsperiode lank genoeg wees sodat voldoende siklusse ingesluit kan word. Daar moet korrekte terminale waardes toegeken word aan bates wat aan die einde van die beplanningsperiode steeds in gebruik is. Die ondernemer se verdiskonteringskoers moet korrek bepaal word en die aanvanklike belegging moet ook in ag geneem word (1986:59 – 62).

Wanneer oorweeg word om DLP te gebruik om vervangingsbesluite te evalueer, moet daar duidelikheid oor die aard van die spesifieke besluit wat ondersteun moet word, verkry word. Indien daar beide op 'n optimale gewasproduksiestelsel en masjineriestelsel besluit moet word, kan DLP gebruik word. Indien die gewasproduksiestelsel as gegewe beskou word en die doel is bloot die bepaling van optimale vervanging, dan reduceer die probleem tot die vergelyking van verskillende vevangingstrategieë aan die hand van 'n kriterium soos netto huidige waarde. Hierdie tipe probleem kan veel makliker met bestaande tegnieke evalueer word en benodig nie 'n DLP model nie.

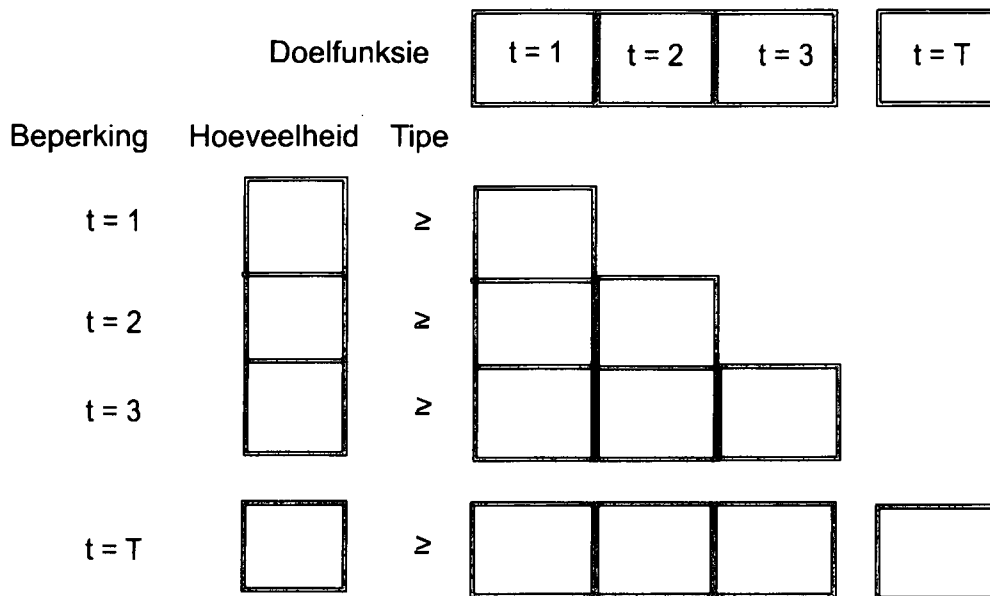
'n DLP model bestaan uit verskillende komponente wat skematies in Figuur 4.2 geïllustreer word. Die doelfunksie word oor al die periodes gelyktydig geoptimeer. In periode een word hulpbronne soos benodig vir die uitvoer van sekere aktiwiteite



gespesifiseer. In periode twee word hierdie aktiwiteite voortgesit en nuwe aktiwiteite bygevoeg. Dit geld vir alle periodes tot by T.

Vir vervangingsanalise moet die masjinerievereistes van die gewasproduksieprogram gekoppel word met die beskikbare masjinerie en die verwagte kontantvloei oor die verskillende jare. Die model word skematies in Tabel 4.3 aangedui.

FIGUUR 4.2: SKEMATIESE UITLEG VAN 'N DLP MODEL



Bron: Botha, 1992:36

TABEL 4.3: SKEMATIESE UITEENSETTING VAN 'N DLP VERVANGINGSMODEL

		KOLOMME												
RYE		BB1	BB2	BB3	T11	T12	T13	R11	R12	R13	EE1	EE2	EE3	RHS
1	NPV										1	$(1+I)^1$	$(1+I)^2$	
2	Bep.	1												<A1
3	Bep.		1											<A2
4	Bep.			1										<A3
5	Kwh.	B1			-C1									=0
6	Kwh.		B2			-C2								=0
7	Kwh.			B3			-C3							=0
8	Vasv.				1			-1						<0
9	Vasv.					1			-1					<0
10	Vasv.						1			-1				<0
11	KV1	-D1			E1			F1			1			=0
12	KV2		-D2			E2			F2			1		=0
13	KV3			-D3			E3			F3			1	=0

Bron: Aangepas vanaf Christianson, 1993

In Tabel 4.3 word slegs enkele rye en kolomme ingesluit. Die betekenis van die verskillende kolomme en rye is as volg:

Kolom BB1 tot BBn verteenwoordig die verskillende produksie-aktiwiteite van die onderneming. Kolom Tij verskaf die aktiwiteit en Rij die veranderlike koste van trekker i in jaar j. Kolom EE1 tot EEn akkumuleer die netto huidige waardes per jaar. Beperkingswaardes word in die RHS kolom gespesifiseer.

Ry 1 verskaf die doelfunksie van die probleem. Die waardes in kolom E1 tot En is die huidige waarde van die kontantvloei in jaar n ontvang, verdiskonteer na jaar 1 toe. Rye 2 tot 4 koppel die aktiwiteite met beskikbare hulpbronne, waarvan die beskikbare hoeveelhede in die RHS kolom gespesifiseer word.

Rye 5 tot 7 koppel die trekkragebehoefte van die aktiwiteite B1 tot Bn met die beskikbare trekkrage in elke Tij. Koëffisiënte B1 tot B3 verskaf die trekkrage benodigdhede per periode vir aktiwiteite BB1 tot BB3 terwyl C1 tot C3 die trekkragekapasiteit per periode vir alle Tij aandui.

Om te verhoed dat die DLP oplossing die verkeerde veranderlike koste met trekkers kombineer, word daar 'n groot aantal logiese beperkings ingesluit wat die korrekte kombinasie van trekker vaste en veranderlike koste afdwing (Rye 8 tot 10).

Rye 11 tot 13 koppel die verskillende kontant in- en uitvloei met die relevante jaar se kontantvloei sommerkolom, D1 tot D3 verteenwoordig die kontantvloei per aktiwiteit, E1 tot E3 die vaste koste en F1 tot F3 die veranderlike koste vir elke Tij.

Soos uit die beredenering en Tabel 4.3 blyk, veroorsaak die struktuur van die DLP model dat daar van relatief groot modelle gebruik gemaak moet word. 'n Eenvoudige model met slegs twee aktiwiteite, twee maandelike trekkers en 'n beplanningsperiode van drie jaar benodig alreeds 'n aanvangsmatriks met 30 kolomme en 31 rye. Hoewel die grootte van DLP-modelle nie 'n beperkende faktor is nie, is die opstel, ontfout en optimisering van 'n DLP model 'n tydrowende proses. Gevolglik is dit nodig om te bepaal of daar enige voordeel aan die gebruik van DLP bo ander tegnieke is. Christianson (1983:83) vind dat die gebruik van 'n DLP model basies dieselfde resultate as 'n netto huidige waarde model verskaf.

#### **4.7.3 Dinamiese programmering (DP)**

'n Vervangingsbesluit in een periode beïnvloed die optimaliteit van vervangingsbesluite in opvolgende periodes soos reeds deur Terborgh geïllustreer is (1949:56). Vervangingsbesluite in verskillende periodes is dus interafhanklik. Dinamiese programmering is in staat om hierdie interafhanklikhede tussen besluite in verskillende periodes te hanteer aan die hand van die Bellman beginsel (Bellmann en Dreyfus, 1962). Dinamiese programmering is reeds deur verskeie navorsers toegepas om optimale vervangingsstrategieë vir masjinerie te bepaal (Burt, 1965: 324 – 325; Smith, 1971:796 –

797; Huirne *et al.*, 1987:195 – 197; Kennedy, 1986:136 – 141; Weersink en Stauber, 1988: 18 – 28; Gustafson en Taylor, 1993:39 – 54).

'n Dinamiese programmeringsformulering van 'n optimiseringsprobleem behels drie basiese elemente (Taha, 1971: 209). Die probleem word verdeel in verskillende stadia, waar elke stadium 'n subprobleem verteenwoordig waarvoor daar 'n besluit geneem moet word. Binne elke stadium is daar verskillende besluite moontlik. Elke besluit in 'n stadium veroorsaak dat die waarde van sekere besluitveranderlikes verander. Die verskillende stadia word verbind met behulp van 'n standveranderlike wat die stand of toestand van die stelsel in die verskillende stadia aandui en oordra van een stadium na 'n volgende een.

In 'n vervangingsprobleem word die stadia gewoonlik aan kalenderjare gelyk gestel. Die besluitveranderlike inkorporeer die veranderlike en vaste koste van bepaalde bates in die verskillende stadia en is afhanklik van die besluit wat geneem word. Die standveranderlike is die ouderdom van die bate in elke periode en indien 'n bate in een periode vervang word dan word die standveranderlike daarvolgens aangepas in opvolgende periodes.

Kennedy (1989) ontwikkel 'n algoritme vir die oplossing van nie-stochastiese dinamiese programmeringsprobleme. Hierdie model is aangepas vir plaaslike gebruik en 'n uiteensetting van die program asook 'n voorbeeld van die gebruik daarvan om die optimale vervangingsouderdom vir 'n trekker te illustreer, word in Bylaag B aangedui.

Om die algoritme te gebruik moet die waarde van die besluitveranderlikes gebaseer op al die verskillende toestande van die sisteem binne elke stadium bereken word. Vir die vervanging van 'n trekker beteken dit dat die waardes van besit- en bedryfskoste in elke stadium vir 'n trekker wat in elke stadium aangekoop is, bepaal moet word. Vir 'n vyftienjaar beplanningshorison, wat waarskynlik te kort is, beteken dit dat daar 'n 15 X 15 matriks van besit- en van bedryfskoste opgestel moet word alvorens die probleem ontleed kan word. Die samestelling van hierdie dataleërs is tydrowend.

Die aanpasbaarheid van DP veroorsaak dat 'n spesifieke probleem in DP formaat gedefinieer kan word en dat 'n optimale oplossing daarvoor verkry kan word. Dit is egter ook hierdie aanpasbaarheid wat veroorsaak dat daar vir elke probleem 'n unieke DP model ontwikkel moet word. Die tydrowendheid waarmee model- en data-ontwikkeling gepaard gaan, beperk die bruikbaarheid van DP.

#### **4.7.4 Meervoudige kriteria programmering**

Lineêre programmering optimiseer 'n enkele doelfunksie en maak dus nie voorsiening vir meervoudige doelfunksies nie. 'n Bestuurder moet dikwels poog om 'n hele aantal dikwels konflikterende doelwitte te versoen. Om die probleem met die hantering van meervoudige doelwitte te hanteer, is 'n hele reeks van metodes sedert die vyftigerjare ontwikkel en word die navorsing van Charnes en Cooper (1961) allerweë as die begin van 'n multi-kriteria-besluitnemingsteorie beskou (Romero en Rehman, 1991:11).

Meervoudige kriteria programmering is ontwikkel om optimiseringsprobleme te hanteer waar daar 'n kompromie tussen verskillende doelwitte gevind moet word (Romero en Rehmann, 1984:178; Thampapilae, 1978:803). Die modelle word volledig bespreek deur Romero en Rehman (1991). In die algemeen kan die formaat van 'n meervoudige kriteria besluitnemingsprobleem beskryf word deur:

$$\text{Max } z_{(x)} = G \{ z1_{(x)}, z2_{(x)}, z3_{(x)} \dots \dots \dots zn_{(x)} \} \quad [22]$$

o.w.a.  $x \in X$   
 $x > 0$

waar:

- $X$  = die versameling uitvoerbare oplossings
- $z_{(x)}$  = die k-dimensionele doelfunksie
- $x$  = 'n n-dimensionele vektor van besluitveranderlikes

Elke uitvoerbare oplossing impliseer 'n waarde vir elk van die doelwitte ( $z1_{(x)}, z2_{(x)}, z3_{(x)} \dots \dots \dots zn_{(x)}$ ). Daar is verskeie metodes ontwikkel om hierdie tipe probleem mee op te los. Die volgende oplossingsmetodes word deur Mendoza *et al.* (1986:250) onderskei:

- Ontwikkelingstegnieke.
- Nie-interaktiewe tegnieke.
- Interaktiewe tegnieke.
- Meervoudige besluitnemingstegnieke.
- Tegnieke wat alternatiewe genereer.

Vir elke doelwit van 'n ondernemer kan daar 'n waarde wees waarna gestreef word. Hierdie streefwaarde word met die doelwit kombineer om 'n doel te vorm. Beperkingsvergelykings in 'n normale LP probleem en die doelfunksies in 'n meervoudige kriteria probleem het dieselfde wiskundige formaat. By 'n meervoudige kriteria probleem verteenwoordig die regterkant egter waardes waarna gestreef word en nie beperkings waaraan voldoen moet word nie (Romero en Rehman, 1984:181).

Stochastiese elemente kan ook binne die multi kriteria programmeringsmodel geakkomodeer word en dit sal later aangetoon word dat die MOTAD-metodiek beskou kan word as 'n uitbreiding van die multi kriteria programmeringsmodel (Romero en Rehman, 1985:183).

Metodes vir die oplossing van meervoudige doelwit modelle kan breedweg in twee groepe verdeel word naamlik meervoudige doelwitprogrammering en doelwitprogrammering. Eersgenoemde word opgelos deur verskeie doelwitte te gebruik en dan aan die hand van 'n reeks beperkings 'n aantal nie-gedomineerde oplossing te genereer. In die geval van doelwitprogrammering word daar 'n doelfunksie ontwikkel

waarin afwykingsveranderlikes die afwyking vir elke doelwit van die streefwaarde aandui. Hierdie doelfunksie word dan minimiseer onderworpe aan beperkings waarbinne die probleem opgelos kan word. Vir elk van die twee breë groepe programmeringsbenadering is daar verskillende oplossingsmetodes.

#### 4.7.4.1 Doelwitprogrammering (GP)

Die oogmerk met doelwitprogrammering is om die afwyking tussen die streefwaarde en bereikte waarde vir elke doelwit te minimiseer (Coetzee *et al.*, 1993:218). Twee metodes word algemeen gebruik naamlik geweege doelwitprogrammering (WGP) en leksikografiese doelwitprogrammering (LGP) (Bouzaher en Mendoza, 1987:91).

- **Geweege doelwitprogrammering (WGP)**

Met WGP word die afwykings vanaf die streefwaarde vir elke doelwit saamgevoeg tot 'n enkele doelfunksie wat dan geminimiseer word (Ortmann, 1989:41). Daar word 'n gewig aan elke doelwit toegeken. Die sensitiwiteit van die oplossings kan evalueer word deur die gewigte van die verskillende doelwitte te wissel (Coetzee *et al.*, 1993:219).

- **Leksikografiese doelwitprogrammering (LGP)**

Hierdie benadering, wat oorspronklik deur Charnes en Cooper (1961:756 – 757) bekend gestel is, berus op die aanname dat 'n besluitnemer alle relevante doelwitte in 'n beplanningssituasie kan definieer, prioritiseer en in volgorde van bereiking plaas (Bouzaher en Mendoza, 1987:91). Die verskillende doelwitte word in prioriteitsvolgorde saamgevoeg en omskep tot 'n prestasiefunksie wat al die afwykingsveranderlikes in hierdie volgorde insluit (Romero en Rehman, 1984:185). Verskeie metodes vir die oplossing van hierdie tipe probleem is beskikbaar (Romero en Rehman, 1984:186).

#### 4.7.4.2 Meervoudige doelwitprogrammering (MOP)

Met behulp van meervoudige doelwitprogrammering word gepoog om gelyktydig vir verskillende doelfunksies 'n reeks doeltreffende of Pareto-optimale oplossings te verkry. Pareto-optimale oplossings word in die verband gedefinieer as oplossings waarvoor daar nie ander oplossings bestaan wat dieselfde of beter prestasie met betrekking tot die meeste kriteria en 'n beter prestasie met betrekking tot een enkele kriteria kan verkry nie (Schoter, 1994:117).

'n MOP model kan as volg gedefinieer word:

$$\text{Eff } Z_{(x)} = [Z_{1(x)}, Z_{1(x)}, Z_{1(x)} \dots \dots \dots Z_{1(x)}] \quad [23]$$

owa.  $x \in F$

waar: Eff = die soektog na doeltreffende reekse,

F = die reeks van uitvoerbare oplossings.

Verskeie tegnieke soos die gewigs-, beperkings- en multikriteria simpleks metode kan gebruik word om die reeks van doeltreffende oplossings te genereer (Mendoza *et al.*, 1986:249). Uit die uitvoerbare reeks maak die besluitnemer dan 'n keuse, gegrond op sy eie voorkeure. Hierdie uitvoerbare reeks is selfs vir kunsmatig eenvoudige probleme, baie groot (Romero en Rehman, 1985:176) en word die keuse tussen die verskillende effektiewe oplossings bemoeilik. Met behulp van kompromieprogrammering kan die aantal moontlike oplossings verminder word.

#### **4.7.4.3 Kompromieprogrammering (CP)**

Met behulp van kompromieprogrammering (CP) word die ideaalpunt eerstens bepaal. Dit is die snypunt van alle doelwitte en lê buite die uitvoerbare gebied. Die beste oplossing is die een wat die naaste aan hierdie ideaalpunt lê. Die afstand tussen die ideaalpunt en die verskillende doelfunksies word in relatiewe eenhede gemeet en verskeie metodes vir die oplossing van die tipe probleem bestaan (Romero, Amador en Barco, 1987:79).

#### **4.7.4.4 Sub-optimale lineêre programmering**

Nie alle doelwitte is kwantitatief en kan in 'n model gespesifiseer word nie. 'n Optimale oplossing verskaf dus net 'n oplossing wat optimaal is met betrekking tot die doelwitte wat kwantifiseerbaar is. Indien die suboptimale oplossings ontleed word, word oplossings verkry wat uitvoerbaar is en soms tot 'n groter mate aan sommige van die nie-kwantifiseerbare doelwitte voldoen. In teëstelling met voorgaande modelle word hier nie van meer as een doelfunksie gebruik gemaak nie, maar word 'n hele aantal oplossings gegenereer wat dan verder evalueer kan word (Mendoza *et al.*, 1986:250). Oplossings word gegenereer deur al die ekstreme punte van die uitvoerbare gebied te bepaal. Die tegniek verskaf 'n groot aantal suboptimale oplossings wat skerp toeneem indien die aantal elemente toeneem (Burton *et al.*, 1987:815). So byvoorbeeld bestaan daar vir 'n probleem met 18 veranderlikes en 50 beperkings, 740 sub-optimale oplossings binne 1% van die optimum.

#### **4.7.4.5 Samevatting**

Meervoudige doelwitprogrammering maak van verskeie metodes gebruik om die multidimensionaliteit van bestuursbesluite na te boots. Hoewel hierdie modelle wiskundig kompleks is, is dit tog moontlik om die modelle met standaard lineêre programmeringsagteware te hanteer soos Coetzee *et al.*, (1993:217-222) aantoon. Vir vervangingsprobleme, waar daar dikwels op grond van 'n hele aantal primêre en sekondêre kriteria besluit moet word, behoort die tipe tegnieke, veral in normatiewe toepassings, nuttig te wees.

#### 4.8 HANTERING VAN RISIKO EN ONSEKERHEID IN BESLUITNEMINGS- ONDERSTEUNINGSMODELLE

Volgens Hardaker *et al.* (1997:17) mag formele risiko-ontledingsmodelle aangewese wees vir probleme waar daar herhaaldelik dieselfde tipe riskante besluit geneem moet word of vir gevalle waar die gaping tussen die beste en slegste uitkoms 'n groot impak op die ondernemer sal hê. Vir minder belangrike probleme sal die koste van risiko-analise die voordeel oorskry. In sekere gevalle mag die impak van 'n riskante besluit groot wees, maar mag die probleem so kompleks wees dat dit risiko-ontleding onmoontlik maak (Hardaker *et al.*, 1997:17).

Barnard en Nix (1979:414) noem die volgende programmeringstegnieke waarmee riskante elemente in besluitnemingsmodelle ingesluit kan word:

- Stochasties lineêre programmering,
- stochasties dinamiese programmering,
- kwadratiese programmering,
- parametriese programmering en
- lineêre risikoprogrammering.

Anderson *et al.* onderskei tussen risikobesluitneming met bekende voorkeure waar die genoemde programmeringmodelle en utiliteitsontleding die mees algemene tegnieke is en besluitneming met onbekende voorkeure waar die stochastiese doeltreffendheidsontleding algemeen toegepas word (1977:249 – 267;281 –313). Spelteoretiese modelle, die sogenaamde “safety first”modelle en die gebruik van 'n risikodiskontofaktor om konserwatiewe besluite af te dwing, kan gebruik word om risiko-verwante probleme op te los (Dillon, 1977:103).

Volgens Hardaker *et al.* (1997:18) bestaan die metodiek vir die ontleding van riskante besluite daaruit dat die besluit in twee dele opgebreek word naamlik, die aard van die onsekerheid wat die verwagte uitkomst beïnvloed asook die voorkeure van die ondernemer vir die gevolge wat uit die besluit mag voortvloei. Die twee gedeeltes van die probleem word afsonderlik evalueer en dan tot een “beste” besluit geïntegreer. Binne hierdie raamwerk kan verskeie modelle gebruik word om riskante besluite mee te evalueer.

##### 4.8.1 Gebruik van besluitnemingsbome (Decision trees)

'n Riskante besluit kan dikwels opgedeel word in 'n aantal diskrete besluite en grafies voorgestel word met 'n besluitnemingsboom wat die besluite en gebeurtenisse van 'n probleem in chronologiese volgorde uitspel (Hardaker *et al.*, 1997:25). Daar kan twee

tipies vertakking onderskei word, naamlik die wat 'n besluit spesifiseer en die wat 'n bron van onsekerheid verteenwoordig (Boehlje en Eidman, 1984:447). 'n Besluitnemingsboom word vir die probleem gekonstrueer met al die besluite en moontlike uitkomstes as basis. Daar word vir elke been van die boom 'n monetêre waarde, gebaseer op die som van die waardes op die totale been, bereken. Elke knoop word dan vervang met die relevante sekerheidsekwivalente bedrag. Deur gedomineerde besluite te merk word daar 'n dominante strategie verkry (Hardaker *et al.*, 1997:29).

Bogenoemde metodiek word gebruik waar dit moontlik is om die sekerheidsekwivalente waardes vir die spesifieke besluitnemer te bepaal. Alternatiewelik kan die subjektiewe waarskynlikhede van die verskillende uitkomstes vir die besluitnemer bepaal word en dan gebruik word om die verwagte gemiddelde nut van die verskillende bene te bereken (Hardaker *et al.*, 1997:109). Die metodiek waar die gemiddelde waarde vir 'n been bereken word en dan teruggevoer word, kom grootliks ooreen met die beginsel van rekursiewe verwantskappe in dinamiese programmering (Paragraaf 4.7.3). Probleme wat met behulp van 'n besluitnemingsboom ontleed kan word, kan ook met behulp van 'n betalingsmatriks (Eng. payoff matrix) evalueer word, wat bloot dieselfde probleem in 'n alternatiewe formaat hanteer.

#### **4.8.2 Stochastiese begrotings**

Stochastiese begrotings word op dieselfde manier as ander begrotings opgestel. Onsekeres waardes word egter vir sommige veranderlikes gebruik. Stochastiese veranderlikes word ingesluit deur waarskynlikheidsverdelings vir die veranderlikes te spesifiseer en dan Monte Carlo metodes te gebruik om die verspreiding van uitkomstes oor 'n aantal iterasies te bepaal (Hardaker *et al.*, 1997:120). Die ontwikkeling van stochastiese begrotings word vergemaklik deur die beskikbaarheid van sagteware wat dit moontlik maak om waarskynlikheidsverdelings in 'n sigblad te hanteer.

Die metodiek het bepaalde probleme wat in ander modelle aangespreek word. Die voordeel van hierdie metodiek is egter dat dit komplekse besluitnemingsprobleme eenvoudig kan weergee.

#### **4.8.3 Doeltreffendheidsontleding**

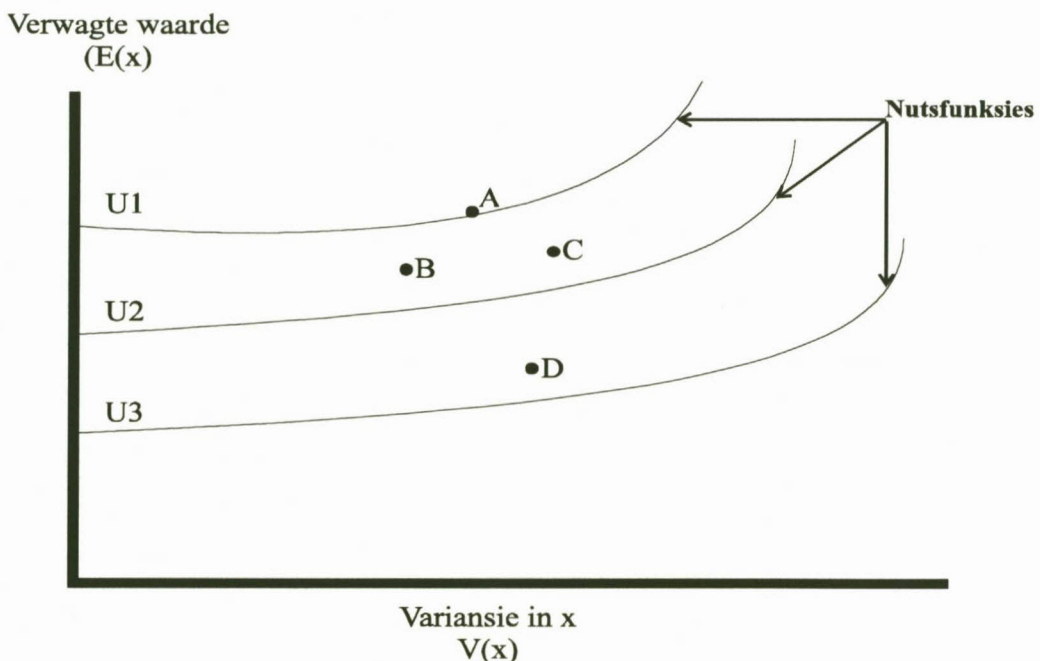
In gevalle waar die besluitnemer se nutsfunksie nie bekend is of maklik bepaal kan word nie, word doeltreffendheidsontleding gebruik om keuses te orden (Hardaker *et al.*, 1997:138). Met behulp van doeltreffendheidsontleding word die verskillende aksies in 'n doeltreffende en ondoeltreffende stel verdeel. Die optimale strategie vir 'n rasonale besluitnemer sal in die effektiewe of nie-gedomineerde versameling lê. Dit kom natuurlik tot 'n groot mate ooreen met die effektiewe reeks soos met meervoudige doelwitprogrammering bepaal.



#### 4.8.3.1 Gemiddelde-variensie doeltreffendheid (E,V doeltreffendheid)

Besluitnemers wat 'n groter opbrengs bo 'n kleiner opbrengs verkies en in die algemeen nie risikosoekend is nie, sal 'n plan met 'n hoër verwagte opbrengs ( $E(x)$ ) by konstante variensie ( $V(x)$ ) kies en sal net planne met 'n hoër variensie kies indien die verwagte opbrengs ook hoër is (Hazell en Norton, 1986:77). In plaas van die variensie kan die standaardafwyking as maatstaf van verspreiding gebruik word (Hardaker *et al.*, 1997:143). Die optimale plan vir 'n spesifieke besluitnemer sal gevind word waar die besluitnemer se nutsfunksie die E-V grenslyn raak. Die begrip word aan die hand van Figuur 4.3 aangedui.

**FIGUUR 4.3: EVALUERING VAN BESLUITE MET BEHULP VAN E,V ONTLEDING EN NUTSFUNKSIES**



Bron: Hardaker *et al.*, 1997:142

Die punte A tot D verteenwoordig elk die verwagte opbrengs en variensie van 'n spesifieke besluit. Die besluitnemer se nutsfunksie word deur  $U_1$  tot  $U_3$  aangedui. Opsie A sal bo alle ander opsies verkies word. Dit is nie moontlik om bloot op grond van die inligting te bepaal of B of C dominant is nie. D is duidelik swakker as A, B of C.

'n Besluit word bloot in terme van die verwagte uitkoms en variensie beoordeel. Dit is egter moontlik dat daar meer as een verdeling met dieselfde gemiddeld en variensie kan wees maar wat verskillend verloop (Boehlje en Eidman, 1977:465). Die gebruikswaarde van E-V analise word verder beperk deur die baie spesifieke aannames met betrekking tot die besluitnemer se nutsfunksie (Hardaker *et al.*, 1997:140).

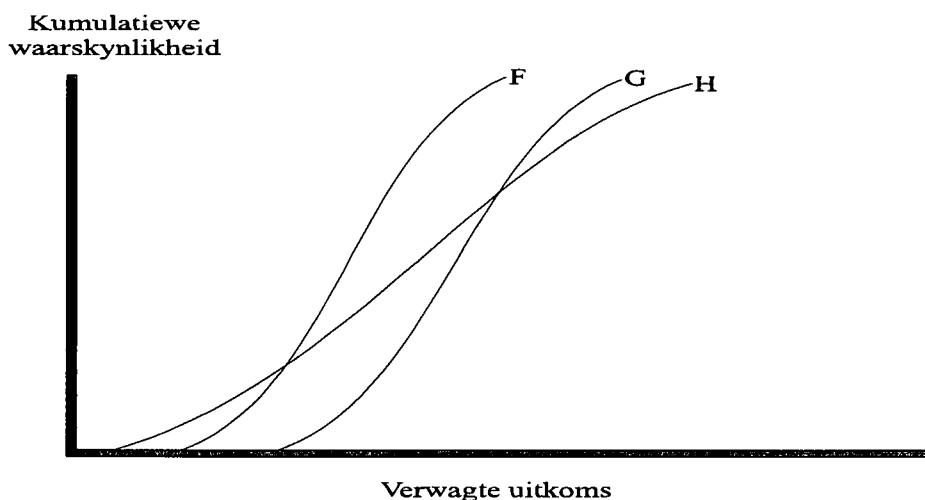
#### 4.8.3.2 Stochastiese dominansie

E-V ontledings neem nie die totale waarskynlikheidsverdeling in ag nie. Gevolglik is daar behoefte aan 'n metodiek wat wel verskillende waarskynlikheidsverdelings met mekaar kan vergelyk. Stochastiese dominansie kan gedefinieer word as 'n tegniek waarmee stelle risiko-effektiewe oplossings uit die totale stel moontlike oplossings bepaal word deur die kumulatiewe distribusiefunksies met mekaar te vergelyk (Bosch *et al.*, 1987:236). Verskeie ordes van stochastiese dominansie word onderskei. Hoër ordes van stochastiese dominansie impliseer meer beperkende aannames met betrekking tot die besluitnemer se nutsfunksie. Hoe meer beperkend die aannames hoe minder word die aantal nie-gedomineerde oplossings maar hoe minder algemeen toepasbaar word die resultate (Van Zyl, 1990:38).

##### o Eerste-orde stochastiese dominansie

Met eerste-orde stochastiese dominansie is die beperking bloot dat die besluitnemer 'n positiewe marginale nutsfunksie het (Dillon, 1977:139). 'n Groter waarde is dus verkieslik bo 'n kleiner waarde (Hardaker *et al.*, 1997:146). Gegewe twee aksies A en B sal A vir B domineer in die eerste orde indien die kumulatiewe distribusiefunksie vir A kleiner is as die kumulatiewe distribusiefunksie van B met ten minste een sterk ongelykheid (Hardaker *et al.*, 1997:146) Eerste-orde stochastiese dominansie word met behulp van Figuur 4.4 grafies geïllustreer. F, G en H verteenwoordig die kumulatiewe waarskynlikheidsdistribusiefunksies vir drie strategieë. Verdeling F word deur G gedomineer met eerste-orde stochastiese dominansie. Dit is egter nie moontlik om op grond van eerste-orde stochastiese dominansie tussen F en H te onderskei nie.

**FIGUUR 4.4: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN EERSTE-ORDE DOMINANTE STRATEGIEË**



Bron:Boehlje en Eidman, 1977:486

- **Tweede-orde stochastiese dominansie**

Tweede-orde stochastiese dominansie berus op die beginsel van 'n risikovermydende besluitnemer wat laer risikos bo hoër risikos verkies (Anderson *et al.*, 1977:284). Tweede-orde stochastiese dominansie word in terme van die oppervlak onder die kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling beskryf. Verdeling A sal verdeling B op tweedegraads stochasties domineer indien die oppervlak onder  $F_{(A)}$  kleiner is as die oppervlak onder  $F_{(B)}$ , waar die kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling deur  $F_{(n)}$  aangedui word. Simbolies word dit geskryf as:

$$\int F_B(X)dx \geq \int F_A(X)dx \text{ vir alle waardes van } x \quad [24]$$

waar:  $F_N$  = Die kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling van N

Deur dus die oppervlak onder die kumulatiewe waarskynlikheidsverdeling (KDF) te bereken, kan bepaal word of een verdeling 'n ander domineer.

- **Ander dominansie kriteria**

Benewens eerste- en tweede-orde stochastiese dominansie word ander vorms van stochastiese dominansie ook soms toegepas. Derde-orde stochastiese dominansie is gebaseer op die baie eng aanname dat die besluitnemer minder risiko-avers raak met toenemende welvaart (Hardaker *et al.*, 1997: 149) Derde-orde stochastiese dominansie vind min praktiese toepassing, veral ook omdat dit selde duideliker diskrimineer tussen verdelings (Anderson *et al.*, 1977:288).

Stochastiese dominansie kan ook veralgemeen word om 'n ondernemer se risiko-aversie koëffisiënte in te sluit (Bosch *et al.*, 1987:236) en op grond daarvan tussen funksies te kan kies. Konvekse stochastiese dominansie kan gebruik word om nie gedomineerde funksies saam te voeg tot dominante funksies (Hardaker *et al.*, 1997: 151).

#### **4.8.4 Risikoprogrammering**

Daar bestaan verskeie metodes om onsekere elemente in 'n programmeringsmodel te hanteer. Enkele aspekte hiervan is reeds in paragraaf 4.7 hanteer. Om egter 'n geheelbeeld van tegnieke vir die hantering van risiko te verkry, word hierdie tipe model bespreek.

#### **4.8.4.1 Kwadratiese risikoprogrammering**

Die stel van effektiewe E,V waardes kan met behulp van kwadratiese programmering bepaal word (Van Zyl, 1990:39). Voldoende data om die totale variansie-kovariansie matriks vir alle veranderlikes op te stel ontbreek dikwels (Barnard en Nix, 1979:432). Die aanname van 'n kwadratiese nutsfunksie (Hardaker *et al.*, 1997:187) en 'n normale verspreiding van verwagte inkomste (Bosch *et al.*, 1987:234) beperk ook die toepasbaarheid van die tegniek.

Die gebrek aan toepasbare algoritmes vir die oplossing van kwadratiese programmeringsprobleme (Agrawal en Heady, 1972:129) het tot gevolg gehad dat sekere ander metodes ontwikkel is om die tipe probleem mee op te los. Die ontwikkeling van algoritmes vir die optimisering van nie-lineêre doelfunksies sedert 1987 het die toepasbaarheid van kwadratiese programmering verbeter (Hardaker *et al.*, 1997:187).

#### **4.8.4.2 MOTAD programmering**

Die reeds gemelde probleme met die ontwikkeling van data en oplossings-algoritmes het gelei tot die ontwikkeling van Minimisation of Total Absolute Deviation (MOTAD) programmering (Hazell, 1971). Die totale absolute afwyking vir alle aktiwiteite (Eng. Mean Absolute Deviation, MAD of kortweg M) word geminimiseer. Die voordeel is dat die doelfunksie lineêr is en dus met normale LP algoritmes opgelos kan word (Hardaker *et al.*, 1997:189). MOTAD probleme word opgelos deur die maksimum waarde vir die totale afwyking parametries te verlaag vanaf 'n aanvanklike waarde. Die E,M stel van effektiewe oplossings word so gegenereer.

#### **4.8.4.3 Teiken-MOTAD programmering**

Die skaarste aan geskikte algoritmes om nie-lineêre funksies te hanteer, het in die verlede gelei tot die ontwikkeling van 'n hele aantal oplossingsmetodes wat gepoog het om die probleme met MOTAD programmering te oorkom terwyl die lineêre doelfunksie behou word. Teiken-MOTAD programmering, beperk die afwyking vanaf 'n arbitrêre teikenvlak van inkomste en genereer dan vir verskillende vlakke van inkomste die E,d effektiewe oplossings (d = afwyking vanaf inkomste teiken). 'n Nadeel van Teiken-MOTAD programmering is dat daar 'n relatiewe groot stel resultate vir die verskillende teikenwaardes en afwykings gegenereer word (Hardaker *et al.*, 1997:193) wat die resultate moeilik intrepreteerbaar maak.

#### **4.8.4.4 Direkte Nutsmaksimering**

Die beskikbaarheid van nie-lineêre programmerings sagteware het dit moontlik gemaak om nutsmaksimerings modelle te spesifiseer en oplossings te verkry wat die totale nut vir 'n besluitnemer maksimeer (Hardaker *et al.*, 1997:193). Direkte nutsmaksimering verskaf vir 'n risiko-averse besluitnemer met 'n bekende nutsfunksie 'n optimale plan. Indien die

spesifieke nutsfunksie nie beskikbaar is nie, sal nuts-doeltreffende programmering wat 'n uitbreiding van direkte nutsmaksimering is, gebruik kan word. Die doelfunksie word definieer in terme van varierende vlakke van risiko aversie waarvoor daar dan oplossings verkry word.

#### **4.8.4.5 Diskrete stochastiese programmering (DSP)**

Die gebruik van dinamiese lineêre programmering om meer-stadia probleme te hanteer, is reeds bespreek. Stochastiese veranderlikes kan in 'n DLP model ingesluit word deur vir elke stadium alternatiewe aktiwiteite vir die verskillende verwagte waardes in te sluit (Rae,1971:448 – 460). 'n Voordeel van DSP is dat die opeenvolgende aard van besluitnemingsprobleme in die model nageboots kan word en gevolglik kan risikos in die inset-uitset koëffisiënte asook in die beperkings verreken word (Hardaker *et al.*, 1997: 200).

#### **4.8.4.6 Dinamiese stochastiese programmering**

In dinamies stochastiese programmering hang die stand van die sisteem in enige stadium af van die stand in die vorige stadium, die besluit wat geneem is asook die aksie van stochastiese veranderlikes wat buite beheer van die besluitnemer is (Hardaker *et al.*, 1997:221). Hardaker *et al.*(1997:221 –222) toon met behulp van 'n eenvoudige voorbeeld aan dat 'n vervangingsprobleem met behulp van dinamiese programmering opgelos kan word. Beide Burt (1965:324 – 365) , Weersink en Stauber (1988: 18 – 28) en Gustafson en Taylor (1993:39 – 54) sluit stochastiese elemente in die DP formulاسie in.

### **4.9 SIMULASIE MODELLE**

Simulasie word gedefinieer as die eksperimentering met 'n model van 'n spesifieke stelsel (Agrawal en Heady,1972:261). Met behulp van simulasie word daar nie optimale of effektiewe oplossings gegenereer nie maar word die resultate van sekere besluitstrategieë onder verskillende omstandighede bepaal. Beide tydsafhanklike en stochastiese elemente kan in 'n simulasiemodel ingesluit word (Charlton en Thompson, 1970:373).

Simulasie bestaan uit 'n aantal stappe wat opeenvolgend en interaktief uitgevoer word. Nadat 'n probleem gedefinieer is, word daar 'n model van die stelsel ontwikkel. Die model is dan 'n vereenvoudiging van die waargenome werklikheid. Gewoonlik word die model dan omskep tot 'n wiskundige model waarmee verder eksperimenteer kan word. Die model se doeltreffendheid word bepaal deur die mate waartoe die model die effek van veranderinge in insetveranderlikes op uitsette kan verreken.

Modelle word verfyn en geldig gemaak deur daarmee te eksperimenteer. Indien besluitnemers tevrede is met die werking van 'n model word hierdie model gebruik om sekere uitsette te verkry. Omdat probleme dikwels uniek is, vereis dit dikwels dat daar 'n unieke simulasiemodel vir elke afsonderlike probleem ontwikkel moet word. Die grootste waarde van simulasie is dikwels in die ontwikkeling van 'n konsepsuele model van 'n

sisteem geleë. So 'n model dra dikwels grootliks by tot 'n beter begrip van die werking van 'n spesifieke stelsel.

Simulasie-modelle is in verskeie studies gebruik vir die bepaling van optimale vervangingstrategieë (Bates *et al.*, 1979:331-334; Gustafson *et al.*, 1988:244 -253). Die beskikbaarheid van sagteware wat stochastiese elemente in sigblaai kan hanteer, het die moontlikhede vir die gebruik van simulاسie uitgebrei.

#### 4.10 BESLUITNEMINGSONDERSTEUNINGSMODELLE EN KUNDIGHEIDSTELSLS

In die vorige paragrafe is verskeie modelle bespreek wat moontlik gebruik kan word om die effektiwiteit van vervangingsbesluite te evalueer of om norme vir vervanging van bates aan te dui. Met enkele uitsonderings verskaf die modelle komplekse uitsette wat kundige intepretasie benodig (Kline *et al.*, 1988:46). Om vir boere bruikbaar te wees sal die uitsette in eenvoudige terme beskikbaar gestel moet word (Ortmann, 2000:28). Om die uitset van komplekse modelle tot verstaanbare bestuursinligting te verwerk, is daar twee aanverwante tipes stelsels ontwikkel naamlik besluitnemingsondersteuningstelsels en kundigheidstelsels. 'n Besluitnemingsondersteuningstelsel bestaan uit 'n rekenaar-gebaseerde inligtingstelsel wat besluitreëls en modelle gebruik en 'n omvattende databasis insluit (Love, 1988:2). 'n Kundigheidstelsel bestaan uit 'n rekenaarprogram wat kennis en inferensieprosedures gebruik om probleme, wat so gekompliseerd is dat dit gevorderde menslike kundigheid benodig, op te los (Evans *et al.*, 1989:641). Die twee tipes modelle verskil grootliks in die metodiek wat gevolg word om optimale oplossings te verskaf. Die verskil tussen die twee tipes stelsels word in Tabel 4.4 aangedui.

**TABEL 4.4: VERSKIL TUSSEN BESLUITNEMINGS-ONDERSTEUNINGSTELSLS EN KUNDIGHEIDSTELSLS**

Eienskap	Besluitnemings- ondersteuningstelsel	Kundigheid- Stelsel
Doel van stelsel	Ondersteun besluitnemer	Boots besluitnemer na en vervang sy uitsette
Bron van aanbevelings	Mens plus stelsel	Stelsel
Uitgangspunt	Ondersteun besluitnemer in neem van besluite	Dra kundigheid oor vanaf kundige na besluitnemer
Data-manipulasie	Numeries	Simbolies
Redeneervermoë	Geen	Beperkte
Verduidelikingsvermoë	Beperkte	Uitgebreide

Bron: Love, 1988:3

Kundiges gebruik besluitnemingsondersteuningstelsels om inligting te genereer wat kan bydra tot die neem van besluite terwyl kundigheidstelsels die vermoë van 'n kundige of groep kundiges tot die beskikking van besluitnemers stel. Verskeie

besluitnemingsondersteuning- en kundigheidstelsels is in die landbou ontwikkel (Kline *et al.*, 1987;1988; Love, 1988).

#### 4.11 DIE GESKIKTHEID VAN VOORNOEMDE MODELLE VIR GEBRUIK BY DIE ONDERSTEUNING VAN BOERE IN DIE NEEM VAN VERVANGINGS-INVESTERINGBESLUITTE

Die hoofdoelwit van hierdie studie is die identifikasie van modelle wat aangewend kan word om boere te ondersteun in die neem van vervangingsbesluite (Hoofstuk 1). Modelle moet dus ge-evalueer word aan die hand van die kriteria soos in Hoofstuk 1 gestel. In Hoofstuk 2 is daar 'n konsepsuele model van die vervangingsproses ontwikkel wat tesame met 'n vloeiagram van die besluitnemingsproses as basis vir die neem van vervangingsbesluite kan dien. Modelle wat gebruik kan word om een of meer stappe in die proses te ondersteun, kan moontlik aangewend word as vervangingsmodelle.

Die volgende kan as minimum vereistes vir 'n geskikte model gestel word:

- Die model moet vervangingsbesluite evalueer en nie net uitdienstreding nie.
- Die model moet besluitnemingsondersteunend aangewend kan word in spesifieke situasies.
- Betroubare en doeltreffende resultate moet gelewer word.
- Die model moet prakties toepasbaar wees.
- Data-vereistes vir die gebruik van die model moet prakties haalbaar wees.

Die minimumkoste en verdiskonteerde minimumkoste-model neem slegs die vervangde bate in ag terwyl die uniforme koste-model beide die vervangde en vervagende bate in ag neem. Die uniforme koste-model verg dus verdere evaluasie.

'n Goeie teoretiese basis word deur die marginale koste-modelle verskaf. Beperkende aannames asook die behoefte aan moeilik beskikbare data maak die praktiese toepassing van die model bykans onmoontlik. Die naiewe aanname dat minimum koste verkry word indien gebruikskoste besitkoste oorskry, maak die eenheidsbesit- en gebruikskoste-model prakties onbruikbaar.

MAPI-modelle beklemtoon die belangrikheid van tegnologiese ontwikkeling in yervanging. Die baie beperkende aannames waarop die model gebaseer is, beperk egter die praktiese toepasbaarheid daarvan.

Daar is 'n hele verskeidenheid programmeringstegnieke beskikbaar. Indien daar gelyktydig 'n optimale samestelling van vertakkings asook 'n meganisasiesstelsel beplan word, kan dinamies lineêre programmering gebruik word. Die gebruik van 'n hipotetiese model het egter aangetoon dat 'n praktiese model onhanteerbaar groot afmetings sal

aanneem. Die resultate verkry hiermee en met 'n kapitaalbegrotingsmodel soos die uniforme koste-model kom ook meesal ooreen.

Met behulp van dinamiese programmering kan optimale vervangingsstrategieë vir 'n bepaalde beplanningsperiode bereken word. Die opstel van data-matrikse vir selfs eenvoudige probleme veroorsaak dat die model slegs vir vereenvoudigde probleme prakties bruikbaar is.

Hoewel meervoudige kriteria dikwels in vervangingsbesluitneming van toepassing is, word die besluit om te vervang normaalweg op grond van primêre kriteria geneem. Die gebruik van multi-kriteria modelle skyn 'n aantreklike opsie te wees. Die probleem met onhanteerbare groot matrikse soos met DLP ondervind, bly egter ook hier die grootste struikelblok.

Vervangingsbesluite word op grond van projeksies van toekomstige koste en inkomste geneem. Onsekerheid is dus 'n inherente eienskap van 'n vervangingsbesluit en moet in ag geneem word. Die beskikbaarheid van risiko-ontledingsprogramme wat met sigblaaie gekombineer kan word, maak die insluiting van risikos in die uniforme koste-model moontlik.

Die verskillende tegnieke vir die identifikasie van effektiewe oplossings soos die E,V model en die verskillende stochastiese dominansie modelle genereer nie optimale strategieë nie, maar word ex-post gebruik om verskillende oplossings met mekaar te vergelyk. Hierdie tegnieke kan dus moontlik gebruik word om uitsette van 'n vervangingsinvesteringsbesluitnemingsondersteuningsmodel te evalueer.

Risiko-programmeringstegnieke vertoon dieselfde probleme met matriksontwikkeling as al die ander programmeringstegnieke.

Die genoemde onsekere aard van toekomstige inkomste en koste maak die gebruik van modelle wat risiko en onsekerheid kan hanteer noodsaaklik indien praktyk getroue resultate verkry moet word. Die ontwikkeling van 'n simulasiemodel wat die risiko van verandering in die waarde van veranderlikes kan evalueer, skyn dus noodsaaklik te wees.

Gebaseer op bogenoemde beredenering is besluit om die uniforme koste-model en 'n simulasiemodel verder te beoordeel en indien moontlik tot besluitnemingsondersteuningsmodelle te ontwikkel.



## HOOFSTUK 5

### DIE HUIDIGE SITUASIE MET BETREKKING TOT TREKKERBESIT EN VERVANGING IN SUID AFRIKA

#### 5.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die beskikbaarheid van trekkers op die Suid Afrikaanse mark, ouderdomsverdeling van trekkers en die mark vir trekkers bestudeer. Inligting met betrekking tot vervangingspraktyk soos deur boere toegepas, en met 'n posopname verkry, word ook evalueer.

#### 5.2 BELEGGING IN MASJINERIE EN IMPLEMENTE

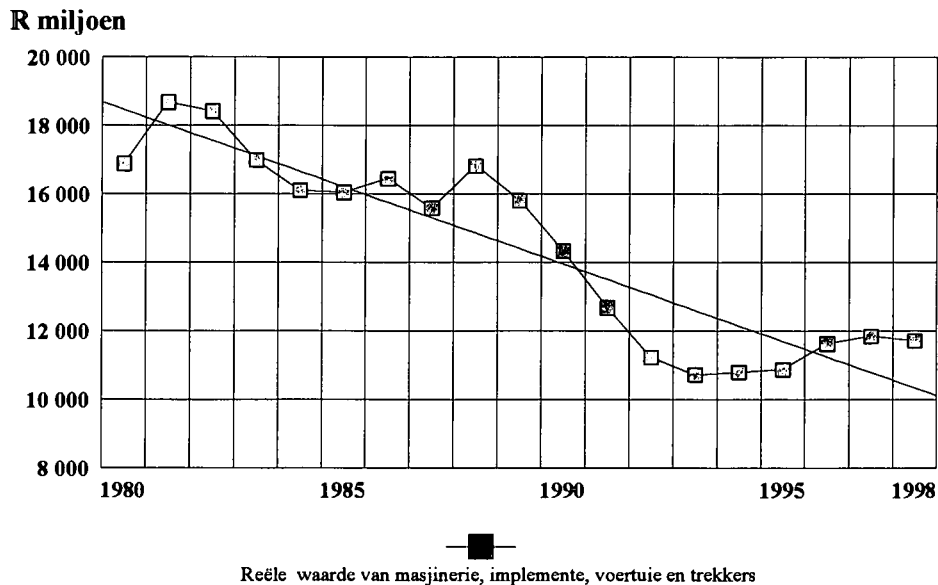
Voorlopige syfers vir 1998 dui aan dat die waarde van masjinerie, implemente, voertuie en trekkers sowat 17% van die totale waarde van kapitaalbates op plase uitmaak (Abstract of Agricultural Statistics, 2000:89). Die verloop van die nominale waarde van masjinerie, implemente, lewendehawe en trekkers as persentasie van die totale waarde van kapitaalbates in die landbou word in Tabel 5.1 aangedui. Die waarde van masjinerie, implemente, voertuie en trekkers het toegeneem vanaf 9,1% in 1980 tot 17,2% in 1998. Dit illustreer die belangrikheid van die bates in die totale landbou. In reële terme het die waarde van hierdie bates egter oor tyd gedaal soos uit Figuur 5.1 blyk.

**TABEL 5.1: WAARDE VAN MASJINERIE, IMPLEMENTE, VOERTUIE EN  
TREKKERS AS PERSENTASIE VAN DIE TOTALE WAARDE VAN  
KAPITAALBATES IN DIE LANDBOU, 1980 - 1998**

Jaar	%
1980	9,1
1981	10,9
1982	11,0
1983	10,4
1984	10,3
1985	11,6
1986	11,8
1987	11,4
1988	12,5
1989	12,5
1990	13,8
1991	12,7
1992	13,4
1993	14,5
1994	14,1
1995 <sup>1</sup>	14,2
1996 <sup>1</sup>	15,6
1997 <sup>1</sup>	16,5
1998 <sup>1</sup>	17,2

Bron: Abstract of Agricultural Statistics, 2000:89; <sup>1</sup> Voorlopig

**FIGUUR 5.1: REËLE WAARDE VAN MEGANISASIEBATES IN DIE LANDBOU, 1980 TOT 1998 (1995 = 100).**



Bron: Abstract of Agricultural Statistics, 2000: 89.  
(Gedefleer met verbruikersprysindeks)

Die reële waarde van masjinerie, implemente, voertuie en trekkers het gedaal vanaf R 16 879 miljoen in 1980 tot R 11 709 miljoen in 1998 – 'n gemiddelde daling van 6,4% per jaar. Hieruit kan afgelei word dat kapitaalbaties op kommersiële plase besig is om te verouder en dat daar nie voldoende vervanging plaasvind nie.

Bruto jaarlikse kapitaalvorming in masjinerie, implemente, voertuie en trekkers word in in Tabel 5.2 aangedui. Uit Tabel 5.2 blyk dat daar in nominale terme 'n geringe styging in kapitaalvorming was, maar dat die bruto kapitaalvorming in reële terme 'n dalende tendens oor tyd vertoon.

Gegrono op hierdie inligting kan daar verwag word dat die getal trekkers op plase moontlik afneem en dat die trekkerbevolking verouder. Verdere bevestiging hiervoor word in die volgende paragraaf verskaf.

**TABEL 5.2: BRUTO KAPITAALVORMING IN MASJINERIE, IMPLEMENTE, VOERTUIE EN TREKKERS IN DIE LANDBOU IN NOMINALE EN REËLE TERME, 1980 TOT 1998**

Jaar	Bruto kapitaalvorming	
	Nominale waarde (R miljoen)	Reële waarde (1995=100) (R miljoen)
1980	636	4 269
1981	947	5 505
1982	737	3 743
1983	690	3 108
1984	657	2 660
1985	721	2 502
1986	694	2 035
1987	819	2 068
1988	1 152	2 577
1989	1 308	2 550
1990	1 097	1 872
1991	1 015	1 502
1992	931	1 210
1993	1 274	1 508
1994	1 785	1 940
1995 <sup>1</sup>	1 935	1 935
1996 <sup>1</sup>	2 704	2 518
1997 <sup>1</sup>	2 578	2 211
1998 <sup>1</sup>	2 150	1 725

Bron: Abstract of Agricultural Statistics, 2000:88

<sup>1</sup> Voorlopig

### 5.3 DIE SUID-AFRIKAANSE TREKKERBEDRYF

#### 5.3.1 Fabrikate en modelle

Die getal modelle van verskillende fabrikate op die SA trekkermark het oor tyd gewissel soos in Tabel 5.3 aangedui word. Die afname gedurende 1992 – 1994 was die gevolg van rasionalisasie en die onttrekking van 'n vervaardiger aan die Suid Afrikaanse mark. Die aantal vervaardigers neem sedert 1994 toe soos meer vervaardigers en veral minder bekende fabrikate uit Oos-Europa tot die mark toetree. Rasionalisasie het egter ook binne die bedryf plaasgevind. Twee van die grootste verpreiders van trekkers en implemente, Vetsak en Samcor het in 1999 hul landbouafdelings saamgesmelt om die grootste spesialis landboumasjinerie maatskappy in Suid Afrika te vorm. Beide Ford en Fiat word deur die nuwe maatskappy New Holland Suid Afrika bestuur. Internasionaal is ook die Case Korporasie deur New Holland oorgeneem ( Brink,2000:11).

Beskikbare modelle wissel vanaf 12 kW. tot 492 kW en pryse vanaf R 30 850 tot R 1 114 774. Die verspreiding van pryse in Rand/kW vir verskillende trekkers word in Figuur 5.2 en 5.3 aangedui. Die prys van trekkers in Rand/kW word bykans nie deur die

drywingskapasiteit beïnvloed nie. Enkele statistiese maatstawwe vir die prys van trekkers in Rand/kW word in Tabel 5.4 aangedui. Uit Tabel 5.4 blyk dat 2-wielaangedrewe trekkers gemiddeld R 3 585 per kW. en 4-wiel aangedrewe trekkers gemiddeld R 4 028 per kW kos. Daar is egter beide by 2- en by 4-wielaangedrewe trekkers 'n groot variasie in pryse tussen verskillende fabrikate.

**TABEL 5.3: TREKKERFABRIKATE EN -MODELLE  
BESKIKBAAR IN SUID-AFRIKA**

Bron	Jaar	Getal fabrikate	Getal modelle
1	1988	17	191
2	1990	16	203
3	1992	15	181
4	1994	17	231
5	2000	22	274

- Bron: 1) Allan, 1988:8  
 2) Rankin, 1990  
 3) Rankin, 1992  
 4) Rankin, 1994  
 5) Rankin, 2000

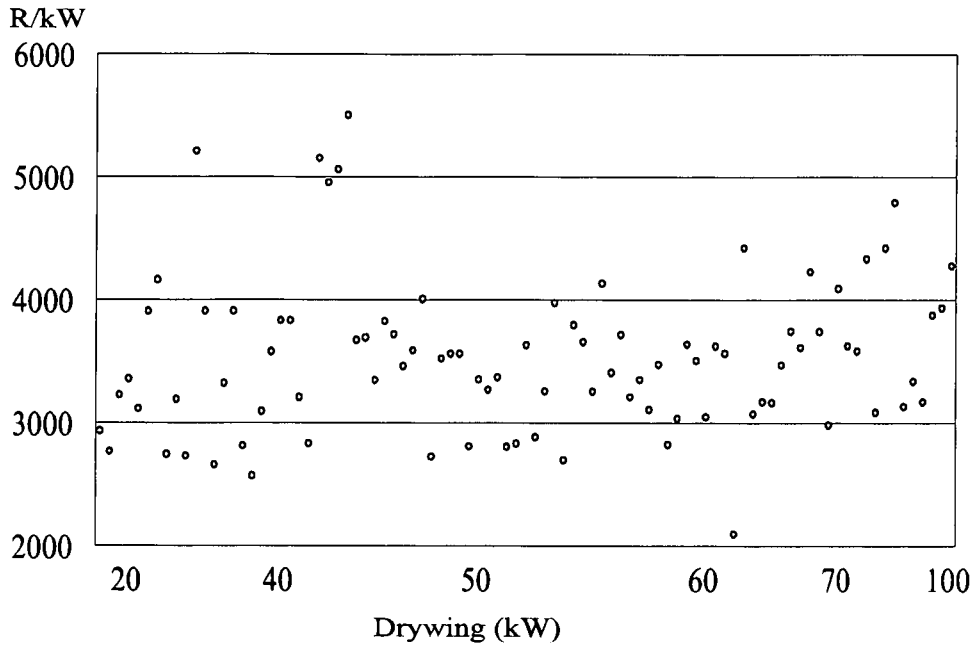
**TABEL 5.4: STATISTIESE MAATSTAWWE,  
TREKKERPRYSE (RAND/kW) MEI 2000**

Maatstaf	2-Wiel aangedrewe	4-Wiel aangedrewe
Gemiddeld	3 585	4 028
Mediaan	3 489	4 038
Modus	3 909	3 562
Standaardafwyking	853	741
Minimum	2094	2 182
Maksimum	9 120*	6 460
Getal trekkers	92	182

Bron: Ontleding van nuwe trekkerpryse, Mei 2000 (Rankin,2000)

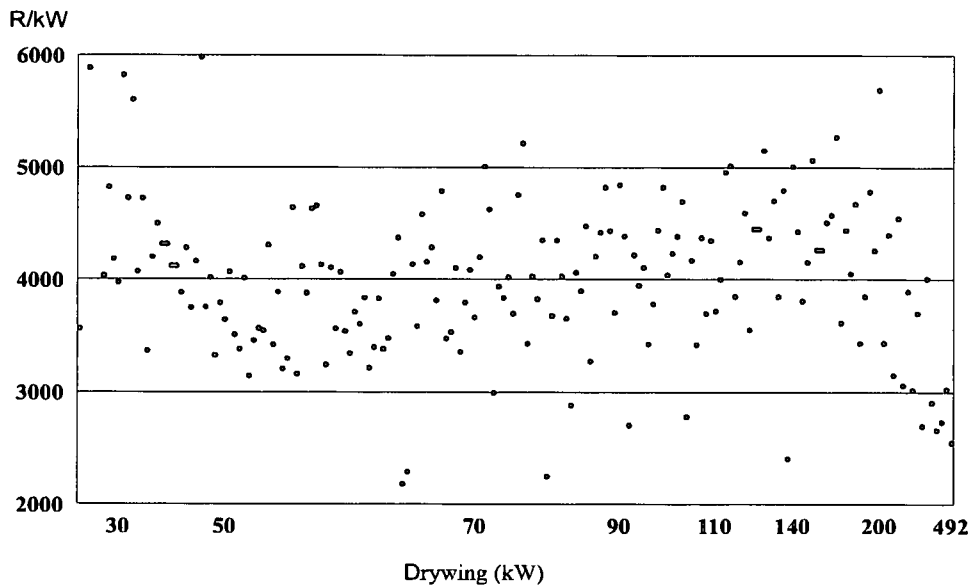
\* Spesialis trekker (20kW)

**FIGUUR 5.2: VERSPREIDING VAN TREKKERPRYSE IN RAND/kW VIR TWEEWIEL AANGEDREWE TREKKERS, MEI 2000**



Bron: Ontleding van nuwe trekkerpryse, Mei 2000 (Rankin, 2000)  
 Nota: 'n enkele model (kosprys = R 9 120/kW) is uitgesluit om die gebruik van 'n groter skaal op Y-as moontlik te maak.

**FIGUUR 5.3: VERSPREIDING VAN TREKKERPRYSE IN RAND/kW VIR VIERWIEL AANGEDREWE TREKKERS, MEI 2000**

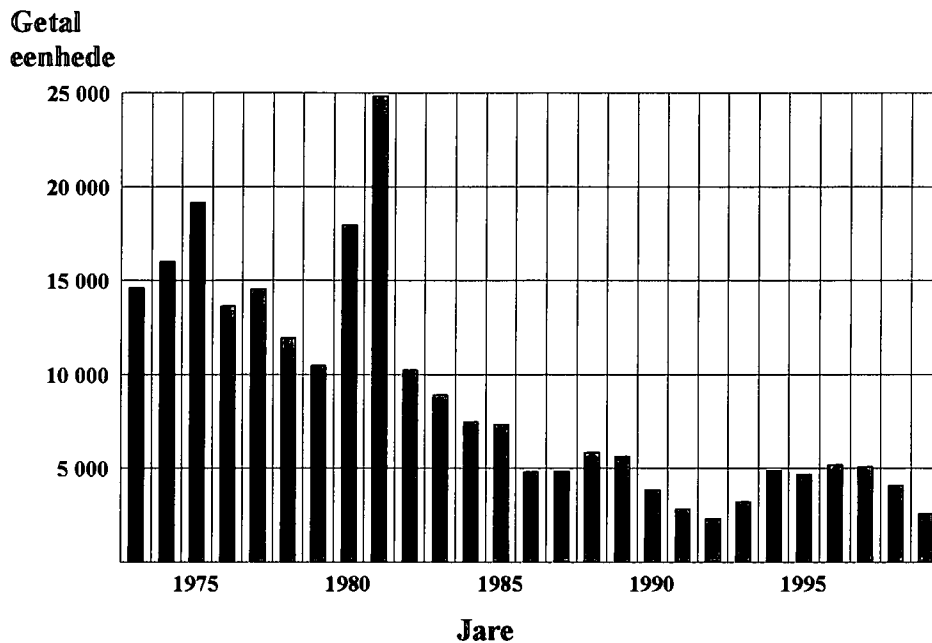


Bron: Ontleding van nuwe trekkerpryse, Mei 2000 (Rankin, 2000)

### 5.3.2 Jaarlikse trekkerverkope

Jaarlikse verkope van nuwe trekkers vanaf 1973 tot 1999 word in Figuur 5.4 aangedui.

FIGUUR 5.4: JAARLIKSE TREKKERVERKOPE, 1973 - 1999



Bron: Verkoopstatistiek Landboumasjinerie, verskeie uitgawes; Brink, 2000:10

Vanaf 1973 tot 1980 is gemiddeld 14 815 eenhede per jaar verkoop, gevolg deur rekordverkope van 24 862 in 1981. Goeie oeste, belastingbesparings en aankope van trekkers in afwagting van die ADE projek, word as rede vir die baie goeie verkope in 1981 aangevoer (Allan, 1988:9; Agricultural Machinery Dealers Digest, 1982). Na 1981 daal verkope tot 'n laagtepunt in 1992, waarna dit weer effens herstel. Positiewe tendense dui daarop dat verkope in 2000 tussen 15% en 20% meer as gedurende 1999 sal wees (SAAMA, 2000).

Die afname in trekkerverkope kan deels deur die effek van hoër rentekoerse, stygende trekkerpryse as gevolg van wisselkoerskommeling, onsekere pryse in 'n gedereguleerde mark en wisselende klimaatsfaktore verklaar word. Die gemiddelde grootte trekker wat aangekoop word, het oor die dekade toegeneem vanaf 58 kW tot 76 kW (Brink, 2000:10).

### 5.3.3 Faktore wat die vraag na trekkers beïnvloed

Verskeie ekonometriese modelle is ontwikkel om die vraag na trekkers in terme van makroveranderlikes te voorspel (Vanzetti en Quiggin, 1985; Prior, 1985). Allan (1988) ontwikkel 'n model van die vorm:

$$D = f(\text{welvaart, gewasproduksie, finansiering, wisselkoerse, relatiewe pryse})$$

[25]

waar: D = jaarlikse vraag na trekkers.

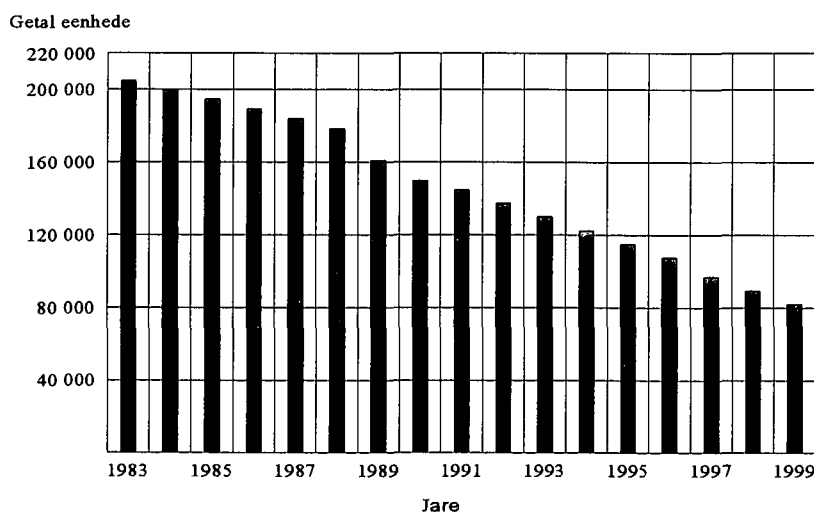
Allan (1988:104) slaag nie daarin om trekkerverkope in Suid Afrika bevredigend aan die hand van die model te verklaar nie. 'n Model wat trekkerverkope in 'n bepaalde jaar uitdruk in terme van trekker- en graanpryse, netto boerdery inkomste, rentekoerse en die skuldlas van boere is voorts ontwikkel. Data vir die periode vanaf 1971 is gebruik. Geen betekenisvolle passing kon met meervoudige regressie-analise verkry word nie. Om die effek van korrelasie tussen veranderlikes op die model te vermy, is stapsgewyse regressie-analise (Keller en Warrack, 2000, 758) ook gebruik. Beide huidige en vorige jare se waardes vir die veranderlikes is gebruik. Verskeie lineêre, kwadratiese en logaritmiese funksies is gepas. Geen betekenisvolle passing is verkry nie.

Dit is duidelik dat trekkerverkope oor die laaste 30 jaar in Suid Afrika nie met ekonometriese modelle verklaar kan word nie. Veral die laer verkope tussen 1988 en 1992 asook die piekverkope gedurende 1981 het kenners onkant gevang. So, voorspel Gouws (1988:5) verkope van 38% meer as wat werklik realiseer in 1988 tot 1992.

#### 5.3.4 Grootte van die trekkervloot

Die grootte van die totale trekkerbevolking het halveer van 161 000 in 1989 tot 82 000 in 1999 (Brink, 2000:10). Ten spyte van variërende verkope het die totale trekkerbevolking bykans reglynig gedaal oor tyd, soos uit Figuur 5.5 blyk.

**FIGUUR 5.5: GROOTTE VAN DIE SA TREKKERVLOOT**



Bron: Brink, 2000:10

### 5.3 5 Ouderdom van trekkervloot

In verskeie opnames is die ouderdomsverdeling van trekkers op plase in verskillende streke beraam. Die beraamde ouderdomsverdeling van trekkers op plase word in Tabel 5.5 aangedui. In al die opnames is gevind dat meer as 60% van trekkers ouer as ses jaar is. Die hoër ouderdomme wat met die 1990-opname in die Vrystaat verkry is, kan moontlik aan die insluiting van lewendehawe produsente in die opname gewyt word.

Indien die twee NAMPO opnames, wat dieselfde groep respondente as basis het, vergelyk word dan is dit duidelik dat die trekkerbevolking oor die periode verouder het.

Rankin (2000b) gebruik 'n model om die grootte en samestelling van die totale trekkerbevolking te evalueer. Die model sluit trekkers ouer as 20 jaar uit. Die verdeling van die totale trekkerbevolking vanaf 1983 tot 1999 word in Tabel 5.6 aangedui.

**TABEL 5.5: OUDERDOMSVERDELING VAN S.A. TREKKERS, 1987 – 1992**

Oudedom (jare)	Jaar van opname			
	1987 <sup>1</sup>	1988 <sup>2</sup>	1989 <sup>3</sup>	1992 <sup>4</sup>
	%	%	%	%
0 – 2	7,9	9,3	9,2	6,0
3 – 5	18,7	16,6	7,2	10,4
6 – 8	21,7	28,3	20,9	13,2
9 – 20	41,7	45,8	53,0	62,7
Ouer as 20 <sup>4</sup>	---	---	9,6	7,6
<b>Totaal</b>	100,0	100,0	100,0	100,0

Bron: <sup>1</sup> Onderdelebedryfsopname, 1987 RSA

<sup>2</sup> NAMPO, 1988, Somersaaistreke

<sup>3</sup> Coetzee, 1990 Vrystaat

<sup>4</sup> NAMPO, 1992, Somersaaistreke

Die persentasie trekkers ouer as 9 jaar het gestyg vanaf 36% in 1983 tot 63% in 1995. Daarna het dit effens gedaal tot 55% in 1999. Meer as die helfte van die trekkers is dus ouer as 9 jaar en 30% ouer as 15 jaar. Die gemiddelde ouderdom het ook gestyg vanaf 7,8 jaar tot 10,0 jaar. Die verskuiwing in die ouderdom-samestelling van die trekkerbevolking vanaf 1983 tot 1999 blyk uit Figuur 5.6.



**TABEL 5.6 OUDERDOMSVERDELING VAN SA TREKKERS JONGER AS 20 JAAR, 2000**

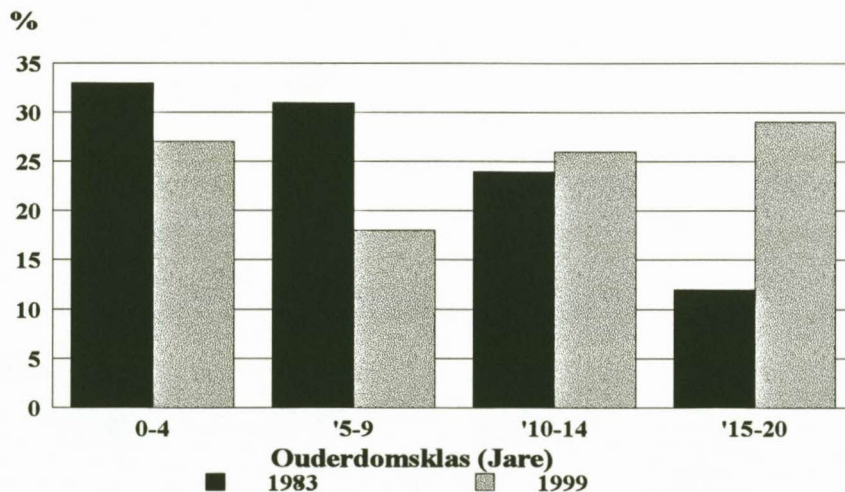
Ouderdom (Jare)	Jaar				
	1983	1987	1991	1995	1999
	%	%	%	%	%
0 – 4	33	18	16	16	27
5 – 9	31	37	23	21	18
10 – 14	24	29	40	37	26
15 – 20	12	16	21	26	29
10 – 20	36	45	61	63	55
Gemiddeld	7,8	9,2	10,4	10,8	10,0

Bron: Verwerk vanaf Rankin, 2000b:1

Dit is duidelik dat die gemiddelde ouderdom van trekkers asook die persentasie trekkers ouer as 9 jaar steeds styg. Daar is 'n effense afname in die gemiddelde trekkerouderdom in 1999 te bespeur wat moontlik mag voortduur in die lig van verwagte hoër trekkerverkoopsyfers in 2000 (Brink, 2000:10).

Die omvang van die veroudering in die trekkerbevolking blyk daaruit dat in 1999 sowat 3,2% van die trekkerbevolking van 82 000 eenhede vervang is. Dit impliseer 'n verwagte vervangingsouderdom van 31 jaar.

**FIGUUR 5.6: OUDERDOMSVERDELING VAN TREKKERS JONGER AS 20 JAAR, 1983 & 1999**



Bron: Rankin, 2000

## 5.4 OPNAME MET 'N POSVRAEBOOG

### 5.4.1 Doel van die opname

Die hoofdoel van die posopname was om inligting met betrekking tot boere se vervangingsbeleid, -besluitnemingsproses en – praktyke te verkry. Die inligting is verkry met behulp van 'n aantal ongestruktureerde vrae oor die wyse waarop boere vervangingsbesluite neem en die faktore wat oorweeg word indien vervanging van 'n trekker oorweeg word. Die getal, ouderdom en aanwending van trekkers deur boere is ook bepaal. Inligting met betrekking tot die omvang en aard van boerdery-bedrywighede asook biografiese inligting met betrekking tot die respondente is verkry.

### 5.4.2 Opname prosedure

As gevolg van finansiële beperkings en die kwalitatiewe aard van die verlangde inligting is daar op 'n posopname besluit. Volgens Keller en Warrack (1999:151) moet die volgende aspekte onder andere in die uitvoer van 'n opname aandag geniet.

- Die vraelys moet so kort as moontlik gehou word.
- Begin die vraeboog met eenvoudige demografiese inligting om respondente op hul gemak te plaas.
- Nie gestruktureerde vrae gee geleentheid aan respondente om menings volledig uit te spreek.
- Dit is meesal noodsaaklik om die geskiktheid van vraeboë met 'n loodsopname by 'n subgroep van die totale groep te evalueer.

Die vraeboog is ontwikkel en met navorsers van die Universiteit van die Oranje Vrystaat bespreek waarna veranderinge aangebring is. Die vraeboog is by 'n groep boere getoets in 'n loodsopname. Hierna is verdere veranderinge aangebring alvorens die vraeboog vir verspreiding vermeerder is.

Voltydse boere wat lede van Vrystaat Landbou (voorheen die Vrystaatse Landbou Unie) is, is as universum gekies. Gebaseer op die beskikbare fondse asook op die verwagte respons in 'n posopname van ongeveer 6% tot 8%, is besluit om 1 000 vraeboë uit te stuur. Die adreslys van Vrystaat Landbou is as basis gebruik. Die adreslys is geografies georden en 'n gestratifiseerde ewekansige steekproef (Stoker, 1983: 5) van 1 000 respondente is gekies. Om die respons te verhoog, is die samewerking van Vrystaat Landbou verkry en is 'n brief van steun deur die hoofbestuurder van die organisasie asook 'n brief, waarin die studeleier die belangrikheid van die projek verduidelik, saam met die vraeboog aan respondente gestuur.

Na die aanvanklike respons is vraeboë weer aan alle nie-respondente gestuur. 'n Finale bruikbare respons van 216 vraeboë (21,6%) is verkry. Die data is aanvanklik met behulp van die SPSS pakket op 'n hoofraam rekenaar verwerk. Verdere verwerking is met behulp van die Data Analysis Plus sagteware pakket (Keller en Warrack, 1999) gedoen.

### 5.4.3 Opname resultate

Inligting met betrekking tot die samestelling van boerdery eenhede van die respondente word in Tabel 5.7 opgesom. 'n Groot variasie in boerdery-oppervlakte, oppervlakte bewerkte grond, veldweiding en beskikbare trekkrag kom voor. In alle gevalle is die betroubaarheidsintervalle op 'n 95% peil aangedui. Die resultate was in alle gevalle betekenisvol by 'n 95% peil. Die resultate is tipies van boere in die Vrystaat maar is nie noodwendig verteenwoordigend nie.

Tweeringing tabelle is ook opgestel om die verwantskap tussen oppervlakte bewerkte grond en weiveld te bepaal. Daar is 'n betekenisvolle negatiewe ( $P = 0,95$ ) verwantskap tussen weiveldoppervlakte en bewerkte oppervlakte.

Die gemiddelde trekkrag per oppervlakte bewerkte grond vir die 1990 opname asook vir enkele bedryfskoste opnames word in Tabel 5.8 aangedui. Uit Tabel 5.8 is dit duidelik dat die gemiddelde trekkrag per hektaar vir die 1990 opname grootliks ooreenkom met die gemiddelde van die ander opnames.

**TABEL 5.7: SAMESTELLING VAN BOERDERY-EENHEDE,  
GRONDGEBRUIKSPATROON EN BESKIKBARE TREKKRAG, 1990  
OPNAME**

<b>1. Totale boerdery oppervlakte</b>		
<b>Oppervlakte (Ha)</b>	<b>Getal eenhede</b>	<b>Persentasie</b>
0 – 500	96	44,4
501 – 1000	12	5,5
1001 – 3000	3	1,3
3001 – 4000	101	46,8
> 4000	4	2,0
<b>Totaal</b>	<b>216</b>	<b>100,0</b>
Gemiddeld (Ha.)	1 951	
Mediaan (Ha.)	1 037	
<b>2. Oppervlakte droëlande</b>		
<b>Oppervlakte (Ha)</b>	<b>Getal eenhede</b>	<b>Persentasie</b>
0	18	8,3
1 – 100	21	9,7
101 – 200	26	12,0
201 – 300	25	11,6
301 – 400	21	9,7
401 – 500	20	9,2
501 – 600	13	6,0
601 – 700	15	6,9
701 – 800	7	3,2
801 – 900	12	5,5
901 – 1 000	5	2,3
1 001 – 1 500	19	8,7
1 501 – 2 000	7	3,2
> 2 000	7	3,2
<b>Totaal</b>	<b>216</b>	<b>100,0</b>
Gemiddeld (Ha.)	520	
Mediaan (Ha.)	380	

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

**TABEL 5.7 (vervolg): SAMESTELLING VAN BOERDERY EENHEDE, GRONDGEBRUIKSPATROON EN BESKIKBARE TREKKRAG, 1990 OPNAME**

<b>3. Besproeide oppervlakte</b>		
<b>Oppervlakte (Ha)</b>	<b>Getal eenhede</b>	<b>Persentasie</b>
0	109	50,5
1 -10	31	14,4
11 - 20	0	18,0
21 - 30	9	4,2
31 - 40	7	3,2
41 - 60	9	4,2
61 - 80	6	2,8
81 - 100	10	4,6
101 - 200	9	4,2
>200	8	3,7
Totaal	216	100,0
Gemiddeld (Ha.)	25	
Mediaan (Ha.)	0	
<b>4. Oppervlakte veldweiding</b>		
<b>Oppervlakte (Ha)</b>	<b>Getal respondente</b>	<b>Persentasie</b>
0 - 600	90	41,7
601 - 1 200	49	22,7
1201 - 1 800	19	9,0
1801 - 2 400	21	9,5
2401 - 3 000	13	5,8
3001 - 3 900	7	3,2
3 901 - 6 000	7	3,3
> 6 000	10	4,8
Totaal	216	100,0
Gemiddeld (Ha.)	1 528	
Mediaan (Ha.)	811	

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

**TABEL 5.7 (vervolg): SAMESTELLING VAN BOERDERY EENHEDE, GRONDGEBRUIKSPATROON EN BESKIKBARE TREKKRAG, 1990 OPNAME**

5. Beskikbare trekkrag		
Trekkrag Kw	Getal respondente	Persentasie
0 - 60	17	7,9
61 - 120	20	9,3
121 - 180	29	13,4
181 - 240	32	14,8
241 - 300	27	12,5
301 - 360	21	9,7
361 - 420	14	6,5
421 - 480	14	6,5
481 - 540	6	2,8
541 - 600	4	5,5
601 - 660	9	2,3
661 - 720	4	8,7
721 - 780	6	3,2
781 - 840	13	3,2
Totaal	216	100,0
Gemiddeld (Kw.)	346	
Mediaan (Kw.)	300	

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

**TABEL 5.8: GEMIDDELDE TREKKRAG (Kw) PER HA. BEWERKTE GROND, VERSKEIE OPNAMES**

Bron	Gemiddeld	Betroubaarheids interval*	
		Boonste grens	Onderste grens
1.	0,63	0,73	0,52
2.	0,62	---	---
3	0,52	---	---

Bron: 1 Posopname, Vrystaat, 1990

2 Afdeling landbouproduksie-ekonomie, 1982/83

3 Afdeling landbouproduksie-ekonomie, 1988/89

## 5.5 VERVANGINGSBESLUITNEMINGSPROSES BY BOERE

Enkele aspekte van die besluitnemingsproses by boere is reeds in Hoofstuk 3 bespreek. In hierdie gedeelte word die kwantifisering van die vervangingsbesluitnemingsproses aan die hand van kwantitatiewe resultate soos uit die 1990 opname en ander studies verkry is, bespreek.

### 5.5.1 Faktore wat boere oorweeg indien die vervanging van 'n trekker oorweeg word

Bischoff (1992:233) gebruik 'n gestruktureerde vraeboog om die faktore te bepaal wat boere oorweeg indien die aankoop van 'n trekker beplan word. Die faktore wat die grootste gedeelte van die variasie tussen respondente verklaar, word in Tabel 5.9 aangedui.

**TABEL 5.9: BELANGRIJKSTE FAKTORE WAT SA BOERE OORWEEG INDIEN DIE AANKOOP VAN 'N TREKKER BEOOG WORD.**

Faktor	Variasie verklaar %	Nommer*
Produk en dienskwaliteit	17,07	3
Operasionele kwaliteit	9,41	1
Naverkoopdiens	5,77	3
Ergonomika	4,96	-
Gemak van bedryf	4,92	-
Koste van finansiering	4,81	11
Potensiële besparings	2,86	9
Totale variasie verklaar	55,65	

Bron: Aangepas vanaf Bischoff, 1992:252

\* Volgens Tabel 5.11

Jacobson (1999:2) verskaf die resultate van 'n opname onder boere in Denemarke gedurende 1996. Faktore in Tabel 5.10 is deur die boere aangedui as die belangrikste faktore wat die vervangingsbesluit beïnvloed.

**TABEL 5.10: BELANGRIKSTE FAKTORE WAT DEENSE BOERE OORWEEG INDIEN DIE VERVANGING VAN 'N TREKKER BEOOG WORD**

Rang-orde	Faktor	Nommer*
1	Verwagte herstelkoste	1
2	Verwagte brekasies	1
3	Prys van nuwe trekkers	5
4	Tegnologiese veranderinge	9
5	Werktoestande (gerief, gemak)	-
6**	Werkvermoë van huidige trekker	6

Bron: Jacobson, 1999:3

\* Volgens Tabel 5.11

\*\* In 'n afsonderlike studie bepaal.

In die 1990 opname is boere versoek om die faktore wat oorweeg word asook die stappe wat uitgevoer word, om 'n vervangingsbesluit te neem te beskryf. Uit die beskrywings is daar 25 faktore geïdentifiseer wat boere as belangrik ag. Hierdie faktore word in Tabel 5.11 in volgorde van belangrikheid gelys. Aangesien daar van oop vroe gebruik gemaak is, kan aanvaar word dat alle faktore wat boere bewustelik in oorweging neem, deur die respondente genoem is. Faktore 1 tot 7 is betekenisvol ( $P = 0,05$ ) meer as die ander faktore genoem en faktore 13 tot 25 kan op grond van die frekwensieverdeling as minder belangrik beskou word. In totaal is die verskillende faktore 559 keer deur die respondente genoem.

Respondente is ook versoek om 'n beskrywing van die stappe wat hulle in hul besluitnemingsproses volg, te verskaf. Respondente het tussen een en agt stappe geïdentifiseer. Die verspreiding van respondente op grond van aantal stappe geïdentifiseer word in Tabel 5.12 aangedui.



**TABEL 5.11: FAKTORE WAT SA BOERE OORWEEG INDIEN DIE VERVANGING VAN 'N TREKKER BEOOG WORD, 1990 OPNAME**

Nom- mer*	Faktor	Frekwen- sie %	Kumulatiewe Frekwensie %
1	Huidige trekker se herstelbaarheid, koste en verwagte koste	11,6	11,6
2	Eie finansiële posissie	10,7	22,3
3	Fabrikaat, model en handelaar	10,2	32,5
4	Vervang nie trekkers nie	10,0	42,5
5	Huidige trekkerpryse	8,4	50,9
6	Trekkrag-beskikbaarheid	7,0	57,9
7	Trekkrag behoeftes	5,4	63,3
8	Oorweeg tweedehandse trekker	5,0	68,3
9	Nuwe trekker se vermoëns	4,3	72,6
10	Betroubaarheid van huidige trekker	4,1	76,7
11	Finansieringsmetodiek	3,2	79,9
12	Inruilwaarde van trekker	2,9	82,8
13	Belastingimplikasies	2,1	84,9
14	Bewerkingspraktyke	2,1	87,0
15	Wingsgewendheid van belegging	2,1	89,1
16	Aanpassing van trekker by implemente	2,0	91,1
17	Tydigheid van bewerkings	2,0	93,1
18	Arbeidsbesikbaarheid	1,4	94,5
19	Onderdele beskikbaarheid	1,3	95,8
20	Gedemonstreerde werkvermoë	1,1	96,9
21	Moontlike oeste	1,1	98,0
22	Prysverwagtinge	0,9	98,9
23	Vervaardiger se affiliasies	0,6	99,5
24	Bure se ondervinding	0,4	99,9
25	Groter trekkers	0,1	100,0
	Gemiddeld	4,0	

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

\* Nommer soos in Tabel 5.9 en Tabel 5.10 gebruik

**TABEL 5.12: VERSPREIDING VAN RESPONDENTE OP GROND VAN GETAL STAPPE IN VERVANGINGSBESLUIT, 1990 OPNAME**

Getal stappe	Frekwensie %	Kumulatiewe frekwensie %
1	17,5	17,5
2	21,3	38,8
3	21,3	60,1
4	18,8	78,9
5	13,7	92,6
6 en meer	7,4	100,0

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

Respondente wat net een faktor identifiseer het, het in meer as die helfte van die gevalle aangedui dat hul glad nie vervanging oorweeg nie of dat daar slegs gekyk word na goeie tweedehandse trekkers. Dit kan aanvaar word dat hierdie respondente nie vervanging oorweeg nie ( $P=0,05$ ). Om 'n beeld van die stappe in 'n vervangingsbesluitnemingsproses te verkry word slegs aandag aan die besluitnemingsproses van respondente wat twee tot vier stappe identifiseer, gegee. Dit sluit meer as 67% van die respondente in ( $P = 0,05$ ).

Die faktore wat in elkeen van die vier stappe die meeste kere genoem word, word in Tabel 5.13 aangedui.

**TABEL 5.13: MEES ALGEMENE FAKTORE OORWEEG IN OPEENVOLGENDE STAPPE BY DIE NEEM VAN 'N VERVANGINGSBESLUIT, 1990 OPNAME**

Mees algemene faktore oorweeg in elke stap*			
Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
1	1	5	4
2	4	4	8
3	3	1	5
	2	6	6
		7	

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

\* Nommer van faktor volgens Tabel 5.11

Die keuse van faktore was in alle gevalle betekenisvol ( $P = 0,05$ ). Met uitsondering van faktore 6,7 en 8 is dieselfde faktore as die wat in tabel 5.11 as belangrik geidentifiseer is, weer gekies.

‘n Sintese uit die inligting in Tabelle 5.11 tot 5.13 is die volgende:

- Die huidige en verwagte kostes en werkvermoë van die huidige trekker word oorweeg.
- Dit word vergelyk met die verwagte koste en werkvermoë van die nuwe trekker.
- Dit word opgeweeg teen die huidige en toekomstige behoeftes van die boerdery.
- In die proses word die boer se finansiële posisie en metodes van finansiering ook in ag geneem.

Dit is duidelik dat boere vervangingsbesluite aan die hand van die evaluering van ‘n hele reeks faktore doen hoewel die proses normaalweg nie geformaliseerd en gestruktureerd plaasvind nie.

## 5.6 SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKINGS

In hierdie hoofstuk is die huidige situasie met betrekking tot die vervanging van trekkers in Suid-Afrika beskryf. Die belegging in masjinerie in die SA landbou het in reële terme gedaal van R 17 miljard in 1980 tot R 12 miljard in 1998. Die daling in die waarde van kapitaalbesittings in die landbou word ook gereflekteer deur die steeds stygende ouderdom van trekkers en die laer jaarlikse verkope.

Gedurende die laat tagtiger tot vroeë negentiger jare was daar ‘n mate van rasionalisasie in die trekkermark, met ‘n afname in die getal modelle en vervaardigers. Die getal modelle en vervaardigers het daarna egter weer skerp toegeneem. Daar is tans ‘n groot aantal trekkers op die mark en pryse varieer grootliks. ‘n Ontleding van huidige beskikbare trekkers dui aan dat daar min verband tussen grootte en prys per kilowatt is.

Die laer verkope op die Suid Afrikaanse mark word tot ‘n groot mate aan die verswakende wisselkoerse, swakker ooste en stygende skuldmas van boere toegeskryf. Dit was egter nie moontlik om die variasie in jaarlikse verkope in terme van makro-veranderlikes te verklaar nie.

In ‘n opsomming is inligting met betrekking tot boer se vervangingspraktye bepaal. Boere oorweeg verskeie faktore in ‘n aantal opeenvolgende stappe indien die vervanging van ‘n trekker beoog word. Die volgende faktore word as belangrik beskou:

- Die huidige trekker se werksvermoë, koste en verwagte koste.
- Die boer se eie finansiële posisie.
- Die fabrikaat, model en gehalte van die handelaar.
- Pryse en verwagte pryse van ‘n nuwe trekker.

- Huidige en toekomstige behoeftes in terme van drywingskapasiteit.

Boere oorweeg hierdie faktore in 'n aantal opeenvolgende stappe en in die algemeen kan die besluitnemingsproses by boere in terme hiervan beskryf word as 'n proses van evaluering van die huidige trekker en die opweeg daarvan teen 'n moontlike vervangende trekker binne die boere se finansiële posisie.

## HOOFSTUK 6

### DIE BEPALING VAN EKONOMIESE WAARDES VIR INSLUITING IN 'N VERVANGINGSMODEL

#### 6.1 INLEIDING

In Hoofstuk 3 is faktore wat die doeltreffendheid van 'n vervangingsbesluit kan beïnvloed, bespreek. Verskeie modelle wat moontlik as vervangingsbesluit-ondersteuningsmodelle aangewend kan word, is in Hoofstuk 4 bespreek. Om die faktore soos in Hoofstuk 3 genoem, in vervangingsmodelle in te sluit, moet hierdie faktore gekwantifiseer word. In hierdie hoofstuk word beskikbare data vir insluiting in vervangingsmodelle ondersoek en word daar gepoog om 'n datastel vir gebruik in vervangingsanalise saam te stel. 'n Belangrike uitgangspunt is dat 'n besluitnemingsondersteuningsmodel verstekwaardes vir die grootste aantal veranderlikes moet kan genereer. Die gebruiker moet egter in staat wees om die waardes te wysig. Die waardes wat hier bepaal word, word dus as riglynwaardes beskou en sal desnoods in individuele gevalle aangepas moet word.

As gevolg van die onsekere aard van die meerderheid van die veranderlikes, is dit nodig om nie net beste beramings vir veranderlikes te verkry nie, maar ook grense aan te dui waarbinne veranderlikes kan varieer.

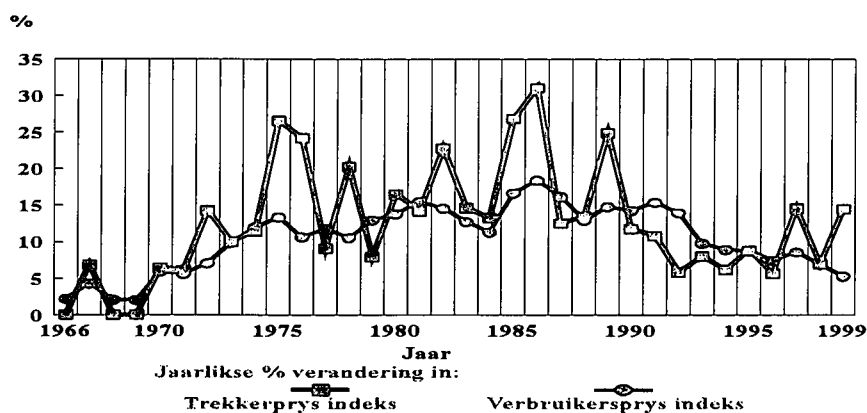
#### 6.2 KOSTE FAKTORE

##### 6.2.1 *Prys van nuwe trekkers*

Die huidige pryse van nuwe trekkers is reeds in paragraaf 5.3.1 aangedui. Omdat 'n vervangingsbesluit toekomstige pryse in ag neem, is dit nodig om die verwagte verloop van trekkerpryse ook te voorspel. Die verloop van trekker- en verbruikersprysindekse vanaf 1965 word in Tabel 6.1 aangedui. Oor die periode van 34 jaar het trekkerpryse gemiddeld met 12,3% per jaar gestyg teenoor die 10,4% styging in verbruikerspryse. Figuur 6.1 dui die jaar-tot-jaar persentasie verandering in trekker- en verbruikerspryse aan. Trekkerpryse toon 'n veel groter variasie as die algemene pryspeile oor die periode.

Oor die periode van 34 jaar het trekkerpryse van jaar tot jaar die stygings getoon soos in Tabel 6.2 aangedui word. Uit Tabel 6.2 is dit duidelik dat die variasie in trekkerpryse 'n groot mate van prysonsekerheid tot gevolg het, wat in besluitnemings-ondersteuningsmodelle aandag sal moet geniet. Jaarlikse prysstygings van tussen 5% en 15% het die meeste voorgekom.

**FIGUUR 6.1: JAAR-OP-JAAR PERSENTASIE VERANDERING IN TREKKER- EN VERBRUIKERSPRYSE, 1966 -1999**



Bron: Tabel:6.1

**TABEL 6.1: VERLOOP VAN TREKKER- EN VERBRUIKERSPRYSINDEKSE, 1965 – 1999 (BASIS 1995 = 100)**

Jaar	Trekker-prysindeks*	Verbruikers-Prysindeks**
1965	2,9	4,6
1970	3,3	5,4
1975	6,2	8,5
1980	12,7	14,9
1985	29,3	28,8
1986	38,4	34,1
1987	43,2	39,6
1988	49,0	44,7
1989	61,2	51,3
1990	68,4	58,6
1991	75,8	67,6
1992	80,2	77,0
1993	86,6	84,5
1994	91,9	92,0
1995	100,0	100,0
1996	105,6	107,4
1997	121,0	116,6
1998	129,4	124,6
1999	148,1	131,1
Jaarlikse % styging	12,3	10,4

Bron: \* Abstract of Agricultural Statistics, 2000

\*\* Reserve Bank Quarterly Bulletin, verskeie uitgawes

**TABEL 6.2: VERSPREIDING VAN JAAR-TOT-JAAR  
TREKKERPRYSSTYGING, 1966 – 1999**

Klasinterval	Frekwensie %	Kumulatiewe frekwensie %
0,0 – 5,0	6,3	6,3
5,1 – 10,0	34,4	40,7
10,1 – 15,0	34,4	75,1
15,1 – 20,0	3,2	78,3
20,1 – 25,0	12,5	90,8
> 25	9,2	100,0

Bron: Tabel 6.1

## 6.2.2 Waarde van gebruikte trekkers

### 6.2.2.1 Literatuuroorsig

Omdat hierdie een van die belangrikste elemente in 'n vervangingsprobleem is, is daar al verskeie kwantitatiewe studies uitgevoer om die waarde van gebruikte trekkers in terme van ander faktore te voorspel. Peacock en Brake (1970) bevind dat die huidige waarde van trekkers tot 'n groot mate deur die ouderdom van die trekker bepaal word. Audsley en Wheeler (1978:196 – 197) ontleed trekkerpryse en vind 'n logaritmiëse verband tussen trekkerwaarde en ouderdom. McNeill bevind dat die ouderdom van die trekker en die huidige toestand die belangrikste determinante van huidige waarde is (1979: 55). Schoney en Finner (1981:292-295) druk die huidige waarde van 'n trekker in terme van ouderdom en die waarde van die naaste substitoot ('n soortgelyke nuwe trekker) uit.

Schoney en Brown (1983:13) vergelyk beramings gebaseer op gepubliseerde data met inligting soos van produsente verkry. Witney en Sadoun (1989:3-11) druk huidige waarde uit in terme van twee eksposensieële koëffisiënte van ouderdom. Perry *et al.*, (1990:317 – 325) ontleed die effek van gebruik en trekkrags op depresiasie.

In die algemeen is funksies van die volgende vorm gebruik om die waarde van 'n trekker in terme van ander veranderlikes te bepaal (Cross en Perry, 1995:195).

$$RV = f(\text{ouderdom, gebruik, sorg, vervaardiger, model, trekkrags, makro-veranderlikes})$$

waar: RV = huidige waarde as persentasie van nuwe kosprys

In bykans alle gevalle is daar op 'n voorafbasis besluit op een of meer vorms waaraan die funksie moet voldoen. Cross en Perry (1995:194 – 204) gebruik 'n buigsame funksionele vorm, die sogenaamde Box-Cox funksie om die vorm van die funksie vanuit die data te bepaal. In die lig van probleme met die gebruik van Box-Cox transformasies, gebruik Unterschultz en Mumey (1996:295 – 309) 'n model om huidige waarde as 'n funksie van

modeljaar, ouderdom en model-identifikasie te bepaal. Die model-identifikasie word as indikator van verandering in tegnologie gebruik. Betekenisvolle passings word verkry. Unterschultz en Mumey (1996:302) toon aan dat tegnologiese ontwikkeling tot gevolg het dat latere modelle van dieselfde trekker se waarde minder oor tyd daal as die van vroeëre modelle.

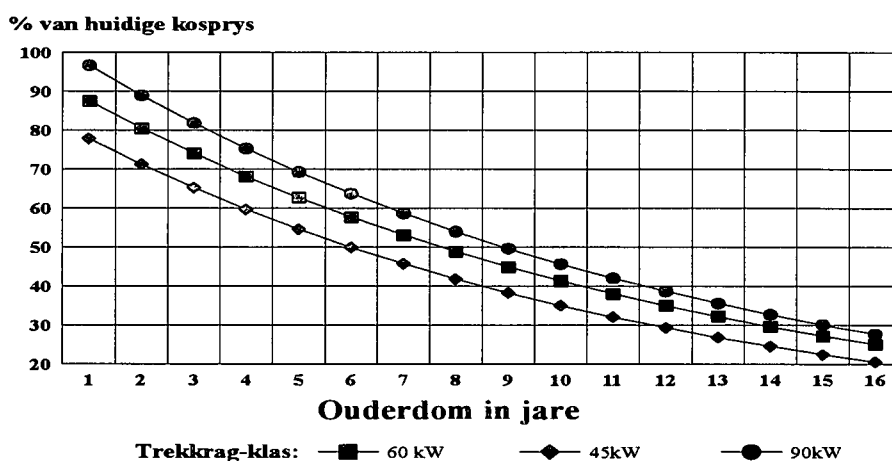
In Suid-Afrika is daar empiriese beramings van huidige waarde gemaak deur Möller (1965), Nell (1978), Coetzee (1984), en Pretorius (1990). Coetzee gebruik gepubliseerde data (Rankin, Agfacts, verskeie uitgawes) om 'n verwantskap tussen inruilwaarde as persentasie van nuwe kosprys en verskeie ander veranderlikes te bepaal (Coetzee en Viljoen, 1991:230 - 236) Die volgende funksionele verwantskap word gebruik:

$$RV = f(\text{nuwe kosprys, drywing, ouderdom, tipe aandrywing, fabrikaat})$$

Betekenisvolle passings word met beide lineêre en logaritmiëse passings verkry. In hierdie studie is fabrikaat as 'n groepveranderlike hanteer. Passings vir spesifieke fabrikate was egter nie betekenisvol beter as vir die totale groep nie. Die verloop van huidige waarde as persentasie van nuwe kosprys vir trekkers van verskillende drywingskapasiteit word in Figuur 6.2 aangedui.

Hoewel die gebruik van RV as persentasie van nuwe kosprys, die effek van inflasie neutraliseer, kan nie aanvaar word dat die funksionele verwantskap tussen die veranderlikes konstant sal bly nie. In die volgende gedeelte word resultate soos verkry uit 'n ontleding van resente data (Rankin, 2000) geraporteer.

**FIGUUR 6.2: VERLOOP VAN HUDIGE KLEINHANDELPrys VAN 'N TREKKER AS PERSENTASIE VAN NUWE KOSPRYS VIR 'N TIPIESE TREKKER IN DIE RSA, 1991 DATA**



Bron: Beraam vanaf vergelykings verskaf deur Coetzee (Coetzee en Viljoen, 1991:234)



### 6.2.2.2 Empiriese bepaling

As gevolg van die tydsverloop sedert laasgenoemde studie uitgevoer is, is besluit om die regressie-analise te herhaal met meer resente data. Gepubliseerde inligting (Rankin, 2000) is gebruik om die huidige waarde van trekkers as 'n funksie van ouderdom, trekkrag en fabrikaat te bepaal.

Die prosedure soos aanbeveel deur Keller en Warrack (2000:671) is gevolg. Grafiese voorstelling van die data met behulp van X-Y verspreidingsdiagramme het die volgende aangedui.

- 'n Sterk nie-lineêre negatiewe verwantskap tussen ouderdom en huidige inruilwaarde,
- 'n swak positiewe lineêre verwantskap tussen drywingskapasiteit en nuwe kosprys,
- verskille in die vlak van huidige waarde tussen fabrikate en
- klein verskille in huidige waarde van 2-wiel en 4-wiel aangedrewe trekkers.

Die data gebruik in regressie-analise word in Tabel 6.3 opgesom. Stapsgewyse regressie-analise is gebruik om depresiasiefunksies vir trekkers te bepaal. Fabrikaat is in die totale datastel as 'n fopveranderlike hanteer. Aangesien regressie-analise gebaseer op die totale datastel met fabrikaat as fopveranderlike nie tot betekenisvolle beramings aanleiding gegee het nie, is besluit om regressie-analise vir elke fabrikaat afsonderlik te hanteer.

Vir elke fabrikaat afsonderlik is beide lineêre, logaritmiëse en kwadratiese vergelykings gepas. Daar is op grond van statistiese toetse besluit op 'n vergelyking wat inruilwaardes vir elke fabrikaat die beste voorspel. Die resultate van die regressie-analise word in Tabel 6.4 aangegee.

**TABEL 6.3: DATASTEL GEBRUIK VIR BEPALING VAN INRUILWAARDE VAN TREKKERS, 2000**

Veranderlike	Minimum	Maksimum
Fabrikaat*	1	3
Drywingskapasiteit (kW)**	30	133
Ouderdom (jaar)	1	20
Inruilwaarde (R)	7 700	484 600
Kosprys (R)	115 360	762 077
Aandrywing	2 wiel	4 wiel

\* Fabrikaat 1 = Fiat, 2 = Ford, 3 = John Deere

\*\* Vervaardiger se gespesifiseerde drywingskapasiteit

Hoewel betekenisvolle passings by al drie funksies verkry is, word die logaritmiëse passing in alle gevalle verkies. Die groter bepalendheidskoëffisiënt dui aan dat die onafhanklike veranderlikes 'n groter gedeelte van die variasie in die afhanklike veranderlikes verklaar. Die Chi-kwadraat toets is toegepas om te bepaal of residue

normaal verspreid is. Deur residue teenoor beraamde Y-waardes voor te stel, kon die verloop van die variasie bepaal word. Die logaritmiëse passing verskaf 'n meer egalige verspreiding van residue.

Funksies vir die voorspelling van huidige waarde vir alle fabrikate tesame asook vir die drie fabrikate wat die grootste gedeelte van die trekkermark uitmaak, is vervolgens bepaal. In alle gevalle was die logaritmiëse passing die mees betekenisvolle. Die waarde van die beraamde konstantes word in Tabel 6.5 aangedui.

TABEL 6.4: RESULTATE VERKRY MET STAPSGEWYSE REGRESSIE-ANALISE OP TREKKER INRUILWAARDES, 2000

1. Fabrikaat = Fiat/New Holland							
Tipe vergelyking <sup>#</sup>	Standaard -fout van beraming SEE	Bepalendheids-koëffisiënt R <sup>2</sup>	Betekenisvolheid van passing F	Betekenisvolheid van koëffisiënte t-waardes			
				t1	t2	t3	t4
1. Lineêr	5,68	0,86	391,11**	-32,55**		5,81**	2,04*
2. Kwadraties	3,36	0,95	927,86**	-33,78**	18,74**	4,09**	3,82**
3. Logaritmies	2,66	0,96	1995,07**	-74,35**		4,91**	3,93**

2. Fabrikaat = Ford/New Holland							
Tipe vergelyking <sup>#</sup>	Standaard -fout van beraming SEE	Bepalendheids-koëffisiënt R <sup>2</sup>	Betekenisvolheid van passing F	Betekenisvolheid van koëffisiënte t-waardes			
				t1	t2	t3	t4
1. Lineêr	10,80	0,75	304,41**	-24,67**		2,93*	
2. Kwadraties	7,57	0,88	484,15**	-23,10**	14,57**	4,23**	
3. Logaritmies	7,51	0,88	737,47**	-38,40**		3,82**	

3. Fabrikaat = John Deere							
Tipe vergelyking <sup>#</sup>	Standaard -fout van beraming SEE	Bepalendheids-koëffisiënt R <sup>2</sup>	Betekenisvolheid van passing F	Betekenisvolheid van koëffisiënte t-waardes			
				t1	t2	t3	t4
1. Lineêr	6,86	0,83	1665,27**	-40,81**			
2. Kwadraties	4,74	0,92	1287,74**	-32,87**	19,13**	2,21**	
3. Logaritmies	4,34	0,93	2322,31**	-67,23**		2,06*	

**Verklaring van koëffisiënte**

**Betekenisvolheid van toets statistiek:**

\*\* Betekensivol by P = 0,01

\* Betekensivol by P = 0,05

t1 = Ouderdom

t2 = Ouderdom<sup>2</sup>

t3 = Drywing

t4 = Aandrywing (2/4 wiel)

**# Vorm van regressie-vergelykings:**

1.  $RV = a + b_1(OD) + b_3(kW) + b_4(2/4WD)$

2.  $RV = a + b_1(OD) + b_2(OD)^2 + b_3(kW) + b_4(2/4WD)$

3.  $RV = a*(OD)^{b_1}(kW)^{b_3}(2/4WD)^{b_4}$

waar:

RV = huidige inruilwaarde as persentasie van huidige kosprys

OD = ouderdom in jare

kW = drywingskapasiteit in klowatt

2/4WD = Tipe aandrywing ( 2-wieldryf =1; 4-wieldryf =0)

**TABEL 6.5: REGRESSIEVERGELYKINGS VIR DIE BERAMING VAN INRUILWAARDES VIR TREKKERS, 2000**

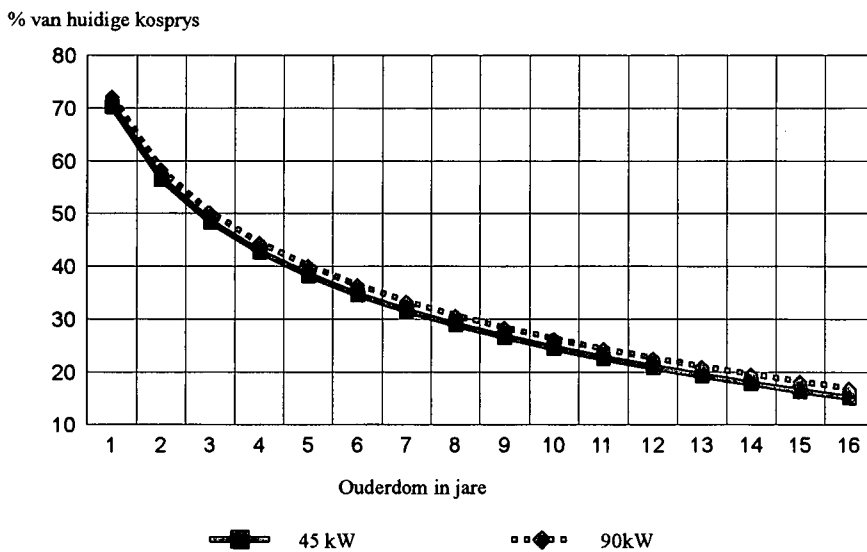
Fabrikaat	Konstante term A	Koëfisiente		
		b1	b2	b3
Fiat	48,551	-45,841	7,725	1,896
Ford	69,183	-49,427		4,029
John Deere	55,02	-44,34	4,03	

- b1 log (ouderdom)
- b2 log (drywing)
- b3 2/4 wieldrywing

**6.2.2.3 Resultate**

Die verloop va huidige waarde as persentasie van nuwe kosprys vir 'n tipiese trekker word in Figuur 6.3 aangedui.

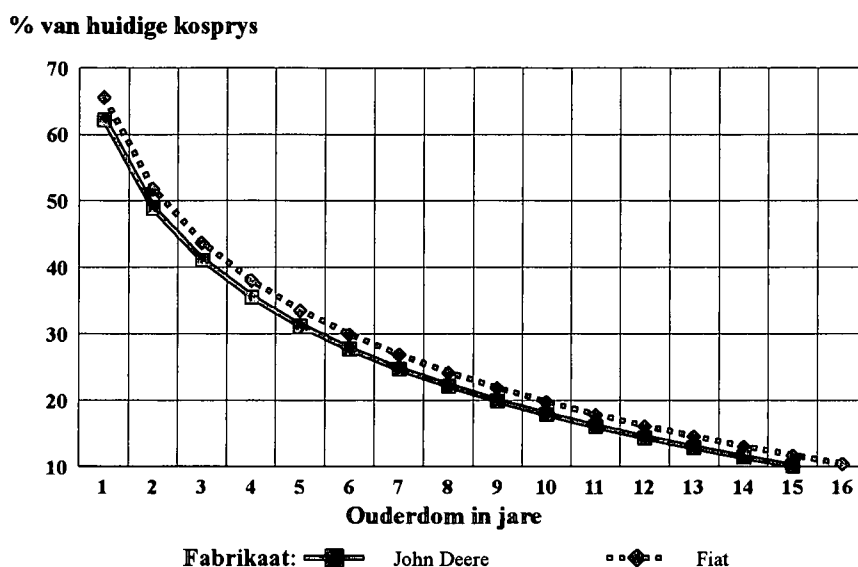
**FIGUUR 6.3 VERLOOP VAN HUIDIGE KLEINHANDELSPRYS VAN 'N TREKKER AS PERSENTASIE VAN NUWE KOSPRYS VIR 'N TIPIESE TREKKER IN DIE RSA, 2000 DATA**



Bron: Beraam met vergelykings in Tabel 6.5

Uit Figuur 6.3 en Tabel 6.4 is dit duidelik dat die ouderdom van 'n trekker die belangrikste rol speel om die huidige inruilwaarde daarvan te bepaal. Die fabrikaat speel ook 'n rol soos blyk uit Figuur 6.4 waar die verloop van huidige inruilwaarde as persentasie van nuwe kosprys vir trekkers van verskillende fabrikate aangedui word. Uit Figuur 6.4 is dit duidelik dat daar 'n groot ooreenkoms in die vorm van die reswaarde vergelykings is.

**FIGUUR 6.4: VERLOOP VAN HUIDIGE KLEINHANDELSPRYS VAN 'N TREKKER AS PERSENTASIE VAN NUWE KOSPRYS VIR TWEE FABRIKAAT TREKKERS VAN 60 KW IN DIE RSA, 2000 DATA**



Bron: Bereken met behulp van formules in Tabel 6.5

#### 6.2.2.4 Effek van toestand van 'n trekker op inruilwaarde

Rankin versoek respondente om die toestand van trekkers waarvoor waardes gerapporteer word op 'n vyfpunt skaal te beskryf as:

- swak,
- redelik,
- goed,
- baie goed en
- uitstekend (Rankin, 2000:2).

In die empiriese beraming is pryse soos gerapporteer vir trekkers waarvan die toestand as "goed" beskryf is, gebruik. Gerapporteerde pryse is ontleed om die effek van toestand op inruilwaardes te bepaal. Die verdeling van gerapporteerde pryse vir elke toestand is

ontleed. Beraamde korreksiefaktore om toestand in ag te neem, word in Tabel 6.6 aangedui.

**TABEL 6.6: KORREKSIEFAKTORE OM VOORSIENING TE MAAK VIR DIE TOESTAND WAARIN 'N TREKKER VERKEER, 2000 DATA**

Toestand	Korreksiefaktor		
	Gemiddelde Waarde %	95% Betroubaarheidsgrense	
		Minimum %	Maksimum %
Swak	75,0	67,6	81,6
Redelik	86,8	82,9	90,7
Goed	100,0	95,0	110,0
Baie goed	115,7	110,0	121,4
Uitstekend	132,8	120,3	145,3

Bron: Beraam vanuit data in Rankin, 2000

### 6.2.3 *Herstel- en onderhoudskoste*

#### 6.2.3.1 *Literatuurstudie*

Bowers en Hunt ontleed herstelkoste van Amerikaanse boere en ontwikkel herstelkoste beramingsformules (1970:806 – 809). Gill (1971:10) bevind dat geakkumuleerde gebruik die grootste effek op herstelkoste uitoefen. Rotz (1987:3) bepaal 'n herstelkoste formules wat geakkumuleerde herstelkoste as 'n persentasie van totale gebruik uitdruk. Abdelmolaleb en Marley (1987:13) bevind dat trekkerherstelkoste laag in jaar 1 is, varieer van jaar tot jaar met 'n maksimum in jaar 6, 'n dalende tendens van jaar 7 tot jaar 8 vertoon en 'n stygende tendens in latere jare vertoon. Morris bevind dat slegs 67% van die variasie in herstelkoste deur gebruik verklaar kan word (1988:437).

In Suid-Afrika is herstelkoste vir trekkers deur Nell (Nell en Groenewald, 1978: 31 – 32) en Braithwaite (1988:27) beraam. Ongepubliseerde studies is deur Von Eckardstein (1989; persoonlike mededeling) en Pretorius (1990, persoonlike mededeling) uitgevoer. 'n Studie is ook in opdrag van die onderdelebedryf uitgevoer (Onderdele bedryfsstudie, 1987). Coetzee ontwikkel herstelkoste beramingsformules gebaseer op die verloop van individuele trekkers se verwagte herstelkoste (Coetzee en Viljoen, 1992:163).

Fuls (1999) rapporteer die resultate van 'n studie wat in 1994 in Suid-Afrika uitgevoer is. Die Rotz-model is gebruik om vergelykings vir herstelkoste tydens die eerste en tweede lewe van trekkers te bepaal.

Met enkele uitsonderings is regressie-analise in al die studies gebruik om die verwagte herstelkoste vir 'n groep trekkers van verskillende ouderdomme te bepaal. In vervangingsanalise is die verwagte herstelkoste van 'n groep trekkers egter nie die

belangrikste element nie maar eerder die verwagte herstelkoste van 'n spesifieke trekker. Daar moet dus 'n beraming van jaarlikse herstelkoste ontwikkel word wat die wisselende aard van kostes vir 'n spesifieke trekker kan voorspel.

### 6.2.3.2 Empiriese ontleding

Toestande waaronder trekkers in Suid-Afrika werk, verskil van die in ander lande. Gevolglik word slegs Suid Afrikaanse empiriese beramings van herstelkoste ontleed om 'n verteenwoordigende herstelkoste-beramer te ontwikkel. Herstel- en onderhoudskostes vir trekkers van verskillende ouderdomme, soos in verskeie studies bepaal, word in Tabel 6.7 aangedui.

**TABEL 6.7: JAARLIKSE HERSTELKOSTE VAN TREKKERS AS PERSENTASIE VAN HUIDIGE KOSPRYS, SUID AFRIKAANSE BERAMINGS**

Ouderdom (Jare)	Bron						
	1	2	3	4	5	6*	7
1	1,58	2,50	6,00	5,35	3,00	0,00	1,50
2	3,05	2,50	8,10	6,80	7,00	0,00	3,05
3	4,18	3,00	9,60	8,20	8,00	0,00	4,15
4	5,00	4,50	14,30	8,70	9,00	0,00	5,09
5	5,82	7,00	12,60	8,20	11,00	0,70	5,91
6	5,91	5,00	13,00	9,80	12,00	0,00	6,67
7	5,94	7,50	16,40	12,00	13,00	0,70	7,38
8	5,77	9,00	12,00	13,90	14,00	0,00	8,04
9	6,56	14,00	---	---	15,00	0,00	8,67
10	6,70	12,00	---	---	16,00	4,00	9,26
11	7,43	8,00	---	---	17,00	0,00	9,84
12	8,25	6,50	---	---	18,00	0,00	10,39

Bron: 1 Nell en Groenewald, 1978

2 Onderdele bedryfsopname, 1978

3 Briathwaite, 1988:29, eerste voorbeeld

4 Braithwaite, 1988:29, tweede voorbeeld

5 Pretorius, 1990, persoonlike mededeling

6 Von Eckardstein, 1990 persoonlike mededeling

7 Fuls, 1999:5

\* Gebaseer op werkswinkeldata, kleiner herstelwerk deur eienaar nie in ag geneem nie.

Die beramings kan in twee groepe verdeel word, die wat wel die oneweredige verloop van herstelkoste in ag neem en die wat dit nie in ag neem nie. Die mees resente studie (Fuls, 1999) word gebruik om 'n beraming van totale herstel- en onderhoudskoste oor die verwagte leeftyd van 'n trekker te verkry, terwyl eersgenoemde groep verder ontleed word om die tipiese verloop van herstel- en onderhoudskoste vir 'n trekker te bepaal.

'n Ontleding van die resultate soos deur Nell en Groenewald (1978), Pretorius (1990) en Fuls (1999) verskaf, dui aan dat die totale herstelkoste die eerste twaalf jaar van 'n trekker se werksleeftyd wissel tussen 60% en 90% van die huidige kosprys met 'n verwagte waarde van 73%. Die minimum,- gemiddelde en maksimumwaarde vir jaarlikse herstelkoste, gebaseer op vergelykings wat wisselende herstelkoste beramings verskaf, word in Tabel 6.8 aangedui.

**TABEL 6.8: MINIMUM, GEMIDDELDE EN MAKSIMUMWAARDE VIR WISSELENDE JAARLIKSE HERSTELKOSTE AS PERSENTASIE VAN HUIDIGE KOSPRYS, SUID AFRIKAANSE BERAMINGS**

Ouderdom Jare	Minimum	Maksimum	Gemiddeld
1	0,00	6,00	3,50
2	0,00	8,10	4,40
3	0,00	9,60	5,20
4	7,00	14,30	7,00
5	4,30	13,70	8,70
6	0,00	12,60	6,90
7	0,70	13,00	7,10
8	0,00	16,40	8,90
9	0,00	12,00	8,70
10	4,00	9,00	8,00
11	0,00	6,00	6,00
12	0,00	4,00	4,00

Bron: Tabel 6.5

Om betroubaarheidsintervalle vir die data in Tabel 6.8 te bereken, word die metodiek soos in netwerktegnieke gebruik, toegepas (Taha, 1976:372). Die verwagte waarde en betroubaarheids-interval vir herstelkoste word met behulp van die Beta-verdeling bereken. Die berekende waardes word in Tabel 6.9 aangedui.



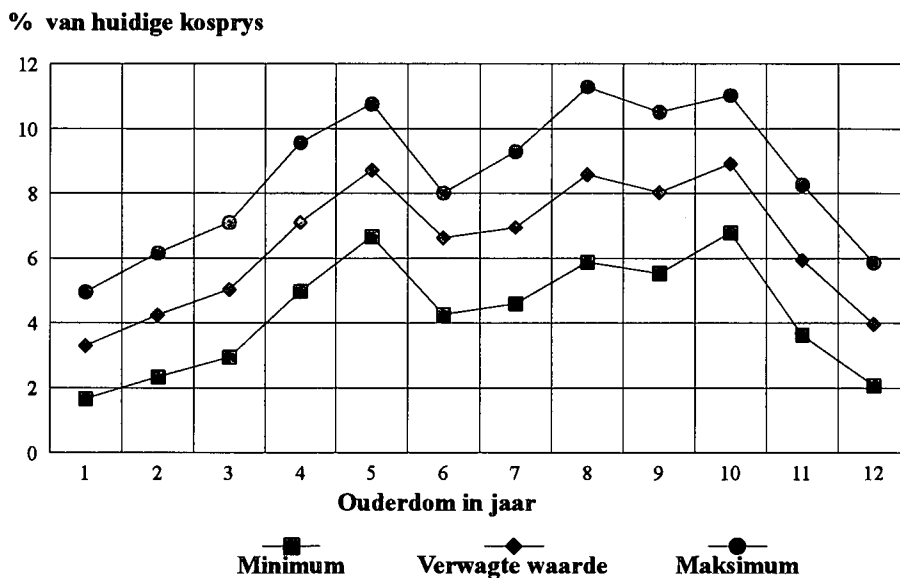
**TABEL 6.9:BERAAMDE VERWAGTE WAARDE EN BETROUBAARHEIDSGRENSE VIR VARIËRENDE JAARLIKSE HERSTELKOSTE AS PERSENTASIE VAN HUIDIGE KOSPRYS, SUID AFRIKAANSE BERAMINGS**

Ouderdom Jare	Onderste grens	Verwagte waarde	Boonste grens
1	1,66	3,30	4,95
2	2,33	4,24	6,15
3	2,94	5,02	7,09
4	4,96	7,10	9,56
5	6,66	8,71	10,76
6	4,26	6,63	3,01
7	4,60	6,95	9,29
8	5,87	8,58	11,29
9	5,53	8,02	10,51
10	6,79	8,91	11,03
11	3,62	5,94	8,26
12	2,07	3,96	5,85

Bron: Bereken vanaf data in Tabel 6.8

Betroubaarheidsgrense vir herstel- en onderhoudskoste word in Figuur 6.5 aangedui.

**FIGUUR 6.5: BETROUBAARHEIDSGRENSE VIR HERSTELKOSTE AS PERSENTASIE VAN HUIDIGE KOSPRYS VAN TREKKERS IN DIE RSA**



### 6.2.3.3 Aanpassing vir verskil in intensiteit van gebruik

Fuls (1999:5) beveel die gebruik van korreksiefaktore soos in Tabel 6.10 aan om herstelkoste met veranderlike operasionele omstandighede te versoen.

**TABEL 6.10: KORREKSIEFAKTORE OM HERSTELKOSTE VIR VERANDERINGE IN INTENSITEIT VAN GEBRUIK AAN TE PAS**

Faktor	Waarde	Afwykende omstandighede
a	1,15	Operateur is onopgeleid en nie betrokke by daaglikse onderhoud
b	1,15	Gebrek aan toesig
c	1,15	Masjien word deur verskeie operateurs bedryf
d	1,50	Swak model
e	1,50	Trekker word oorlaai

Bron: Fuls, 1999:5

Benewens die verskil in operatiewe omstandighede soos in Tabel 6.10 aangetoon, verskil die jaarlikse gebruik van trekkers ook grootliks. In die 1990 opname is respondente versoek om vir elke trekker aan te dui wat die jaarlikse gebruik in ure is. Die inligting word in Tabel 6.11 aangedui.

**TABEL 6.11: FREKWENSIEVERDELING VAN JAARLIKSE TREKKERGEBRUIK, 1990 OPNAME**

Jaarlikse gebruik Uur	Getal trekkers	Persentasie	Kumulatiewe Persentasie
0 – 500	209	23,3	23,3
501 – 1 000	435	48,5	71,8
1001 – 1 500	203	22,7	94,5
1 501 – 2 000	43	4,8	99,3
> 2 000	6	0,7	100,0
Totaal	896	100,0	-----
	Ure/jaar		
Gemiddeld	593,4		
Mediaan	540,0		
Modus	750,5		

Bron: Posopname, Vrystaat, 1990

Uit Tabel 6.11 blyk dat boere die jaarlikse gebruik van die meerderheid van trekkers op tussen 500 en 1 000 uur beraam. Die inligting moet met versigtigheid hanteer word aangesien 33% van die beramings op afgeronde waardes, 500, 1 000 en 1 500 uur

beraam is. Meer as 90% van trekkers word egter vir 1 500 uur of minder gebruik ( $P = 0,01$ ) en 67% van die trekkers vir 1 000 uur en minder ( $P = 0,01$ ). Stygende kostes het ook veroorsaak dat boere gronde minder intensief bewerk en eerder minimum bewerkingspraktyke toepas. Hattingh beraam gemiddelde trekkegebruik tans op 500 – 600 uur per jaar (2000, persoonlike mededeling).

Minder intensiewe gebruik mag tot laer jaarlikse herstel- en onderhoudskoste aanleiding gee. Na gesprekke met verskillende landbou-ingenieurs is die volgende stel korreksiefaktore vir die aanpassing van herstel- en onderhoudskoste vir jaarlikse gebruik opgestel (Tabel 6.12).

**TABEL 6.12 : KORREKSIEFAKTORE OM JAARLIKSE HERSTELKOSTE VIR VERSKIL IN JAARLIKSE GEBRUIK AAN TE PAS**

Jaarlikse gebruik (uur)	Korreksiefaktor
0 – 500	0,67
501 – 1 000	0,83
1 001 – 1 500	1,17
> 1 501	1,67

Bron: Beraamde waardes

Volgens Allan (1988) beraam trekkervervaardigers dat trekkers op tussen vier en agt jaar die eerste groot oordoen sal nodig. Beraamde leeftyd tot by eerste oordoen soos deur die individuele vervaardigers beraam, word in Tabel 6.13 aangedui. Die inligting in Tabel 6.13 word gebruik om betroubaarheidsgrense vir tyd tot eerste oordoen te beraam.

**TABEL 6.13: VERWAGTE PERIODE TOT EERSTE OORDOEN VIR TREKKERS SOOS BERAAM DEUR VERVAARDIGERS**

Vervaardiger	Verwagte leeftyd tot 1ste oordoen (jaar)
A	4,00
B	4,00 – 5,00
C	5,00
D	6,00
E	7,00
F	5,00 – 8,00
Gemiddeld	5,33
Standaard afwyking	0,33
Betroubaarheids- interval ( $P=0,01$ )	4,33 – 6,29

Bron: Allan, 1988

Herstelkoste-funksies soos beraam word aangepas vir spesifieke omstandighede. Meer intensiewe gebruik, gebrekkige instandhouding en onopgeleide bestuurders sal neig om jaarlikse herstelkoste te verhoog en die tyd tot eerste oordoen te verkort. Die gemiddelde herstelkoste formule moet dus in verskeie opsigte aangepas word vir veranderlike omgewingsfaktore.

### 6.3 BETROUBAARHEID

Betroubaarheid vertoon tradisioneel 'n "bathtub"- vorm soos reeds in Hoofstuk 3 aangetoon is. Indien betroubaarheid met stygende ouderdom daal, moet die aspek in vervangings-analise in ag geneem word. In 'n empiriese studie in Illinois bevind Hunt (1971:743) 'n variërende verloop van die faalkoers met stygende ouderdom en dat daar 'n dalende tendens oor tyd is.

Dit kan dus aanvaar word dat trekkers vir die grootste gedeelte van die tyd konstante betroubaarheid ondervind. 'n Kernprobleem is om te bepaal wanneer die stygende been van die "bathtub" bereik word. Boere beraam hierdie ouderdom op 18,2 jaar (NAMPO, 1991) terwyl Rankin 20 jaar as die algehele afsny-ouderdom beskou. Fuls (1999: 2) beskou die sogenaamde eerste lewe van 'n trekker as 1 200 uur.

Vir hierdie studie word die nuttige gebruiksleef tyd van trekkers beperk tot 16 jaar veral ook as gevolg van die skaarste aan data met betrekking tot ouer trekkers.

### 6.4 TEGNOLOGIESE ONTWIKKELING

Tegnologiese ontwikkeling volg gewoonlik 'n S-kurwe, waar ontwikkeling aanvanklik stadig is totdat korrekte ontwikkelingsrigtings bepaal is. Daarna vind sneller ontwikkeling plaas soos die wetenskaplike beginsels ten volle ontgin en toegepas word. Hierna volg 'n periode waarin daar slegs geringe verbeteringe aan die tegnologie aangebring word, soos tegnologie volwassenheid bereik. Die spoed waarteen tegnologiese ontwikkeling plaasvind, word tot 'n groot mate beïnvloed deur die skaal van besteding aan navorsing en ontwikkeling ( Jones en Twiss, 1980:41 – 42).

Volgens Grobler het trekkertegnologie bykans volwassenheid bereik en vind tegnologiese ontwikkeling relatief stadig plaas (1985:40). Volgens Bell (1980:60) word die toepassing van nuwe tegnologie beperk deur die gemeenskap se vermoë om die tegnologie toe te pas. Chowings verwag dat daar min veranderinge aan die dieselenjin as basiese kragbron vir trekkers sal plaasvind maar dat die brandstofdoeltreffendheid wel sal verhoog (1985:60). Volgens Chowings sal die ontwikkeling in keramiektegnologie nie tot 'n noemenswaardige verbetering in brandstofverbruik lei nie. Chamen et al. (1980:63) verwag nuwe ontwikkeling in elektroniese beheerstelsels en die gebruik van beweegbare bewerkingsplatforms (gantries). Nagaan van hierdie studies dui daarop dat daar min revolusionêre ontwikkelinge in trekkertegnologie verwag kan word. Volgens Menesati (2000:42) het ontwikkeling tot die sestigerjare hoofsaaklik in die meganiese onderdele van masjinerie plaasgevind, gevolg deur ontwikkeling in die toepassing van elektronika sedert die sewentigerjare. In die toekoms sal die integrasie tussen informasietegnologie

en elektronika en die oordra hiervan na landboumasjinerie tot groot ontwikkeling lei. Volgens Menesati (2000:44) is dit veral op die gebied van die optiese elektronika waar groot ontwikkeling moontlik is.

Tegnologiese ontwikkeling in die omgewing het ook 'n invloed op die geskiktheid van bestaande masjinerie. Sedert ongeveer 1994 het presisie-boerdery as nuwe tegnologie vir gewasproduksie verskyn (Blackmore, 1994:86) hoewel die tegnologie al veel vroeër in melkproduksie toepassing gevind het met geoutomatiseerde individuele voeding van koeie. Presisie gewasproduksie bestaan uit:

- Die bepaling van wat in elke subgebied van 'n land gebeur,
- besluitneming op grond van die verkrygte inligting en
- die behandeling van elke subgebied op grond van die heersende situasie (Blackmore:1994).

Om dit uit te voer word voertuigposisioneringstegnologie (GPS) gekombineer met geografiese inligtingstelsels (GIS) en besluitnemingsondersteuningsmodelle om kontrole oor die gebruik van insette te verbeter (Blackmore, 1994: 87). Aanvaarding en toepassing van die tegnologie was egter redelik stadig (Heimlich, 1998: 23) ten spyte daarvan dat die tegnologie tot 'n verlaging in die riskantheid van gewasproduksie aanleiding kan gee (Lowenberg De Boer, 1999: 282).

Hoewel die toepassing van hierdie tegnologie tot groter doeltreffendheid kan lei, word die huidige toepasbaarheid daarvan in die Suid Afrikaanse omstandighede betwyfel. Daar is ook steeds 'n gebrek aan beskikbare sagteware om spesifieke aanbevelings op grond van area-spesifieke opbrengsdata te maak (Stafford *et al.*, 1996:596). Daar word verwag dat die nuwe tegnologie in die volgende dekade algemene toepassing sal vind (Di Dio, 2000: 14). Nuwere ontwikkeling dui daarop dat dit wel moontlik is om presisie GPS-tegnologie op bestaande toerusting te instaleer (John Deere, 2000).

Tegnologiese ontwikkeling het ook in die vervaardigingsbedryf plaasgevind sodat die moderne trekker waarskynlik met kleiner tolleransies vervaardig word. Indien 'n trekker oorgedoen word, word onderdele wat met nuwe tegnologie ontwikkel is, gebruik. Die oorgedoeende trekker word dus tegnologies bykans gelykwaardig aan die nuwe een (Venter, 1990, persoonlike mededeling).

## **6.5 MAKRO-VERANDERLIKES**

### **6.5.1 Inkomstebelasting**

Spesifieke belastingmaatreëls oefen 'n effek op die vervangingsbesluit uit (Chisholm, 1974; Lyne, 1986; Van Tassel en Nixon, 1989, Smith, 1990). Beide konsessies, wat die versnelde afskrywing van bates magtig, asook progressiewe belastingkoerse beïnvloed die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit.

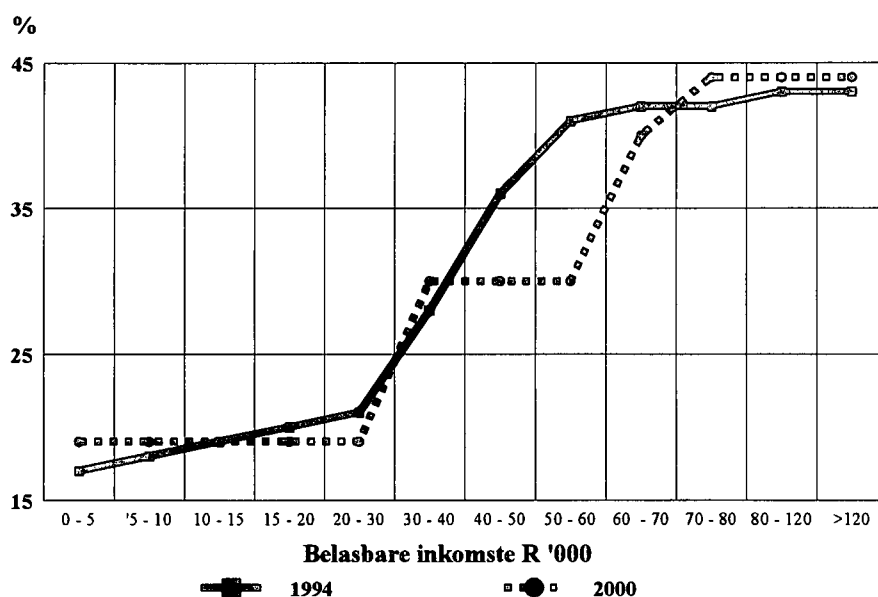
### 6.5.1.1 Belastingkonsessies

Die huidige (2000) belastingmaatreëls bepaal dat masjinerie wat na 1 Julie 1980 aangekoop is, oor drie jaar teen 50%, 30% en 20% afgeskryf word. Indien die masjinerie verkoop word, word die verskil tussen die boekwaarde en verkoopprijs as belasbare inkomste beskou. Die wins word egter beperk tot die oorspronklike kosprys van die masjinerie.

### 6.5.1.2 Belastingkoerse

Die Suid Afrikaanse inkomstebelastingstelsel vertoon progressiewe marginale belastingkoerse. Oor tyd is die progressiwiteit van die belastingkoerse tussen sekere grense verlaag soos uit Figuur 6.6 blyk. Die gebruik van marginale belastingkoerse om nabelasting verdiskonteringskoerse te bepaal, lei tot onkorrekte berekeninge aangesien die marginale koers afhanklik is van die grootte van die belegging. 'n Meer korrekte metode is om die belastingimplikasie van 'n voorgenome belegging aan die hand van werklik heersende belastingskale te bereken. Soos aangetoon lei dit ook tot onsekerheid aangesien beide die koerse en aard van belastingkonsessies verander kan word.

**FIGUUR 6.6: SKALE VAN PERSOONLIKE BELASTING IN DIE RSA, 1994 EN 2000 BELASTINGJARE**



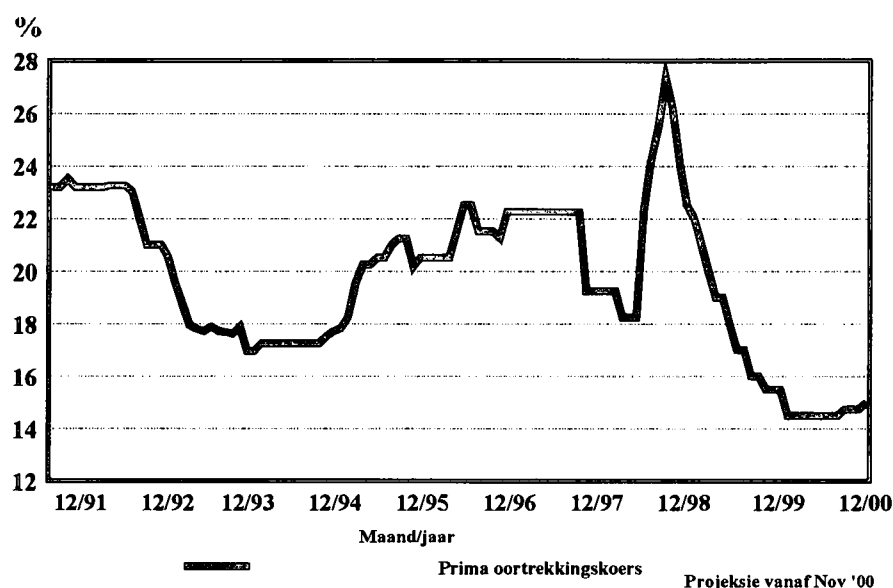
Bron: 1994 Departement van Finansies, 1995  
2000 SA Inkomstediens, 2000

### 6.5.2 Rentekoerse

'n Groot mate van onsekerheid word veroorsaak deur die groot variasie in rentekoerse oor tyd. Die verloop van handelsbanke se prima oortrekkingskoerse vanaf 1991 tot 2000

word in Figuur 6.7 aangedui. Rentekoerse het varieer tussen 28,00% en 14,50%. Tans (November 2000) is rentekoerse op relatief lae vlakke. Hoewel enkele ekonome nog dalings in rentekoerse verwag, is die waarskynlikheid van rentekoers-stygings later in 2001 relatief groot (Gensec, 2000). Die belangrikheid van die gebruik van verdiskonteringskoerse wat die risiko van verhoogde rentekoerse insluit kan nie oorbeklemtoon word nie. Die gebruik van verskillende rentekoerse om die bekostigbaarheid van 'n belegging te evalueer, is noodsaaklik.

**FIGUUR 6.7: VERLOOP VAN DIE OORHEERSENDE KOERS OP OORTROKKE REKENINGS (PRIMA KOERS), 1992 – 2000**



Bron: ReserveBank Quarterly Bulletin, verskeie uitgawes

## 6.6 ADDISIONELE FAKTORE

Indien daar geen verskil in jaarlikse koste tussen 'n nuwe en ou trekker is nie, sal alle produsente die nuwe trekker verkies. Hipoteties kan verwag word dat 'n produsent 'n sekere voorkeur vir 'n nuwe trekker sal hê en dat hierdie voorkeur in geld uitgedruk kan word. In 'n vervangingsmodel sal daar voorsiening vir die insluiting van 'n addisionele nuwe-trekker-voorkeur gemaak moet word. Hierdie waarde sal vir elke ondernemer uniek wees.

## 6.7 SAMEVATTING

Oor die afgelope 34 jaar het trekkerpryse jaarliks gemiddeld met 12,3% gestyg. Jaarlikse prysstygings het egter betekenisvol gevarieer en was in enkele jare hoër as 25%. Die meerderheid van jare was die styging egter tussen 5% en 15%.

Die waarde van gebruikte trekkers word grootliks deur die ouderdom van die trekker en kosprys van die soortgelyke nuwe trekker bepaal terwyl die drywingskapasiteit en tipe aandrywing 'n mindere rol speel. Regressie-vergelykings vir die bepaling van waarde as 'n funksie van ouderdom, drywingskapasiteit en tipe aandrywing is vir die belangrikste fabrikate ontwikkel. Hierdie waardes moet aangepas word vir verskille in die toestand van die trekker.

Die meerderheid studies bepaal herstel- en onderhoudskoste as 'n toenemende persentasie van huidige kosprys per eenheid gebruik van 'n trekker. Indien die werklike herstel- en onderhoudskoste van individuele trekkers ondersoek word, dan is dit duidelik dat die regressie-model nie vergelykings verskaf wat die werklike verloop van herstel- en onderhoudskoste naboots nie. Vir hierdie studie word 'n alternatiewe herstelkoste model voorgestel. Herstelkoste in 'n bepaalde periode word bepaal deur die aard van herstelwerk in vorige periodes asook die intensiteit van gebruik. 'n Kernveranderlike in die bepaling van herstel- en onderhoudskoste is die verwagte tydsverloop tot eerste oordoen van die trekker.

Betroubaarheid is binne praktiese grense nie 'n funksie van die ouderdom van 'n trekker nie. Alle inligting dui egter daarop dat trekkers wat ouer as 20 jaar is nie meer as operasioneel beskou word nie.

Tegnologiese ontwikkeling in trekkerontwerp en -ontwikkeling beweeg reeds vir die afgelope dekade op die plato van die ontwikkelingskurwe. Daar word nie groot tegnologiese ontwikkeling voorsien nie. Ontwikkelinge op die gebied van globale posisionering, geografiese inligtingstelsels en opbrengsmonitering maak die ontwikkeling van presisieboerderymetodes moontlik. Vir die huidige is die toepasbaarheid van die tegnologie egter steeds beperk en word daar nie verwag dat dit tot vinnige veroudering van trekkers sal lei nie. Verdere ontwikkeling in optiese tegnologie en die ontwikkeling van bewerkingsplatforms mag in die toekoms revolusionêr wees. Die beskikbaarheid van onderdele wat met groter presisie vervaardig is, lei daartoe dat trekkers opgradeer word met meerderwaardige onderdele.

Inkomstebelastingkoerse en -regulasies wissel van jaar tot jaar. Rentekoerse vertoon ook 'n onvoorspelbare verloop oor tyd. Die impak van veranderende rentekoerse op langtermyn beleggings moet deeglik verreken word.



## HOOFSTUK 7

### ONTWIKKELING VAN VERVANGINGSMODELLE

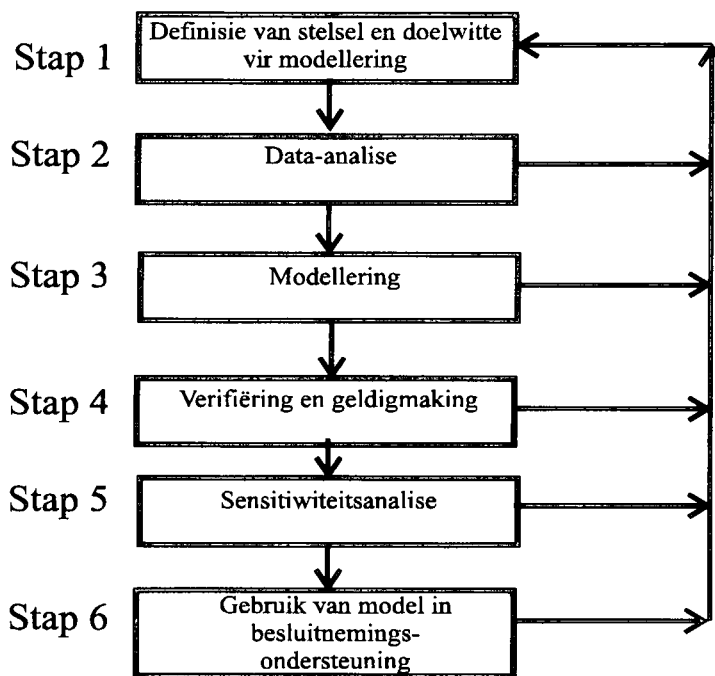
#### 7.1 INLEIDING

Verskeie modelle, wat moontlik as vervangingsbesluitnemingsondersteuningsmodelle aangewend kan word, is in Hoofstuk 4 geïdentifiseer. In hierdie hoofstuk word die metodiek van stelselmodellering gebruik om enkele modelle wat gebruik kan word om boere met die neem van vervangingsbesluite te ondersteun, te ontwikkel.

#### 7.2 STELSELMODELLERING

Die proses van stelselmodellering word skematies in Figuur 7.1 voorgestel.

**FIGUUR 7.1: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE SIMULASIEPROSES**



Bron: Dent en Blackie, 1979:14

In stap 1 word die kunsmatige grense van die model bepaal (Charlton en Thompson, 1970:375). 'n Model is 'n vereenvoudigende weergawe van die waargenome werklikheid (Dalton, 1982:20). Die model word tot so 'n mate vereenvoudig dat dit steeds die belangrikste elemente van die waargenome werklikheid kan naboots.

Deur beskikbare data te ontleed, word die interaksie tussen die verskillende elemente van die stelsel gekwantifiseer. Die stelsel word gemodelleer deur 'n opeenvolgende reeks van

modelle of diagramatiese voorstellings van die sisteem wat gemodelleer word, te ontwikkel wat progressief verander word vanaf 'n eenvoudige model tot 'n detail diagram wat, indien moontlik tot 'n rekenaarprogram omskep kan word (Dent en Blackie, 1979:15).

'n Model moet korrek en geldig wees. Dit beteken dat die model wiskundig korrek moet funksioneer en dat modeluitsette werklikheidsgetrou sal wees (Harrison, 1989:271). Die geldigheid van 'n model word beoordeel aan die model se vermoë om veranderinge in insette te verreken. Sensitiwiteitsanalise word hiervoor aangewend.

Modelle wat korrek en geldig is, word gebruik om besluitneming te ondersteun. Stelselmodellering is 'n rekursiewe proses en elke stap lei daartoe dat vorige stappe gewysig word om nuwe inligting te akkommodeer.

### **7.3 ONTWIKKELING VAN MODELLE**

Modelle word normaalweg verwerk tot rekenaarprogramme waarmee besluite ondersteun kan word. In hierdie studie is besluit om 'n sigblad formaat vir die aanvanklike ontwikkeling van modelle te gebruik. Hierdie besluit is op grond van die volgende redes geneem:

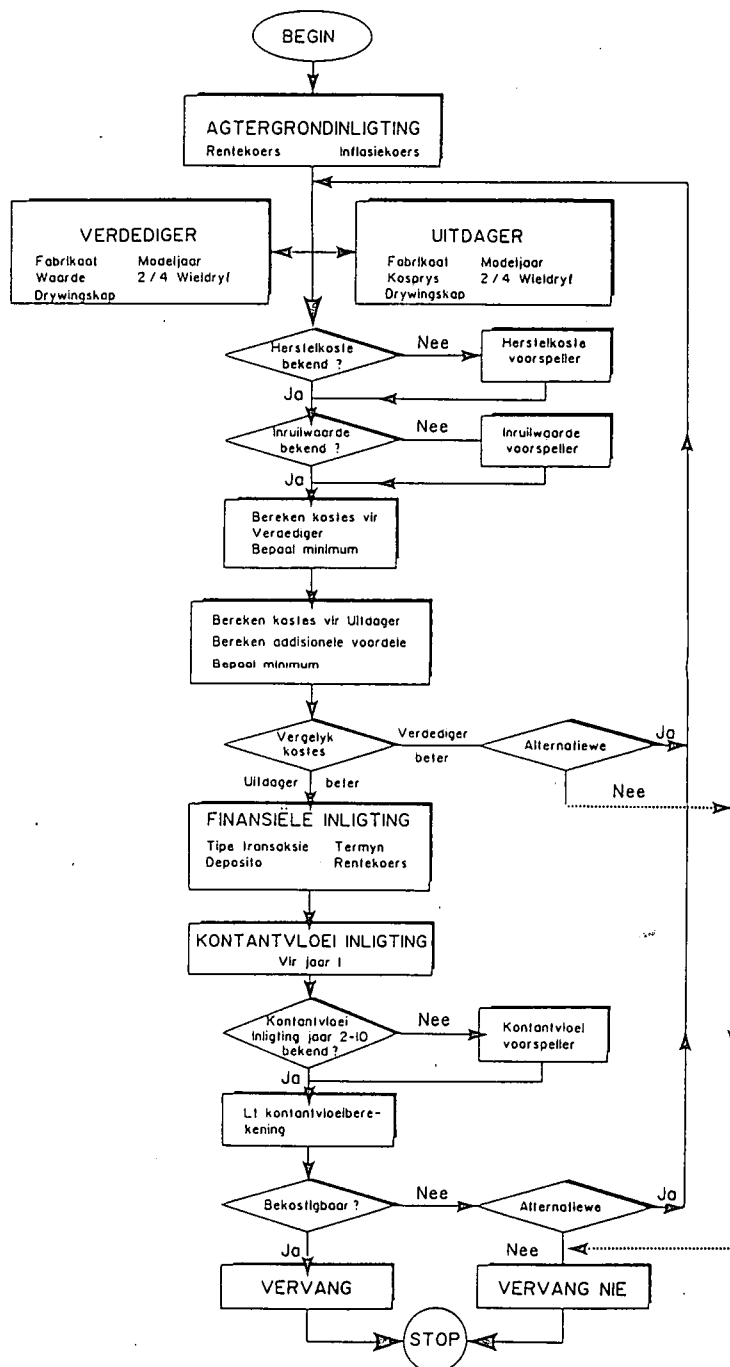
- 'n Sigblad-formaat verskaf 'n doctreffende metodiek om herhalende berekeninge mee uit te voer.
- Die beskikbaarheid van programme wat tot die sigblad formaat toegevoeg kan word, maak die verrekening van risiko en onsekerheid binne die sigblad omgewing moontlik.
- Programontwikkeling is 'n gespesialiseerde veld wat buite die terrein van die studie val en indien die behoefte daaraan ontstaan kan kommersiële programontwikkelaars gebruik word om besluitnemingsondersteuningsmodelle tot bemerkbare programme te verfyn.

### **7.4 DIE UNIFORME KOSTE-MODEL**

Uit Figuur 2.3 is dit duidelik dat die vervangingsbesluit geneem word op grond van 'n vergelyking tussen 'n vervangende en vervangde trekker. Die uniforme koste-model vergemaklik hierdie proses deur die berekeninge uit te voer. 'n Skematiese voorstelling van die uniforme koste-model word in Figuur 7.2 aangedui.

In die model word daar 'n vergelyking tussen die uitdager en verdediger op grond van bekende inligting getref. Minimum uniforme koste word vir beide bereken en vergelyk. Indien die vervanging ekonomies geregverdig is, word die impak van die beplande vervanging op die boer se finansiële posisie ook ontleed voordat daar 'n aanbeveling gemaak word. Die model bestaan uit 'n aantal aaneengeskakelde modules. Die uitleg van die model word in Bylaag C verskaf.

**FIGUUR 7.2: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE UNIFORME KOSTE-MODEL VIR DIE EVALUERING VAN TREKKERVERVANGINGSBESLUITTE**



Lt = langtermyn  
Drywingskap. = drywingskapasiteit

### 7.4.1 Insetmodules

Die doel van die insetmodules is om relevante inligting te versamel. Voorsiening word gemaak vir verstekwaardes vir veranderlikes. Daar is verskillende insetmodules waar agtergrondinligting en besonderhede van die huidige trekker en voorgenome vervangende trekker aangeteken word.

### 7.4.2 Voorspellingsmodules

Herstelkoste word beraam aan die hand van die waardes soos in Tabel 6.9 aangedui. Korreksiefaktore in Tabel 6.10 en 6.12 word gebruik om vir veranderlike omstandighede voorsiening te maak. Op grond van die beraamde interoorlooptoerperiode en korreksiefaktore word 'n spesifieke herstelkostefunksie gegenereer.

Inruilwaardes word gebaseer op die huidige nuwe koopprys en ouderdom van die trekker en word met behulp van die funksies in Tabel 6.5 gegenereer en aangepas vir toestand met behulp van die korreksiefaktore in Tabel 6.6.

### 7.4.3 Kosteberekening

Jaarlikse herstelkoste en verwagte inruilwaardes word vir elke jaar vanaf die huidige vir 'n periode van 10 jaar vir beide die verdediger en uitdager gegenereer. Kosteberekening geskied met behulp van 'n verdiskonteerde kontantvloei tegniek. Uniforme herstel- en kapitaalkoste word bereken. Indien nodig word addisionele uitgawes ook in ag geneem. Inkomstebelasting-effekte word in ag geneem. Die minimum uniforme koste vir beide die verdediger en uitdager word vergelyk. Indien die uitdager laer uniforme koste vertoon word die beoogde vervanging as ekonomies geregverdig beskou.

Die totale koste vir 'n trekker wat na n jaar vervang word, word verskaf deur:

$$C_n = \sum_{j=1}^n (H_j + (V_j - V_{j-1}) + [(V_j - B_j + T_j)(1-t)]) \quad [26]$$

- waar:
- $C_n$  = Totale koste vir 'n trekker oor n jaar,
  - $H_j$  = herstelkoste in jaar j,
  - $V_j$  = inruilwaarde in jaar j,
  - $V_{j-1}$  = inruilwaarde in jaar j - 1,
  - $B_j$  = boekwaarde in jaar j,  
(Vir die huidige belastingstelsel is dit 50% in jaar 1, 20% in jaar 2 en 0% in jaar 3 en verder)
  - $T_j$  = belastingafskrywing in jaar j,  
(Vir die huidige belastingstelsel is dit 50% in jaar 1, 30% in jaar 2 en 20% in jaar 3)
  - t = marginale belastingkoers.

Die netto huidige waarde van 'n kontantvloei stroom word verkry deur die bedrae na huidige waarde te verdiskonteer

$$NPV_n = \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{-j} \quad [27]$$

waar:  $NPV_n$  = huidige waarde van die kontantvloei stroom oor n jaar,  
 $i$  = verdiskonteringskoers en  
 $j$  = 1, 2 ... n jare.

In die vergelykingsfase word kontantvloei strome van verskillende lengtes vergelyk. Dit is dus nodig om die huidige waarde te omskep na ekwivalente jaarlikse waardes. Dit word met behulp van die kapitaalherwinningsfaktor (Grant et al., 1976:37) gedoen.

$$U_n = NPV_n \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad [28]$$

waar:  $U_n$  = uniforme koste oor n jaar.

Die minimumwaarde vir die reeks  $U_1 \dots U_n$  word as basis van vergelyking tussen die uitdager en verdediger gebruik. Hierdie vergelyking geskied bloot op grond van herstel- en besitkoste. Benewens hierdie kwantifiseerbare faktore word die geleentheid om 'n addisionele premie op die besit van 'n nuwe trekker te plaas ook verskaf. Indien die uitdager 'n laer minimum uniforme koste vertoon, is dit 'n aanduiding dat vervanging ekonomies geregverdig is.

#### 7.4.4 Finansiële evaluering

Indien die vervanging van 'n bate op ekonomiese gronde aanbeveel word, word die geleentheid aan die ondernemer gebied om die besluit finansiël te evalueer. Die finansiële evaluasie bestaan uit twee dele. Die eerste gedeelte geskied aan die hand van 'n mediumtermyn kontantvloei begroting. In die tweede fase word die sensitiwiteit van die beoogde besluit in terme van moontlike rentekoersverhogings bepaal.

##### 7.4.4.1 Insetmodule

Inligting met betrekking tot die spesifieke transaksies soos die metodiek van finansiering, termyn, rentekoerse, paaieimentskediule, vereiste deposito en moontlike inruilings word verkry. Kontantvloei-projeksies vir jaar 1 word verkry. In hierdie gedeelte word alle verwagte ontvangste en betalings vir die totale boerdery vir jaar 1 verkry. Bedrae wat aan inkomstebelasting betaal sal moet word asook die paaieiment op die vervangende bate word deur die model bereken.

Kontantvloei-inligting vir jaar 2 tot 5 word versamel. Indien die produsent nie oor hierdie inligting beskik nie, word dit deur die model gegenereer aan die hand van die verwagte verandering in die vlakke van inset- en uitsetpryse.

#### **7.4.4.2 Berekeningsmodule**

Die bekostigbaarheid van die voorgenome belegging word aan die hand van die kontantvloei ontleding bepaal. Die primêre norm is dat daar op die mediumtermyn 'n nie-negatiewe netto kontantvloei verkry moet word.

In die tweede gedeelte van die evaluering word die netto huidige waarde teen verskillende rentekoerse bereken en word die skuldterugbetaalvermoë van die boer bepaal. Die metodiek soos aanbeveel deur Standard Bank (1999: 236 – 238) word gebruik.

#### **7.4.4.3 Besluitnemingsfase**

Aan die hand van die mediumtermynkontantvloieibegroting en berekende skuldterugbetaalvermoë moet die boer besluit of die vervanging wel moet plaasvind. Die taak van die adviseur is dus om die berekeninge te doen en dan die uitset aan die boer te verskaf en hom te ondersteun in die besluitnemingsproses.

#### **7.4.5 Samevatting**

Hierdie model gebruik deterministiese waardes om te bereken of 'n bepaalde vervanging ekonomies geregverdig is. Indien wel, word die finansiële impak daarvan met behulp van geprojekteerde kontantvloei-inligting bereken. Die doel van die model is om die komplekse berekeninge wat nodig is om die verwagte kontantvloei vir trekkers oor tyd te bereken, te standardiseer. Deur die waardes te wissel, kan die sensitiwiteit van besluite evalueer word.

Hoewel die model deterministies is, kan die effek van verandering in inset- en uitsetpryse parametries hanteer word. In Hoofstuk 8 word die effek van verandering in enkele veranderlikes op die optimale vervanging van trekkers met die model evalueer. Die model is as 'n Excell sigblad ontwikkel en 'n beskrywing van die model word in Bylaag C verskaf.

### **7.5 SIMULASIE MODEL**

As gevolg van die deterministiese aard van veranderlikes in die uniforme koste-model en die groot variasie wat sekere veranderlikes vertoon, is besluit om vervangingstrategieë ook met 'n simulasiemodel waar veranderlikes stochasties kan wissel, te evalueer. Die uniforme koste-model is as basis vir die ontwikkeling van die simulasiemodel gebruik.

### **7.5.1 Modelstruktuur**

Die basiese berekeningsmetode soos vir die uniforme koste-model word gebruik. Totale jaarlikse koste word, gebaseer op 'n bepaalde vervangingsiklus, vir elke jaar vir 'n periode van 40 jaar bereken en saamgevat tot 'n netto huidige waarde. Die effek van veranderlikes op die waarde van netto huidige waarde vir verskillende vervangingsiklusse kan dus so evalueer word. Die model bestaan uit die volgende modules.

#### **7.5.1.1 Insetmodule**

In die insetmodule word die vervangingstrategie gespesifiseer asook die detail van die huidige trekker. Daar word ook aangedui welke veranderlikes as stochasties hanteer moet word. 'n Opsie bestaan om vir sekere veranderlikes spesifieke waarskynlikheidsverdelings te kies. By gebrek hieraan word 'n driehoekige verdeling gekies.

#### **7.5.1.2 Berekeningsmodules**

Herstelkoste-funksies word ewekansig op grond van die gespesifiseerde verdeling gekies. 'n Stochastiese element, gebaseer op die nie-verklaarde variasie in herstelkoste word bygevoeg. Jaarlikse herstelkoste word met behulp van die verkose funksie bepaal.

Inruilwaardes word aan die hand van die berekende formules bepaal. Trekkerpryse word beraam aan die hand van die langtermyn verloop van trekkerpryse. In beide gevalle word daar 'n stochastiese element bygevoeg om vir fluktuasie in pryse voorsiening te maak. Historiese jaar-tot-jaar prysvariasie is as basis vir die ontwikkeling van 'n matriks van moontlike prysstygings gebruik. Keuse van prysstygings is met behulp van 'n ewekansige getalontwikkelaar (random number generator) uit die reeks van pryse gemaak.

Totale koste word vir elke jaar vir elke trekker oor die periode van 40 jaar bereken. Die waarde van die onvoltooide vervangingsiklus aan die einde van die periode, indien die vervangingsperiode nie 'n faktor van 40 jaar is nie, word ook in ag geneem. Die netto huidige waarde vir alle vervangings oor die periode word bereken. Hierdie proses word herhaal met nuwe beramings van die veranderlike faktore. Na die nodige aantal iterasies word daar 'n verspreiding van netto huidige waardes verkry, wat verder ontleed kan word. Hierdie gedeelte is in 'n Excell sigblad geïnkorporeer.

Die verdere ontleding van die kumulatiewe distribusiefunksies van netto huidige waarde geskied aan die hand van verskillende dominansie kriteria. Die werking van die simulasiemodel asook die formulering daarvan word in Bylaag D aangedui.

## **7.6 SAMEVATTING**

Die ontwikkeling van die uniforme koste-model en 'n simulasiemodel, gebaseer op die uniforme koste-model, is in die hoofstuk bespreek. Die modelle is in 'n sigblad formaat

ontwikkel. In Hoofstuk 8 word die werking van die modelle aan die hand van tipiese data ge-evalueer.



## HOOFSTUK 8

### TOEPASSING VAN ONTWIKKELDE MODELLE OM VERVANGINGSNORME TE BEPAAL EN VERVANGINGSTRATEGIEË TE EVALUEER

#### 8.1 INLEIDING

Die hoofdoel van hierdie studie is om beskikbare modelle te evalueer met betrekking tot die geskiktheid daarvan vir die ondersteuning van boere by die neem van vervangingsbesluite. Uit die konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses in Hoofstuk 2 en die bespreking van faktore wat op 'n vervangingsbesluit impakteer in Hoofstuk 3 is dit duidelik dat 'n vervangingsbesluit in elke individule geval binne 'n unieke stel omstandighede geneem word. Vervangingsnorme is dus gevalspeesifiek en moet versigtig na ander gevalle geestrapoleer word. In hierdie hoofstuk word die twee ontwikkelde modelle toegepas om te bepaal wat die effek van veranderlike faktore in die geval van die uniforme koste-model op die optimale vervangingsouderdom en in geval van die simulasiemodel op die optimale vervangingstrategie is. Die toepassing van modelle het 'n tweërlei doel: eerstens om die geldigheid en korrektheid van die modelle te toets en tweedens om enkele vervangingsriglyne daar te stel.

#### 8.2 DATA VIR EVALUERING VAN MODELLE

Die basiese inligting vir die toepassing van die modelle word in Tabel 8.1 en Tabel 8.2 aangedui. Realistiese waardes vir die veranderlikes is in Tabel 8.1 as verstekwaardes geneem.

**TABEL 8.1: BASISDATA VIR EVALUERING VAN MODELLE**

Item	Waarde	Eenheid
<b>1 Agtergrond inligting</b>		
Rentekoers	14,5	%
Marginale belastingkoers	20,0	%
Trekkerprysstyging	12,3	%
Insetinflasie	10,5	%
Uitsetinflasie	8,9	%

**TABEL 8.2: TREKKERDATA VIR EVALUERING VAN MODELLE**

1 Huidige trekker (verdediger)		
Drywingskapasiteit	55	KW
Nuwe kosprys	217 500	R
Verwagte eerste oordoen	4	Jaar
Jaarlikse gebruik	1 000	Uur
Ouderdom	3-16	Jaar
Toestand (1 = 5, 5 = uitstekend)	3	
2 Vervangende trekker (uitdager)		
Drywingskapasiteit	55	KW
Nuwe kosprys	217 500	R
Verwagte eerste oordoen	4	Jaar
Jaarlikse gebruik	1 000	Uur
Ouderdom	0	Jaar
Toestand (1 – 5, 5 = uitstekend)	3	

**TABEL 8.3: VERLOOP VAN JAARLIKSE UNIFORME KOSTE VIR 'N HUIDIGE TREKKER INDIEN DIT OP OUDERDOM 3 TOT 16 MET 'N SOORTGELYKE NUWE TREKKER VERVANG WORD**

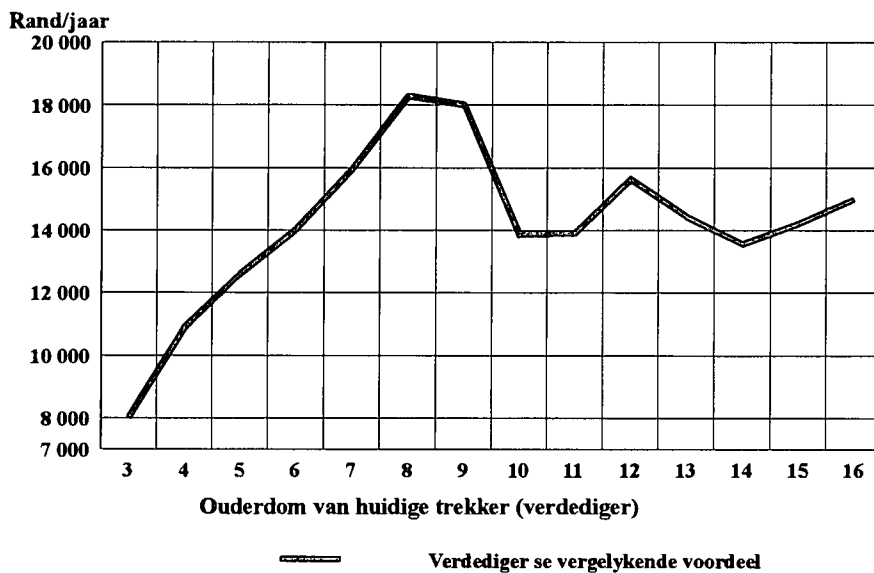
Ouderdom van trekker (jaar)	Uniforme jaarlikse koste van:		Huidige trekker vergelykende voordeel (R)
	Huidige trekker (R)	Nuwe trekker (R)	
3	24 497	32 486	7 989
4	21 606	32 486	10 880
5	19 913	32 486	12 573
6	18 486	32 486	14 000
7	16 551	32 486	15 935
8	14 210	32 486	18 276
9	14 499	32 486	17 987
10	18 632	32 486	13 854
11	18 602	32 486	13 884
12	16 871	32 486	15 615
13	18 065	32 486	14 421
14	18 939	32 486	13 547
15	18 296	32 486	14 190
16	17 514	32 486	14 972

### 8.3 TOEPASSING VAN UNIFORME KOSTE-MODEL

#### 8.3.1 Toepassing met behulp van basisdata

Die uniforme koste-model soos in Hoofstuk 7 beskryf, word aangewend om die koste vir 'n huidige trekker van drie jaar en ouer met 'n nuwe soortgelyke vervangende trekker te vergelyk. Die minimum uniforme koste van die twee trekkers word vergelyk. Die bedrag waarmee die huidige trekker se uniforme koste laer is word die verdediger se vergelykende voordeel genoem. In Tabel 8.3 word die verloop van minimum uniforme koste en vergelykende voordeel vir die twee trekkers weergegee. Die verdediger se vergelykende voordeel vir vervanging op drie tot sestien jaar ouderdom word ook in Figuur 8.1 aangedui.

**FIGUUR 8.1: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**



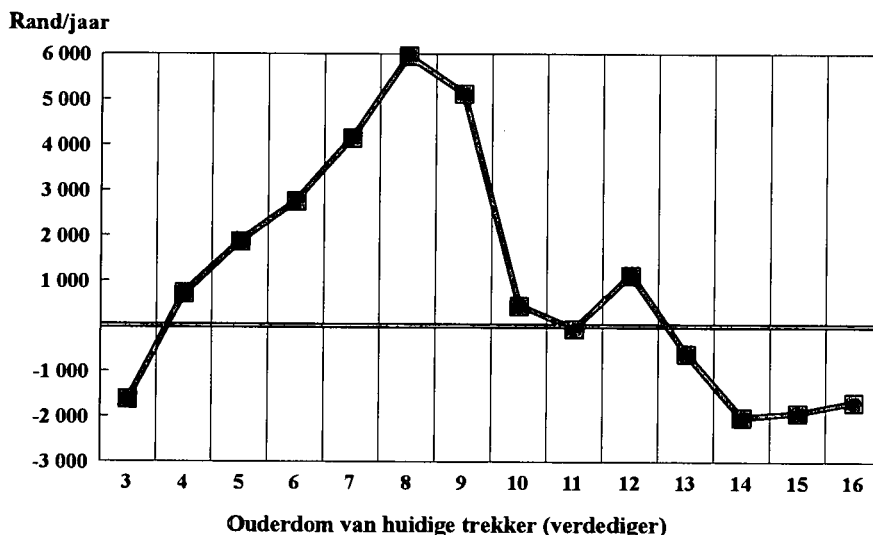
Bron: Tabel 8.3

Uit Figuur 8.1 blyk dat dit nie ekonomies geregtig is om, gebaseer op die basisdata en kostes soos in die model ingesluit, 'n drie tot sestienjaar oue trekker te vervang nie. Die bestaande trekker se minimumkoste daal met stygende ouderdom tot agt jaar (Tabel 8.3), waarna dit styg as gevolg van stygende herstel- en onderhoudskoste. Onder die gegewe omstandighede skyn die optimale besluit dus te wees om die trekker so lank as moontlik te gebruik.

In Hoofstuk 6 is aangedui dat benewens die kwantifiseerbare faktore wat in die model ingesluit word, ander faktore ook 'n rol mag speel. Indien 'n hipotetiese produsent 'n

voorkeur vir 'n nuwe trekker het, behoort dit moontlik te wees om hierdie voorkeur in geldelike terme uit te druk. Dit kan ook verwag word dat die rasionele produsent 'n groter voorkeur vir 'n nuwe trekker sal hê indien 'n ouer trekker vervang moet word. In die model is daar voorsiening vir die insluiting van 'n waarde vir hierdie nuwe trekker voorkeur gemaak. In gesprekke met verskeie produsente is gevind dat produsente die voordeel van nuwe trekkers in terme van nie-kwantifiseerbare faktore wel in ag neem. In die normatiewe ontleding word daar van 'n lineêre voorkeurverhouding, gebaseer op 'n subjektiewe beraming, gebruik gemaak. Die verloop van die verdediger se vergelykende voordeel indien daar voorsiening vir 'n tipiese ondernemer se voorkeur vir nuwe trekkers gemaak word, word in Figuur 8.2 aangedui.

**FIGUUR 8.2: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL\* VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**



Bron: Berekende waardes

\*Voorkeur vir nuwe trekkers in ag geneem  
 (Voorkeur = 8000 + 540\*Ouderdom)

Indien die nuwe-trekker voordeel in model ingesluit word, word vervanging van 'n drie-, elf- en dertienjaar en ouer trekker ekonomies aanbeveel.

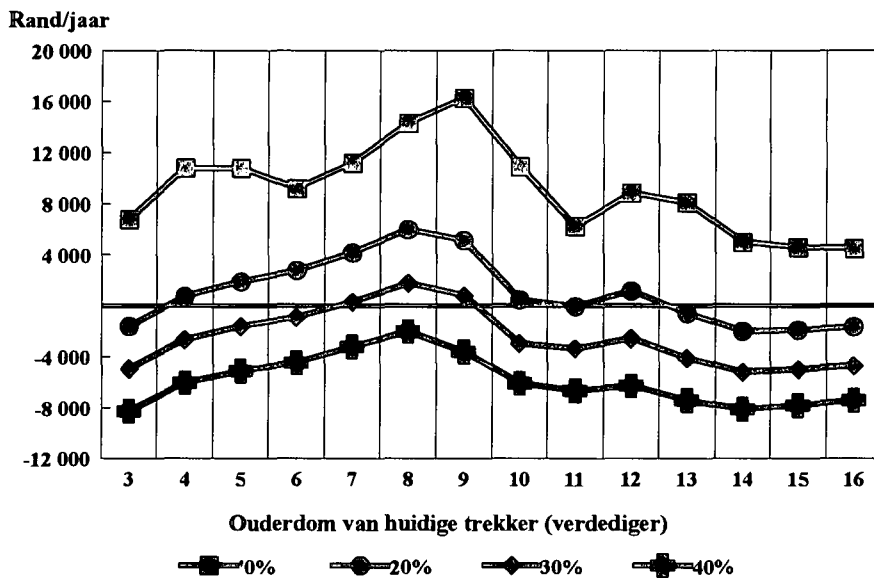
### 8.3.2 Sensitiwiteitsanalise

#### 8.3.2.1 Effek van verandering in belastingkoerse

Die effek van verskillende belastingkoerse op die verloop van die verdediger se vergelykende voordeel word in Figuur 8.3 aangedui. Uit Figuur 8.3 blyk dat inkomstebelasting 'n groot invloed op die vergelykende voordeel van die huidige trekker

uitoefen. Teen 'n 40% marginale belastingkoers is dit ekonomies geregverdig om enige ouderdom trekker te vervang aangesien die ondernemer met 'n 40% marginale belastingkoers in effek 'n 40% korting op die aankoopprys van die nuwe trekker oor die eerste drie jaar kry. Uit Figuur 8.3 blyk ook dat die praktyk van boere om 'n trekker te vervang in die jaar waarin goeie oeste gemaak word, wel geregverdig is.

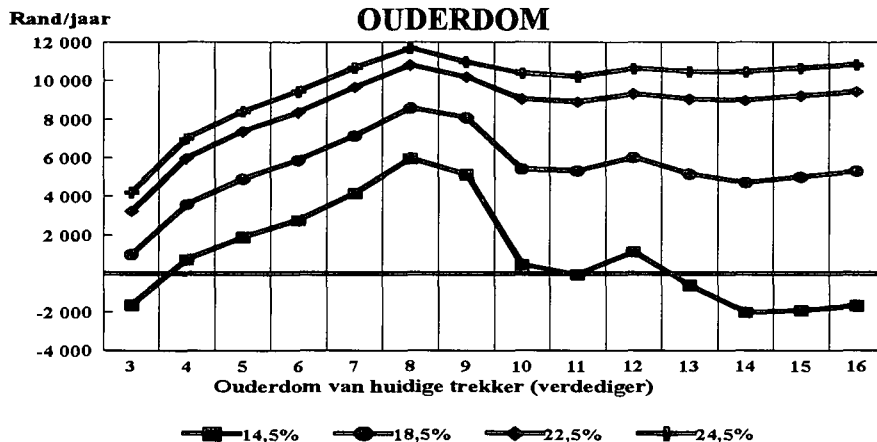
**FIGUUR 8.3: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL BY VERSKILLENDE MARGINALE BELASTINGKOERSE VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**



### 8.3.2.2 Effek van verandering in nominale rentekoerse

Rentekoerse het die afgelope aantal jare skerp gefluktueer soos uit Figuur 6.5 blyk. Die effek van verandering in die nominale rentekoers op die verdediger se vergelykende voordeel word in Figuur 8.4 aangedui.

**FIGUUR 8.4: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL BY VERSKILLENDE NOMINALE RENTEKOERSE VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**

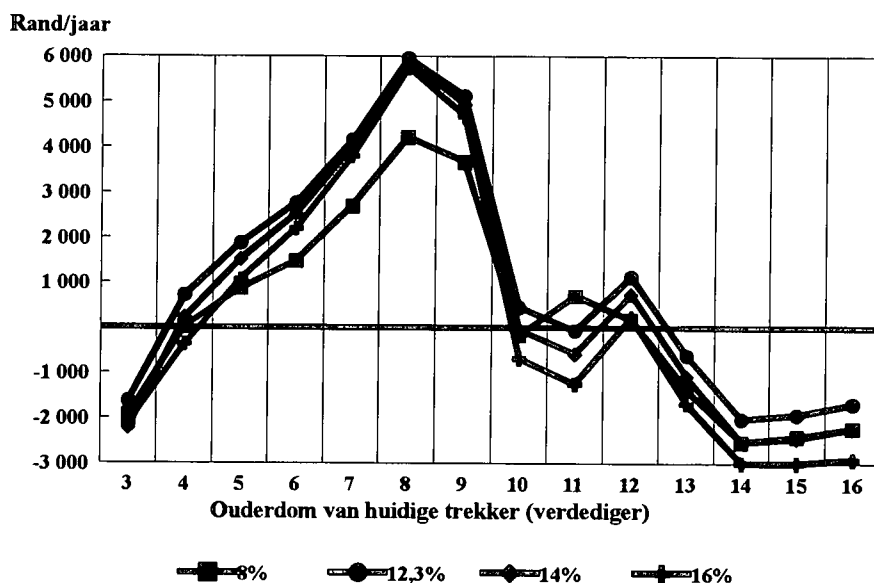


Uit Figuur 8.4 blyk dat hoër rentekoerse die verdediger se vergelykende voordeel verhoog namate die koste van kapitaal verhoog.

### 8.3.2.3 Effek van verandering in verwagte trekkerprysstygings

Trekkerpryse het vanaf 1966 tot 1999 jaarliks met tussen 0% en 26% gestyg. Die effek van verskillende verwagte trekkerprysstygings op die verdediger se vergelykende voordeel word in Figuur 8.5 aangedui.

**FIGUUR 8.5: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL BY VERSKILLENDE TREKKERPRYSSTYGINGS VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**

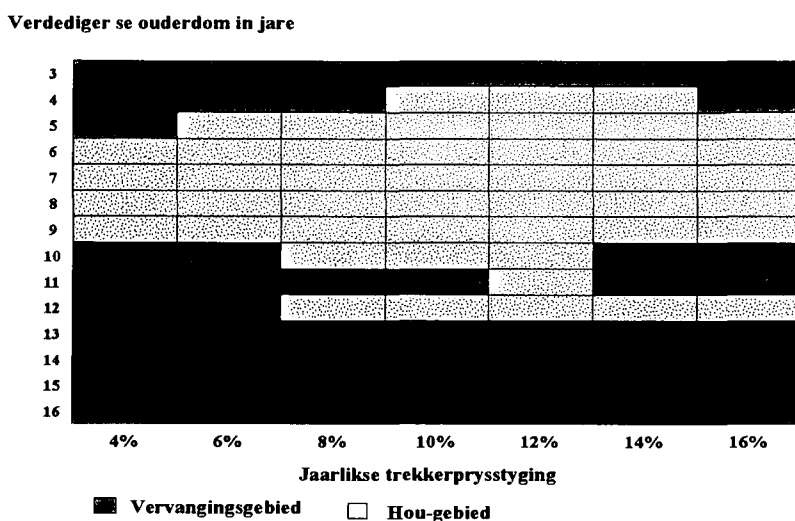


Uit Figuur 8.5 blyk dat die vlak van trekkerprysstygings wel die vergelykende voordeel van die verdediger verander. Die verloop van die vergelykende voordeel verander egter bykans onvoorspelbaar soos verwagte trekkerprysinflasie verander. Die effek van trekkerprysstygings op die vervangingsbesluit vir trekkers van 3 tot 16 jaar oud word in Figuur 8.6 aangedui. Uit Figuur 8.6 blyk dat trekkerprysstygings binne 'n sekere grens nie die vervangingsbesluit noemenswaardig beïnvloed nie. Die rede hiervoor is dat trekkerprysstygings beide die prys van die uitdager asook die inruilwaarde van die verdediger opwaarts aanpas. Binne sekere grense bly die vergelykende voordeel dus ongeveer dieselfde.

### 8.3.2.4 Effek van verandering in herstelcoste

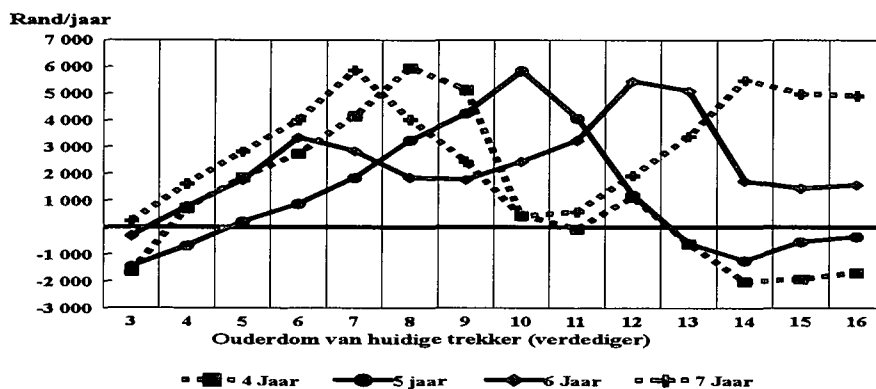
Die model hanteer variasie in herstel- en onderhoudskoste met behulp van verskillende herstelkostefunksies, gebaseer op die verwagte tyd tussen oordoen-periodes. Twee moontlikhede bestaan. Die interoordoensperiode van beide die verdediger en uitdager kan saam verander of een van die twee kan verander. In die praktyk kan verwag word dat die verdediger se interoordoensperiode eerder sal varieer.

**FIGUUR 8.6: DIE EFFEK VAN VERWAGTE TREKKERPRYSSTYGING OP DIE VERVANGINGSBESLUIT VIR 'N TREKKER VAN OUDERDOM 3 TOT 16 JAAR INDIEN DIT MET 'N IDENTIESE NUWE TREKKER VERGELYK WORD**



Die effek van 'n korter interoordoensperiode vir die verdediger op die verdediger se vergelykende voordeel word in Figuur 8.7 aangedui.

**FIGUUR 8.7: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL BY VERSKILLENDE INTEROORDOENPERIODES VAN DIE VERDEDIGER VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**

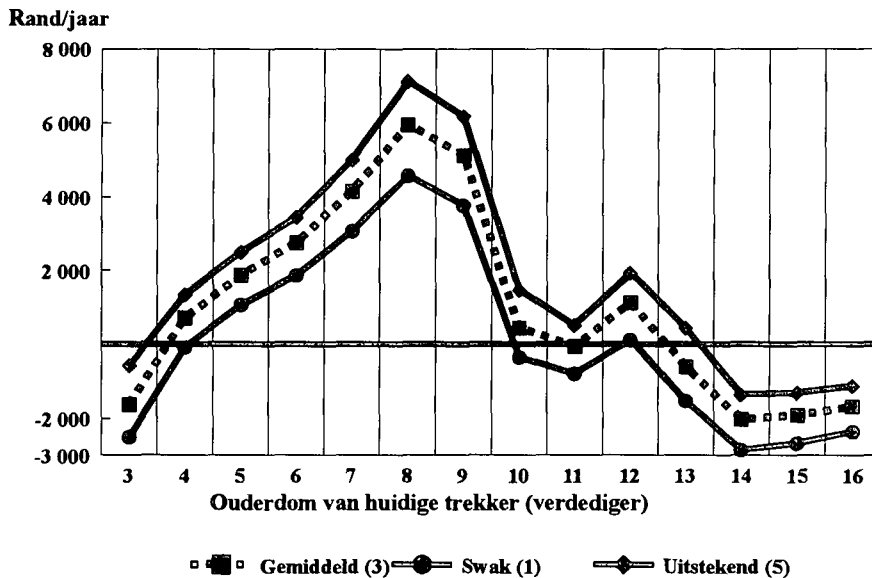


Uit Figuur 8.7 is dit duidelik dat 'n langer interoordoeningeperiode met laer herstelkoste daartoe lei dat vervanging uitgestel word. Hoe beter 'n trekker dus onderhou word, des te langer kan dit in gebruik gehou word. Dit strook met praktiese verwagtinge.

### 8.3.2.5 Effek van verandering in inruilwaardes

Inruilwaardes van trekkers wissel aanmerklik vanaf die gemiddelde waardes soos met behulp van regressievergelykings beraam. Die effek van verandering in inruilwaardes van trekkers op die verdediger se vergelykende voordeel word in Figuur 8.8 geillustreer. Uit Figuur 8.8 blyk dat indien 'n trekker in 'n beter toestand gehou word, dit langer ekonomies gebruik kan word.

**FIGUUR 8.8: VERLOOP VAN VERDEDIGER SE VERGELYKENDE VOORDEEL INDIEN DIE TOESTAND VAN DIE VERDEDIGER WISSEL VIR VERVANGING MET 'N IDENTIESE TREKKER OP 3 TOT 16 JARIGE OUDERDOM**



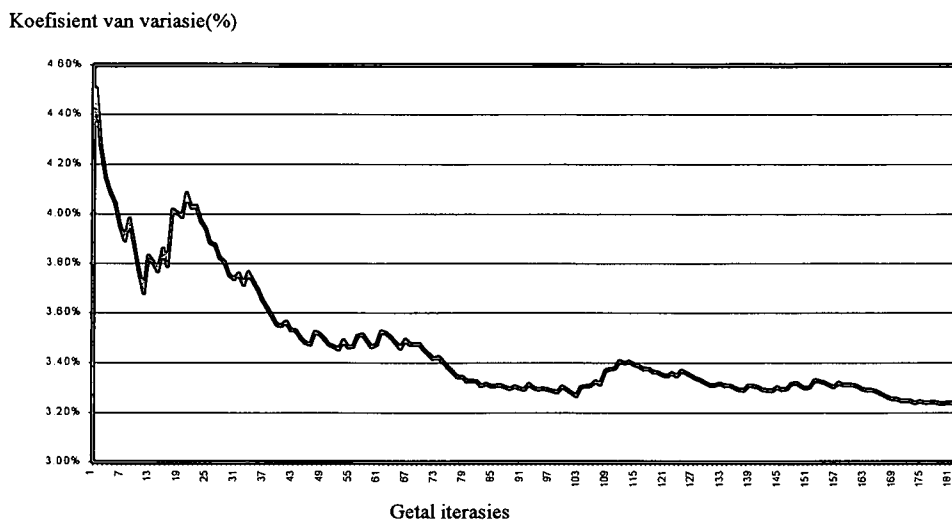
## 8.4 TOEPASSING VAN SIMULASIEMODEL

### 8.4.1 Bepaling van getal iterasies

In 'n simulasiestudie is dit noodsaaklik dat bevindinge op so 'n getal iterasies gebaseer word dat resultate stabiel en betroubaar is (Taha, 1971:511). In Figuur 8.9 word die verloop van die koëffisiënt van variasie by 'n toenemende getal iterasies aangedui. Dit is duidelik dat stabiliteit na 180 iterasies verkry word. Daar is dus besluit om 200 iterasies as basis vir berekening te gebruik.



**FIGUUR 8.9: WAARDE VAN DIE KOËFFISIËNT VAN VARIASIE BY 'N TOENEMENDE GETAL ITERASIES**



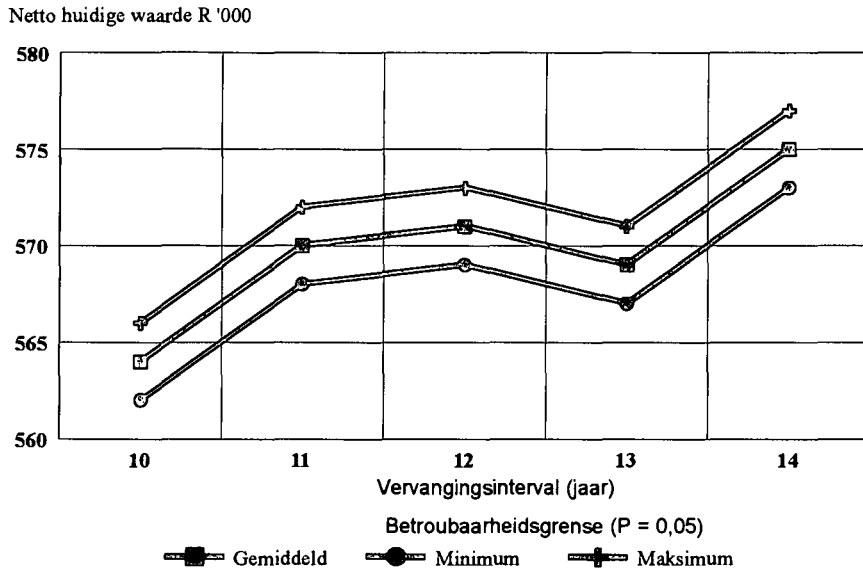
#### 8.4.2 Toepassing met behulp van basisdata

Dieselfde basisdata soos in Tabel 8.1 en Tabel 8.2 verskaf, word gebruik om die werking van die simulasiemodel te evalueer. Herstelkoste en inruilwaardes word stochasties hanteer. Verskillende vervangingstrategieë word met behulp van die simulasiemodel vergelyk. Die gemiddelde netto waarde en standaardafwyking vir verskillende vervangingstrategieë word in Tabel 8.4 aangegee. Die gemiddelde waarde en betroubaarheidsinterval word in Figuur 8.10 geïllustreer.

**TABEL 8.4: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, BASISDATA**

Vervangings - Ouderdom (jare)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard Afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P =0,95)	
				Onderste	Boonste
7	681	11,0	1,6	679	683
8	631	9,2	1,5	629	633
9	623	9,1	1,5	621	625
10	564	10,1	1,8	562	566
11	570	9,2	1,6	568	572
12	571	8,6	1,5	569	573
13	569	8,7	1,5	567	571
14	575	8,9	1,5	573	577

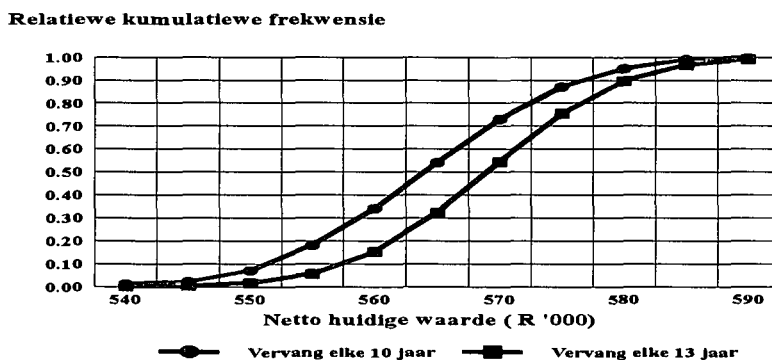
**FIGUUR 8.10: GEMIDDELDE WAARDE EN BETROUBAARHEIDSGRENSE VIR NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGS-INTERVALLE, BASISDATA**



Die laagste gemiddelde kontantvloei word met 'n strategie van vervanging elke 10 jaar verkry. Gebaseer op die 95% betroubaarheidsintervalle is dit duidelik dat ook die laagste maksimumwaarde met 'n 10-jaar vervangingstrategie verkry word. Vervanging elke 13 jaar verskaf 'n effens hoër gemiddelde netto huidige waarde maar met 'n kleiner variasie. Dit is dus nie moontlik om op grond van eerste-orde stochastiese dominansie tussen die twee strategieë te kies nie.

Om die kumulatiewe distribusie funksies te vergelyk, word die waargenome diskrete verdelings omskep tot kumulatiewe funksies deur 'n bekende statistiese funksie daaraan te pas. In alle gevalle is gevind dat die data normaal verdeel is (Lillefors-toets) en dat die normaalverdeling 'n betekenisvolle beter passing as ander verdelings verskaf. Die kumulatiewe normaalverdelingsfunksies vir 'n 10-jaar en 13-jaar vervangingstrategie word in Figuur 8.11 vergelyk.

**FIGUUR 8.11: KUMULATIEWE NORMAALDISTRIBUTIEFUNKSIES VIR NETTO HUIDIGE WAARDE INDIEN VERVANGING ELKE 10 EN 13 JAAR PLAASVIND, BASISDATA**



Uit Figuur 8.11 is dit duidelik dat 'n 10-jaar vervangingstrategie, slegs in minder as 1% van die gevalle 'n hoër koste as die 13-jaar vervangingsiklus het. 'n Rationele ondernemer sal eerder die 10-jaar as die 13 jaar vervangingsiklus kies.

### 8.4.3 Sensitiwiteitsanalise

#### 8.4.3.1 Effek van verandering in belastingkoerse

Indien die belastingkoers as 0% geneem word, word die waardes vir die gemiddeld en standaardafwyking vir netto huidige waarde soos in Tabel 8.5 aangedui, verkry.

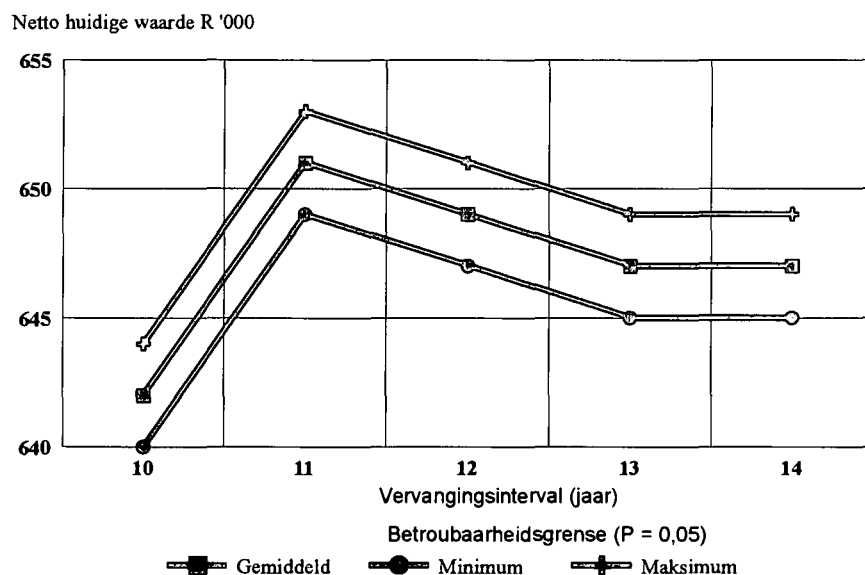
**TABEL 8.5: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, BELASTINGKOERS = 0%**

Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard Afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P =0,95)	
				Onderste	Boonste
10	642	10,4	1,6	640	644
11	651	8,4	1,3	649	653
12	649	9,3	1,4	647	651
13	647	9,0	1,4	645	649
14	647	9,5	1,5	645	649

Die 13-jaar strategie sal eerder as die 14-jaar strategie verkies word, aangesien beide dieselfde gemiddelde koste het, terwyl die 14-jaar strategie meer varieer. Eersgenoemde strategie domineer 'n 12-jaar vervangingstrategie wat hoër koste en 'n groter variabiliteit het. Die 10-jaar vervangingstrategie verskaf die laagste gemiddelde koste. Dit vertoon egter ook die grootste variasie relatief tot die ander strategieë. Die maksimumwaarde op 'n 95% betroubaarheidsvlak is egter steeds laer as vir enige ander strategie. Die gemiddelde waarde en 95% betroubaarheidsgrense vir verwagte netto huidige waarde vir 'n 10- tot 13-jaar vervangingstrategie word in Figuur 8.12 aangedui. Vervanging elke 10 jaar is duidelik die optimale strategie indien die besluitnemer geen belasting betaal nie.

Indien die belastingkoers as 40% geneem word, is die gemiddelde en standaardafwyking van netto huidige waarde soos in Tabel 8.6 en Figuur 8.13. Dit is duidelik dat die 8-jaar en 9-jaar vervangingsiklus die ander domineer. Hoewel 'n 9-jaar siklus 'n laer gemiddelde koste tot gevolg het, gaan dit met 'n groter variasie gepaard. Dit is dus nie moontlik om bloot op grond hiervan tussen 'n 8-jaar en 9-jaar siklus te kies nie.

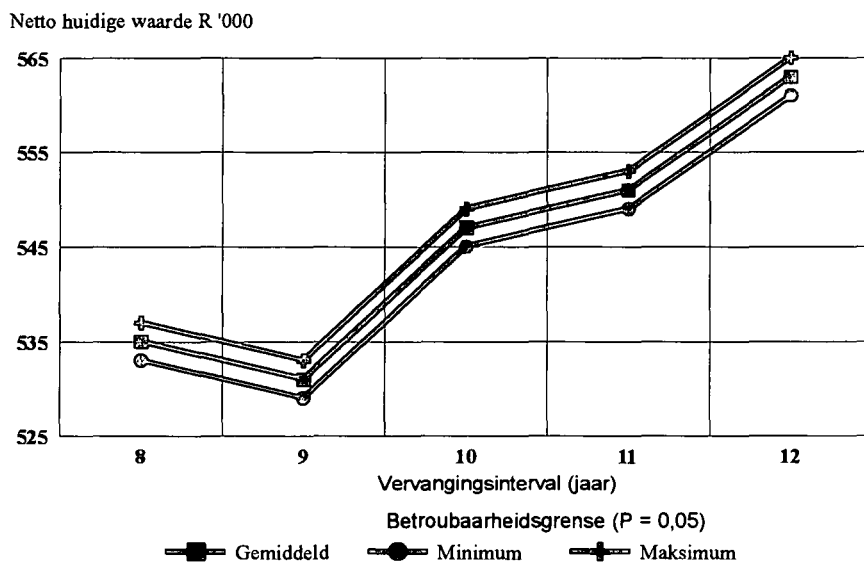
**FIGUUR 8.12 GEMIDDELDE WAARDE EN BETROUBAARHEIDSGRENSE VIR NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGS-INTERVALLE, BELASTINGKOERS =0%**



**TABEL 8.6: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, BELASTINGKOERS = 40%**

Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard Afwyking	Koëf. van Variasië %	Betroubaarheidsgrense (P = 0,95)	
				Onderste	Boonste
8	535	8,0	1,5	533	537
9	531	9,2	1,7	529	533
10	547	10,4	1,9	545	549
11	551	11,1	2,0	549	553
12	563	9,1	1,6	561	565

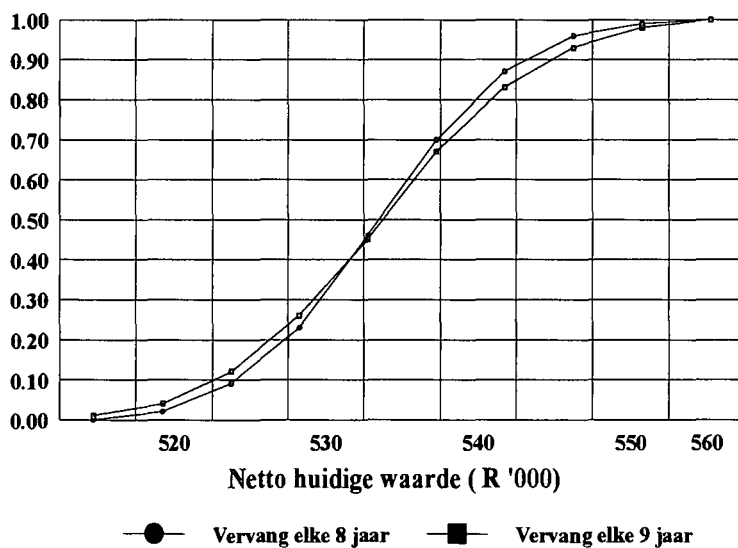
**FIGUUR 8.13: GEMIDDELDE WAARDE EN BETROUBAARHEIDSGRENSE VIR NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGS-INTERVALLE, BELASTINGKOERS = 40%**



Die kumulatiewe normaalverdelingsfunksies vir 'n 8-jaar en 9-jaar siklus word in Figuur 8.14 aangedui. Uit Figuur 8.14 blyk dat 'n 8-jaar vervangingsiklus ongeveer 'n 50% waarskynlikheid het om 'n hoër koste as 'n 9-jaar siklus te hê.

**FIGUUR 8.14: KUMULATIEWE NORMAALVERDELINGSFUNKSIES VIR NETTO HUIDIGE WAARDE INDIEN VERVANGING ELKE 8 EN 9 JAAR PLAASVIND, BELASTINGKOERS = 40%**

Relatiewe kumulatiewe frekwensie



Die dominante vervangingsiklus by belastingkoerse van 0%, 20% en 40% word in Tabel 8.7 aangedui. Hoër belastingkoerse lei dus tot versnelde vervanging.

**TABEL 8.7: DOMINANTE VERVANGINGSIKLUS BY 'N 0%, 20% EN 40% BELASTINGKOERS**

	Belastingkoers		
	0%	20%	40%
Dominante siklus(se)	10	10,13*	8,9*

\* Siklus word nie volledig gedomineer met eerste-orde stochastiese dominansie nie.

#### 8.4.3.2 Effek van verandering in nominale rentekoerse

Indien die nominale rentekoers na 20,5% verhoog word, word die verspreiding van huidige waardes soos in Tabel 8.8 opgesom, verkry. Uit Tabel 8.8 is dit duidelik dat die 13-jaar siklus beide 'n laer koste en 'n kleiner verwagte variasie as die 14-jaar siklus vertoon en dus dominant is.

**TABEL 8.8: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, NOMINALE RENTEKOERS = 20,5%**

Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard Afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P =0,95)	
				Onderste	Boonste
12	311	4,8	1,6	310	312
13	308	4,3	1,4	307	309
14	308	5,0	1,6	307	309
15	314	4,5	1,4	313	315

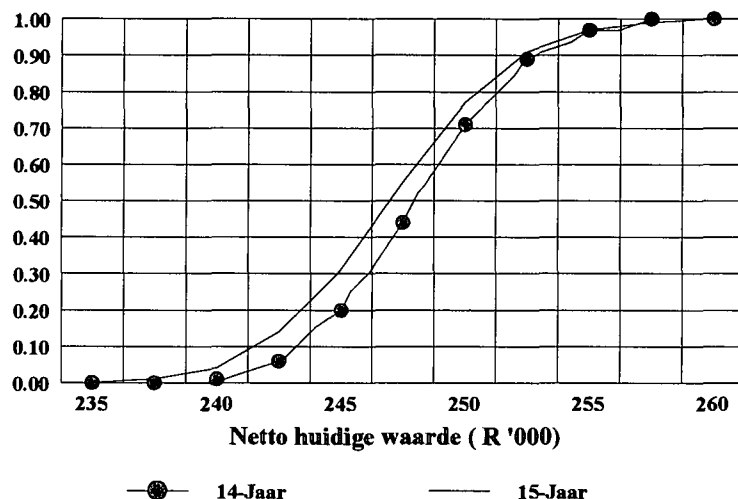
Word die nominale rentekoers na 24,5% verhoog, word die verspreiding van huidige waardes soos in Tabel 8.9 opgesom, verkry. Die 15-jaar siklus verskaf die laagste gemiddelde netto huidige waarde maar met 'n groter standaardafwyking. Die verloop van die aangepaste kumulatiewe distribusiefunksies word in Figuur 8.15 aangedui. Uit Figuur 8.15 is dit duidelik dat die 15-jaar siklus die 14-jaar siklus domineer in 95% van die gevalle. Die rasonale keuse sal dus 'n 15-jaar siklus wees.

**TABEL 8.9: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, NOMINALE RENTEKOERS = 24,5%**

Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P =0,95)	
				Onderste	Boonste
12	253	3,5	1,4	252	254
13	250	3,3	1,3	249	251
14	248	3,6	1,5	247	249
15	247	4,1	1,7	246	248
16	251	4,9	1,9	250	252

**FIGUUR 8.15: KUMULATIEWE NORMAALDISTRIBUTIEFUNKSIES VIR NETTO HUIDIGE WAARDE INDIEN VERVANGING ELKE 8 EN 9 JAAR PLAASVIND, NOMINALE RENTEKOERS = 24,5%**

Relatiewe kumulatiewe frekwensie



Die effek van veranderinge in die nominale rentekoers op die dominante vervangingstrategie word in Tabel 8.10 aangedui.

**TABEL 8.10: DOMINANTE VERVANGINGSIKLUS BY 'N 14,5%, 20,5% EN 24,5% NOMINALE RENTEKOERS**

	Nominale rentekoers		
	14,5%	20,5%	24,5%
Dominante siklus(se)	10	13	15,14*

\* Siklus word nie volledig gedomineer met eerste-orde stochastiese dominansie nie.

#### 8.4.3.3 Effek van verandering in trekkerprysstygings

Die effek van 'n gemiddelde trekkerprysstyging van 14,5% op die netto huidige waarde van verskillende vervangingsiklusse word in Tabel 8.11 aangedui.

**TABEL 8.11: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, TREKKERPRYSSTYGING = 14,5%**

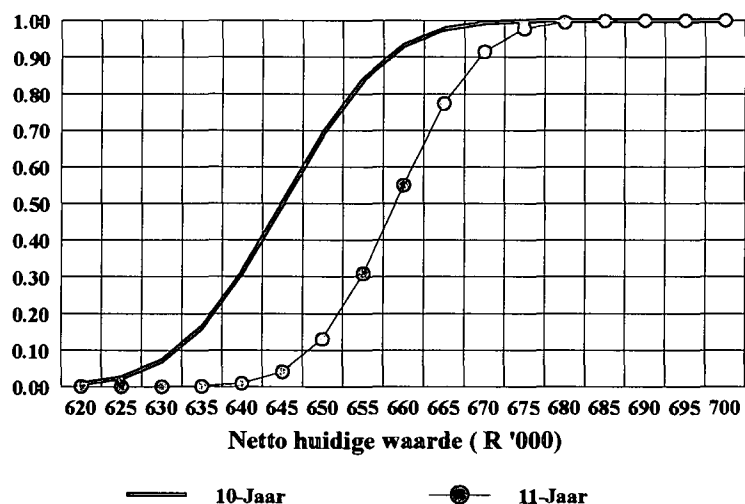
Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard Afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P =0,95)	
				Onderste	Boonste
9	753	11,2	1,5	751	755
10	645	10,1	1,6	642	647
11	659	8,0	1,2	647	651
12	661	9,5	1,4	659	663
13	676	10,2	1,5	674	678

Met 'n 10-jaar siklus word die laagste gemiddelde netto huidige waarde verkry, maar met 'n hoër variasie as vir 'n 11-jaar siklus. Teen 'n 95% betroubaarheidspeil lê die frekwensieverdeling vir 'n 10-jaar siklus egter links van die verdeling vir 'n 11-jaar siklus (Figuur 8.16). Die 10-jaar siklus bly dus dominant.



**FIGUUR 8.16: KUMULATIEWE NORMAALDISTRIBUSIEFUNKSIES VIR NETTO HUIDIGE WAARDE INDIEN VERVANGING ELKE 10 EN 11 JAAR PLAASVIND, TREKKERPRYSSTYGING = 14,5%**

Relatiewe kumulatiewe frekwensie



Die effek van 'n gemiddelde trekkerprysstyging van 18,5% op die netto huidige waarde van verskillende vervangingsiklusse word in Tabel 8.12 aangedui.

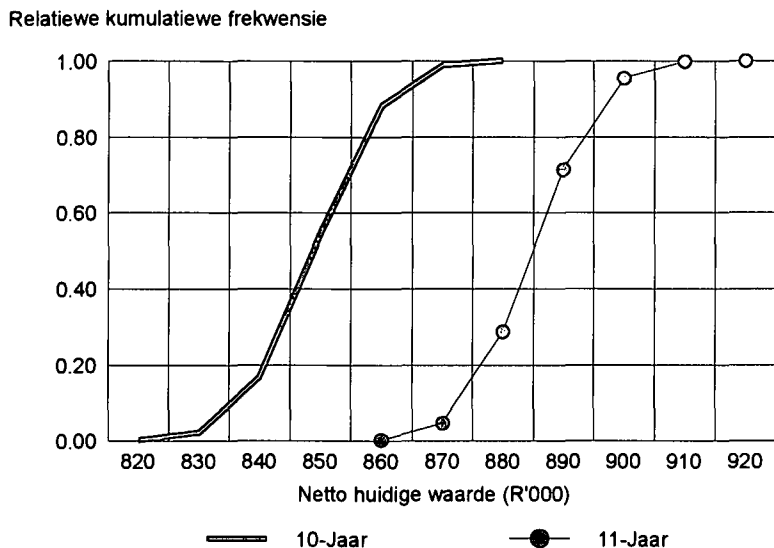
**TABEL 8.12: OPSOMMENDE STATISTIEK MET BETREKKING TOT DIE VERSPREIDING VAN NETTO HUIDIGE WAARDE VIR VERSKILLENDE VERVANGINGSIKLUSSE VIR TREKKERS, TREKKERPRYSSTYGING = 18,5%**

Vervangings - Ouderdom (jaar)	Netto huidige waarde (R '000)				
	Gemiddeld	Standaard afwyking	Koëf. van Variasie %	Betroubaarheidsgrense (P = 0,95)	
				Onderste	Boonste
9	1 121	11,4	1,0	1 119	1 123
10	849	9,3	1,1	847	851
11	885	8,9	1,0	883	887
12	912	8,7	1,0	910	914
13	933	9,8	1,1	931	935

Met 'n 10-jaar siklus word die laagste gemiddelde netto huidige waarde verkry, maar met 'n hoër variasie as vir 'n 11-jaar siklus. Teen 'n 95% betroubaarheidspeil lê die frekwensieverdeling vir 'n 10-jaar siklus egter links van die verdeling vir 'n 11-jaar siklus soos uit Figuur 8.17 blyk. Die 10-jaar siklus is dus steeds dominant.

Die effek van veranderinge in die koers waarteen trekkerpryse styg op die dominante vervangingstrategie word in Tabel 8.13 aangedui.

**FIGUUR 8.17: KUMULATIEWE NORMAALDISTRIBUTIEFUNKSIES VIR NETTO HUIDIGE WAARDE INDIEN VERVANGING ELKE 10 EN 11 JAAR PLAASVIND, TREKKERPRYSSTYGING = 18,5%**



**TABEL 8.13: DOMINANTE VERVANGINGSIKLUS BY 'N 12,5%, 14,5,5% EN 18,5% JAARLIKSE TREKKERPRYSSTYGING**

	Trekkerprys styging		
	12,5%	14,5%	18,5%
Dominante siklus(se)	10	10	10

Herstelkoste en inruilwaardes word stochasties in die simulasiemodel hanteer. Gevolglik kan die effek van vernaderinge in die veranderlikes op die lengte van die vervangingsiklus nie verder evalueer word nie.

### 8.5 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is die praktiese toepasbaarheid van die uniforme koste- en simulasiemodel evalueer aan die hand van veranderlike faktore. As basis is 'n stel verteenwoordigende waardes vir die veranderlikes gekies.

Gebaseer op die basisdata, dui die uniforme koste-model aan dat trekkers nie binne die eerste sestien jaar vervang moet word nie. Indien die model egter uitgebrei word om 'n monetêre waarde aan die voordeel van 'n nuwe trekker eerder as 'n ouer een te koppel, word aangedui dat 'n drie-, elf- en dertienjaar en ouer trekker ekonomies vervang kan word.

Die effek van veranderinge in belastingkoerse, nominale rentekoerse, trekkerprysinflasie, herstelkoste en inruilwaardes op die vervangingsbesluit indien 'n bestaande trekker van ouderdom drie tot sestien jaar met 'n soortgelyke nuwe trekker vergelyk word, word in Tabel 8.14 aangedui.

Hoër belastingkoerse gee aanleiding tot vroeëre vervanging van trekkers aangesien dit in effek die prys van nuwe trekkers betekenisvol verlaag. 'n Hoër nominale rentekoers lei daartoe dat trekkers langer gebruik word soos die koste van kapitaal verhoog. Trekkerprysstygings beïnvloed nie die optimale vervangingsouderdom betekenisvol nie. Indien die interoordienperiode van trekkers gerek kan word, of trekkers in 'n uitstekende toestand gehou kan word, kan trekkers langer ekonomies gebruik word.

Die effek van veranderlike faktore op die dominante vervangingsiklus oor 'n beplanningshorison van 40 jaar, word in Tabel 8.15 aangedui. Hoër belastingkoerse lei ook hier tot vroeëre vervanging. Hoër rentekoerse lei daartoe dat vervangingsiklusse verleng. Trekkerprysstygings beïnvloed nie die vervangingsiklus betekenisvol nie.

Die uniforme koste-model is meer sensitief vir verandering in die veranderlike faktore as die simulasiemodel. Beide verskaf egter bevredigende antwoorde.

**TABEL 8.14: DIE EFFEK VAN VERANDERLIKE FAKTORE OP DIE OUDERDOM WAAROP 'N BESTAANDE TREKKER VERVANG KAN WORD, UNIFORME KOSTE-MODEL**

<b>Belastingkoers</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>
Vervangingsouderdom	16+	3,11,13-	3-6,10-	3-
<b>Nominale rentekoers</b>	<b>14,5%</b>	<b>18,5%</b>	<b>22,5%</b>	<b>24,5%</b>
Vervangingsouderdom	3,11,13-	16+	16+	16+
<b>Trekkerprysstyging</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>
Vervangingsouderdom	3-4, 11,13-	3,13-	3,10-11, 13-	3,10-11, 13-
<b>Interoordoenperiode</b>	<b>4 Jaar</b>	<b>5 jaar</b>	<b>6 Jaar</b>	<b>7 jaar</b>
Vervangingsouderdom	3,11,13-	3-4, 13-	3, 16-	16+
<b>Toestand van trekker</b>	<b>Swak</b>	<b>Gemiddeld</b>	<b>Goed</b>	----
Vervangingsouderdom	3,10-	3,11, 13-	3,14-	----

Verklaring:

16+ Geen vervanging word tot op 16 jaar aangedui nie.

13- Vervanging word vanaf 13 jaar aangedui.

**TABEL 8.15: DIE EFFEK VAN VERANDERLIKE FAKTORE OP DIE DOMINANTE VERVANGINGSIKLUS VIR TREKKERS, SIMULASIE-MODEL**

<b>Belastingkoers</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>	<b>40%</b>
Vervangingsiklus	10	10,(13)	8,(9)
<b>Nominale rentekoers</b>	<b>14,5%</b>	<b>20,5%</b>	<b>24,5%</b>
Vervangingsiklus	10	13	15,(14)
<b>Trekkerprysstyging</b>	<b>12,3%</b>	<b>14,5%</b>	<b>18,5%</b>
Vervangingsiklus	10	10	10

Verklaring:

10 Dominante vervangingsikluse.

(9) Siklus word nie volkome deur bogenoemde gedomineer nie.

## 8.6 GEVOLGTREKKINGS

### 8.6.1 *Algemene vervangingsnorme*

Uit Tabel 8.14 en Tabel 8.15 kan die volgende algemene afleidings gemaak word.

- Die optimale leeftyd om trekkers te vervang is ongeveer 10 tot 13 jaar.
- Hoër belastingkoerse veroorsaak dat vervanging veel gouer ekonomies kan plaasvind.
- Rentekoerstygings veroorsaak dat vervanging uitgestel word.
- Goeie onderhoud en sorg lei daartoe dat trekkers langer en teen laer koste in diens gehou kan word.
- Trekkerprysstygings beïnvloed nie die vervangingsiklus noemenswaardig nie.

### 8.6.2 *Geskiktheid van modelle vir besluitnemingsondersteuning*

- Met enkele uitsonderings verskaf die laagste koste vervangingsiklus ook die dominante siklus. In alle gevalle is die effek van variasie in verwagte koste nie baie belangrik nie. Die simulasiemodel is ook minder sensitief vir veranderlike faktore.
- Deur faktore wat moeilik kwantifiseer kan word, soos herstelkoste en inruilwaarde stochasties te hanteer, is bevind dat die netto huidige waarde van vervangingsiklusse relatief min varieer met variasie in hierdie faktore.
- Beide modelle kon met gemak in 'n sigblad formaat akkommodeer word.

- Die deterministiese model is meer gebruikersvriendelik en uitsette is ook makliker verstaanbaar as wat die geval met die simulasiemodel is, waar die uitset in die vorm van 'n verdeling van waardes is.
- Beide modelle kan egter as besluitnemingsondersteuningsmodelle aangewend word.

## HOOFSTUK 9

### SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

#### 9.1 INLEIDING

Daar bestaan 'n behoefte aan modelle of tegnieke waarmee 'n boer ondersteun kan word by die neem van 'n vervangingsbesluit binne die raamwerk van 'n totale boerderystelsel. Die doel van die studie is om die vervangingsprobleem in die landbou te ondersoek spesifiek met betrekking tot die vervanging van trekkers ten einde 'n model of modelle te identifiseer waarmee boere ondersteun kan word in die neem van optimale vervangingsbesluite.

Verskeie aspekte van die vervangingsprobleem is in die studie ondersoek. Die belangrikste bevindinge word in die volgende paragrawe aangedui.

#### 9.2 SAMEVATTING VAN BEVINDINGE

##### 9.2.1 *Belangrikheid van vervangingsbesluite*

Masjineriekoste maak 'n belangrike deel van die totale kostestruktuur in die landbou uit. Hierdie feit tesame met die steeds stygende pryse van masjinerie het die belangrikheid van optimale meganisasiebestuur vergroot. Dit maak ook die neem van optimale vervangingsbesluite noodsaaklik. Die uitstel van vervanging veroorsaak dat die totale kapitaalbelegging in die landbou in reële terme daal.

Die reële waarde van masjinerie, implemente, voertuie en trekkers het gedaal vanaf R 16 879 miljard in 1980 tot R 11 709 miljard in 1998 – 'n gemiddelde daling van 6,4% per jaar. Hieruit kan afgelei word dat kapitaalbesig op kommersiële plase besig is om te verouder en dat daar nie voldoende vervanging plaasvind nie. Die omvang van die veroudering in die trekkerbevolking blyk daaruit dat in 1999 sowat 3,2% van die trekkerbevolking van 82 000 eenhede vervang is. Dit impliseer 'n verwagte vervangingsouderdom van 31 jaar.

Gegewe hierdie situasie is dit duidelik dat die neem van "goeie" vervangingsbesluite van wesenlike belang vir die boer is.

##### 9.2.2 *Die vervangingsprobleem*

Die vervangingsprobleem behels hoofsaaklik drie aspekte, naamlik die aard van die vervangde en vervangende bates; die spesifieke tipe vervanging en die bepaling van die optimale vervangingstydperk aan die hand van een of meer kriteria. Vervangbare bates is duursaam en onverdeelbaar sodat kapasiteite wat nie in een produksieperiode gebruik word nie, nie direk na volgende periodes oorgedra kan word nie. Hierdie duursaamheid plaas ook 'n onderhoudsverpligting op die eienaar van die bates. Duursame bates word

vir 'n aantal jare in diens gehou – dit het rentekoste tot gevolg. Met verloop van tyd vind veranderinge in pryse en die vlak van tegnologie plaas wat in ag geneem moet word.

Vervanging is die verplasing van 'n bate uit 'n huidige funksie. Daar word onderskei tussen aftrede (retirement) en vervanging (replacement). Vervanging beteken dat een duursame produksiemiddel met 'n ander een vervang word, terwyl aftrede bloot die verskuiwing van 'n bate uit 'n huidige funksie is.

'n Konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingproses is ontwikkel en het as basis vir die ontwikkeling en evaluering van modelle gedien. Die proses kan as 'n tegnies-ekonomies-finansiële proses beskou word, waar die huidige trekker binne die grense van 'n bepaalde boerderystelsel met 'n nuwe trekker vergelyk word.

### ***9.2.3 Faktore wat die optimaliteit van vervangingsbesluite beïnvloed***

In die algemeen sluit vervangingskriteria benewens 'n maatstaf van winsgewendheid, ook ander kriteria soos die evaluering van die riskantheid van die belegging en die effek daarvan op die ondernemer se solvabiliteit en likiditeit in. Hierdie vorm die groep primêre kriteria wat meetbaar, objektief en realisties is. In teenstelling hiermee is daar die sekondêre kriteria wat die uitdrukking van die ondernemer se voor- en afkeure insluit. Die aard van die model wat gebruik word om 'n vervangingsbesluit mee te evalueer, sal bepaal watter kriteria gebruik kan word. Daar moet egter in 'n vervangingsbesluitnemingsmodel vir beide primêre en sekondêre kriteria voorsiening gemaak word.

Verskeie faktore beïnvloed die optimaliteit van 'n vervangingsbesluit. Beide besit- en gebruikskoste verander oor die leeftyd van 'n bate en moet in ag geneem word. Die verwagte lewensduur van bates, tegnologiese ontwikkeling, betroubaarheid en tydigheid speel ook 'n rol in vervangingsbesluitneming. Die finansiële posisie van die besluitnemer beïnvloed die mate waarin die besluitnemer risiko kan hanteer. Eksterne faktore soos inkomstebelasting- en rentekoersbeleid impakteer ook op die besluitnemer en moet verreken word.

Die meerderheid van hierdie faktore is stochasties van aard of het stochastiese elemente en gevolglik moet die riskantheid van vervangingsbesluite ook evalueer word.

### ***9.2.4 Beskikbare modelle vir die ondersteuning van boere by die neem van vervangingsbesluite***

Beskikbare modelle is ge-evalueer aan die hand van die mate waartoe die modelle in staat is om die vervangingsbesluitnemingproses te modelleer, relevante faktore in ag neem en geskik is om as besluitnemingsondersteuningsmodelle aangewend te kan word.

Die minimumkoste en verdiskonteerde minimumkoste model neem slegs die vervangde bate in ag terwyl die uniforme koste-model beide die vervangde en vervangende bate in ag neem.

'n Goeie teoretiese basis word in die marginale kostemodelle verskaf. Beperkende aannames asook die behoefte aan moeilik beskikbare data maak die praktiese toepassing van die modelle bykans onmoontlik. Die nuwe aanname dat minimum koste verkry word indien gebruikskoste besitkoste oorskry, maak die eenheidsbesit- en gebruikskoste model prakties onbruikbaar.

MAPI-modelle beklemtoon die belangrikheid van tegnologiese ontwikkeling in vervanging. Die baie beperkende aannames waarop die modelle gebaseer is, beperk egter die praktiese toepasbaarheid daarvan.

Daar is 'n hele verskeidenheid programmeringstechnieke beskikbaar. Indien daar gelyktydig 'n optimale samestelling van vertakkings asook 'n meganisasiestelsel beplan word, kan dinamiese lineêre programmering gebruik word. Die gebruik van 'n hipotetiese model het egter aangetoon dat 'n prakties realistiese model onhanteerbaar groot afmetings sal aanneem. Die resultate verkry hiermee en met 'n kapitaalbegrotingsmodel soos die uniforme koste-model kom meesal ooreen.

Met behulp van dinamiese programmering kan optimale vervangingstrategieë vir 'n bepaalde beplanningperiode bereken word. Die opstel van data-matrikse vir selfs eenvoudige probleme veroorsaak dat die model slegs vir eenvoudige probleme bruikbaar is.

Hoewel meervoudige kriteria dikwels in vervangingsbesluitneming van toepassing is, word die besluit om te vervang normaalweg op grond van primêre kriteria geneem. Die gebruik van multi-kriteria modelle om meervoudige kriteria in te sluit, skyn 'n aantreklike opsie te wees. Die probleem met onhanteerbare groot matrikse soos met DLP ondervind, bly egter ook hier die grootste struikelblok.

Vervangingsbesluite word op grond van projeksies van toekomstige koste en inkomste geneem. Onsekerheid is dus 'n inherente eienskap van 'n vervangingsbesluit en moet in ag geneem word. Die beskikbaarheid van risiko-ontledingsprogramme wat met sigblaai gekombineer kan word, maak die insluiting van risikos in die uniforme koste model moontlik.

Die verskillende tegnieke vir die identifisering van effektiewe oplossings soos die E,V model en die verskillende stochastiese dominansie modelle genereer nie optimale strategieë nie, maar word ex-post gebruik om verskillende oplossings met mekaar te vergelyk. Hierdie tegnieke kan dus moontlik gebruik word om uitsette van 'n vervangingsinvesteringsbesluitondersteuningsmodel te evalueer.

Risiko-programmeringstechnieke vertoon dieselfde probleme met matriksontwikkeling as al die ander programmeringstechnieke.



Die genoemde onsekere aard van toekomstige inkomste en koste maak die gebruik van modelle wat risiko en onsekerheid kan hanteer noodsaaklik indien praktyk getroue resultate verkry moet word. Die ontwikkeling van 'n simulasiemodel wat die risiko van verandering in die waarde van veranderlikes kan evalueer, skyn dus noodsaaklik te wees.

Gebaseer op bogenoemde beredenering is besluit om die uniforme koste-model en 'n simulasiemodel, gebaseer op die uniforme koste-model tot besluitnemingsondersteuningsmodelle te ontwikkel.

### **9.2.5 Die huidige situasie met betrekking tot trekkervervanging in Suid Afrika**

Gedurende die laat tagtiger tot vroeë negentiger jare was daar 'n mate van rasionalisasie in die trekkermark, met 'n afname in die getal modelle en vervaardigers. Die getal modelle en vervaardigers het daarna egter weer skerp toegeneem. Daar is tans 'n groot aantal trekkers op die mark en pryse varieer grootliks. 'n Ontleding van huidig beskikbare trekkers dui aan dat daar min verband tussen grootte en prys per kilowatt is.

Die laer verkope op die Suid Afrikaanse mark word tot 'n groot mate aan die verswakkende wisselkoerse, swakker oeste en stygende skuldvas van boere toegeskryf. Dit was egter nie moontlik om die variasie in jaarlikse verkope in terme van makro-veranderlikes te verklaar nie.

### **9.2.6 Vervangingsbesluitnemingsproses van boere**

In 'n posopname is inligting met betrekking tot boere se vervangingspraktye bepaal. Boere oorweeg verskeie faktore in 'n aantal opeenvolgende stappe indien die vervanging van 'n trekker beroog word. Die volgende faktore word as belangrik beskou:

- Die huidige trekker se werksvermoë, koste en verwagte koste.
- Die boer se eie finansiële posisie.
- Die fabrikaat, model en gehalte van die handelaar.
- Pryse en verwagte prys van 'n nuwe trekker.
- Huidige en toekomstige behoeftes in terme van drywingskapasiteit.

Boere oorweeg hierdie faktore in 'n aantal opeenvolgende stappe en in die algemeen kan die besluitnemingsproses by boere in terme hiervan beskryf word as 'n proses van evaluering van die huidige trekker en die opweeg daarvan teen 'n moontlike vervangende trekker binne die boere se finansiële posisie.

### 9.2.7 Die bepaling van ekonomiese waardes vir insluiting in modelle

Data met betrekking tot verskillende faktore is gekwantifiseer vir gebruik in vervangingsmodelle.

Trekkerpryse het oor 'n periode van 34 jaar gemiddeld met 12,3% per jaar gestyg teenoor die 10,4% styging in verbruikerspryse. Trekkerpryse toon 'n veel groter jaar tot jaar variasie as die algemene pryspeile oor die periode.

Die inruilwaarde van trekkers as 'n funksie van verskillende veranderlikes is met behulp van stapsgewyse regressie-analise bepaal. Betekenisvolle passings is vir verskillende funksies verkry. Die logaritmiese passing het egter die beste passing verskaf en strook ook met teoretiese verwagtinge. Die huidige ouderdom en kosprys van 'n nuwe soortgelyke trekker is die belangrikste faktore wat die inruilwaarde van 'n trekker bepaal, terwyl fabriek, tipe aandrywing en die toestand van die trekker 'n mindere rol speel.

Herstelkoste word algemeen met behulp van reëlmatige herstelkostefunksies beraam. Dit is duidelik aangetoon dat die gebruik van reëlmatige herstelkostefunksies nie geskik is vir gebruik in die ontleding van vervangingsbesluite nie. 'n Nie reëlmatige herstelkostefunksie is dus empiries bepaal en word gebruik in vervangingsanalise.

Herstelkoste-funksies soos beraam word aangepas vir spesifieke omstandighede. Meer intensiewe gebruik, gebrekkige instandhouding en onopgeleide bestuurders sal neig om jaarlikse herstelkoste te verhoog en die tyd tot eerste oordoen te verkort. Die gemiddelde herstelkoste formule moet dus in verskeie opsigte aangepas word vir veranderlike omgewingsfaktore.

Betroubaarheid vertoon tradisioneel 'n "bathtub"- vorm en dit kan aanvaar word dat trekkers vir die grootste gedeelte van die tyd konstante betroubaarheid ondervind. Boere beraam die nuttige leeftyd van trekkers op 18,2 jaar terwyl 20 jaar as die algehele afsnyouderdom in die industrie beskou word. Vir hierdie studie word die afsnyouderdom vir die evaluering van vervanging op 16 jaar geneem.

In die algemeen is trekkertegnologie volwasse en word min tegnologiese verandering in die vooruitsig gestel. Nuwe ontwikkelinge in beheerstelsels, optika en keramiektegnologie mag in die toekoms 'n impak hê. Die nuutste ontwikkeling is in die ontwikkeling van presisie-boerderystelsels geleë. Tans is aanwendings egter nog hoofsaaklik eksperimenteel van aard en dit skyn ook of presisie-boerdery eerder die toevoeging van tegnologie tot bestaande trekkers en implemente as nuutontwerpte trekkers noodsaak.

Tegnologiese ontwikkeling het ook in die vervaardigingsbedryf plaasgevind sodat die moderne trekker waarskynlik met kleiner tolleransies vervaardig word. Indien 'n trekker oorgedoen word, word onderdele wat met nuwe tegnologie ontwikkel is, gebruik. Die oorgedoeende trekker word dus tegnologie bykans gelykwaardig aan die nuwe een.

Inkomstebelastingkoerse en –regulasies wissel van jaar tot jaar. Rentekoerse vertoon ook 'n onvoorspelbare verloop oor tyd. Die impak van veranderende rentekoerse op langtermynbeleggings moet deeglik verreken word.

### **9.2.8 Ontwikkeling van besluitnemingsondersteuningsmodelle**

'n Konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses is ontwikkel. Dit is as basis gebruik om 'n deterministiese en stochastiese besluitnemingsondersteuningsmodel te ontwikkel. Die uniforme koste-model en simulasiemodel is beide in 'n sigblad formaat ontwikkel.

Daar is nie gepoog om die modelle tot algemeen toepasbare rekenaarprogramme uit te bou nie en wel om die volgende redes.

- Die ontwikkeling van rekenaarprogramme is 'n gespesialiseerde vakgebied en die outeur beskik nie oor die kennis en vaardigheid om programme self te ontwikkel nie.
- Die doel van die studie was die evaluering van beskikbare modelle en daarvoor was dit nodig om modelle in 'n eenvoudige en bruikbare formaat te hanteer. Dit is deur die sigblad formaat verskaf.

### **9.2.9 Toepassing van modelle**

Beide die uniforme koste- en simulasiemodel is toegepas met behulp van 'n standaard dataset. Veranderlike faktore is parametries hanteer.

Die uniforme koste-model is meer sensitief vir verandering in die veranderlike faktore as die simulasiemodel. Beide verskaf egter bevredigende antwoorde. Gebaseer op die basisdata, dui die uniforme koste-model aan dat trekkers nie binne die eerste sestien jaar vervang moet word nie. Indien die model egter uitgebrei word om 'n monetêre waarde aan die voordeel van 'n nuwe trekker eerder as 'n ouer een te koppel, word aangedui dat 'n 3-jaar, 11-jaar en 13-jaar en ouer trekker ekonomies vervang kan word. Die simulasiemodel dui aan dat 'n vervangingsiklus van 10 jaar en langer 'n laer totale koste tot gevolg het.

Hoër belastingkoerse gee aanleiding tot vroeëre vervanging van trekkers aangesien dit in effek die prys van nuwe trekkers betekenisvol verlaag. 'n Hoër nominale rentekoers lei daartoe dat trekkers langer gebruik word soos die koste van kapitaal verhoog. Trekkerprysstygings beïnvloed nie die optimale vervangingsouderdom betekenisvol nie. Indien die interoordienperiode van trekkers gerek kan word, of trekkers in 'n uitstekende toestand gehou kan word, kan trekkers langer ekonomies gebruik word.

### 9.3 HIPOTETIESE UITGANGSPUNTE

In Hoofstuk 1 is die volgende hipotetiese uitgangspunte gestel.

- Beskikbare vervangingsmodelle is nie geskik vir die neem van optimale vervangingsbesluite nie.
- Boere neem vervangingsbesluite sonder om tersaaklike ekonomiese en finansiële faktore in ag te neem
- Die huidige belastingstruktuur werk die onoordeelkundige en vroeë vervanging van kapitaalbronne in die hand.
- Dit is moontlik om alle relevante faktore te integreer tot prakties bruikbare modelle vir die ondersteuning van boere by die neem van vervangingsbesluite.
- Die gemiddelde ouderdom van trekkers op plase styg steeds en boere vind dit al moeiliker om trekkers te vervang.

#### 9.3.1 *Beskikbaarheid van geskikte vervangingsmodelle*

Die landbou-ekonomiese literatuur is ryk aan modelle wat gebruik kan word om besluite mee te evalueer. Verskeie eenvoudige kosteberekeningsmodelle is nie in staat om vervangingsbesluite sinvol te evalueer nie. Die uniforme koste-model en kontantvloei simulasiemodel is tot volwaardige besluitnemingsondersteuningsmodelle ontwikkel.

#### 9.3.2 *Besluitnemingsproses van boere*

Bykans die helfte van die faktore wat boere as belangrik by die neem van vervangingsbesluite beskou, is ekonomiese faktore. Ses van die faktore uit 'n totaal van nege wat betekenisvol belangriker as die ander is, is ook ekonomiese faktore. In die normatiewe aanwending van die model is gevind dat hoër belastingkoerse vroeëre vervanging meer ekonomies maak. Die praktyk van boere om na goeie ooste trekkers te vervang, is dus op rasionele ekonomiese beginsels gegrond.

#### 9.3.3 *Effek van inkomstebelasting*

Beide die uniforme koste-model en die simulasiemodel dui aan dat hoër belastingkoerse tot vervoegde vervanging lei. Tydens die opname wat onder depressiewe ekonomiese toestande plaasgevind het, het boere aangedui dat inkomstebelastingoorwegings nie 'n belangrike rol speel in die neem van 'n vervangingsbesluit nie. Uit die ontleding van jaarlikse trekkerverkope is dit egter duidelik dat groter verkope wel in jare van hoër ooste en die daaropvolgende jaar plaasvind, hoewel dit nie statisties bevestig is nie.

Hoewel die vermoede dus bestaan dat inkomstebelasting wel 'n rol speel in die neem van trekkervervangingsbesluite, kan die hipotese nie op grond van die studie aanvaar of verwerp word nie.

#### **9.3.4 *Ontwikkeling van geïntegreerde vervangingsmodelle***

Die konsepsuele model van die vervangingsbesluitnemingsproses is as basis gebruik vir die ontwikkeling van geïntegreerde vervangingsmodelle, waarin alle relevante faktore verreken word. Twee modelle is ontwikkel en dit was moontlik om die effek van veranderlike faktore op die optimaliteit van die vervangingsbesluit met die modelle te illustreer.

#### **9.3.5 *Vervangingskrisis in die landbou***

Die langtermyn tendens in trekkerouderdomme neem steeds toe terwyl die reële waarde van kapitaalbate in die landbou afneem. Die gemiddelde ouderdom van trekkers asook die persentasie wat trekkers ouer as 9 jaar van die totaal uitmaak, styg steeds. Oor die kort termyn is daar 'n effense toename in trekkerverkope te bespeur. Die gemiddelde trekkerouderdom styg egter steeds.

### **9.4 AANBEVELINGS**

#### **9.4.1 *Aanbevelings met betrekking tot die toepassing van vervangingspraktyke***

Die gebruik van 'n tegniese-ekonomies-finansiële prosedure vir die evaluering van vervangingsbesluite word aanbeveel. Die tegniese aspekte van 'n beoogde vervanging moet eers evalueer word. Daarna word die koste-implikasies oorweeg en in die finale stap, die finansiële uitvoerbaarheid van die projek. Vir die doel word die gebruik van die uniforme koste-model aanbeveel.

Vervangingsbesluite is uniek tot 'n bepaalde ondernemer en boerderystelsel. Daar moet gewaak word teen die verskaffing van algemene vervangingsriglyne. In die algemeen word die vervanging van trekkers jonger as 10-jaar net in die geval van boere wat hoë inkomstebelasting betaal en finansiële sterk is, aanbeveel.

Die gebruik van rekeningkundige koste vir die evaluering van vervanging lei tot foutiewe besluite en die gebruik van ekonomiese koste word in alle gevalle aanbeveel.

Goeie instandhouding en versorging lei tot verlaagde herstelkoste en verhoogde inruilwaardes wat die jaarlikse koste van trekkegebruik en – besit verminder. Dit word aanbeveel dat die opleiding van operateurs meer aandag moet geniet.

#### **9.4.2 Aanbevelings vir verdere navorsing**

Trekkerherstelkoste-beramings is op beperkte data gebaseer. Daar word aanbeveel dat bestaande data in besit van die LNR-Instituut vir Landbou-Ingenieurswese tot beskikking van navorsers gestel word vir die ontwikkeling van nie-reëlmatige herstelkostefunksies. Die uniforme koste-model is as 'n sigblad ontwikkel. Die omskepping hiervan tot 'n rekenaarprogram wat deur adviseurs gebruik kan word om boere by die neem van vervangingsbesluite te ondersteun, word aanbeveel.

Dit word aanbeveel dat die herstelkoste- en inruilwaarde koëffisiënte in die model periodiek opdateer word soos markfaktore verander.

## BRONNELYS

A.S.A.E. 2000. Uniform terminology for agricultural machinery management. A.S.A.E. Standard: A.S.A.E. S495. *A.S.A.E. Standards*. 31

ABDELMOLALEB, I.A. & MARLEY, S.J. 1987. Repair and Maintenance Costs of Tractors and Combines. *A.S.A.E. paper* no 87 – 1049.

ABSTRACT OF AGRICULTURAL STATISTICS 2000. Pretoria: National Department of Agriculture

AFDELING LANDBOUPRODUKSIE-EKONOMIE. 1979/80; 1982/83. *Algemene Boerderybedryfsresultate in die Noordwes-Vrystaat*.

AFDELING LANDBOUPRODUKSIE-EKONOMIE. 1982/83; 1985/86; 1988/89. *Algemene Boerderybedryfsresultate in die Oos-Vrystaat*.

AFDELING LANDBOUPRODUKSIE-EKONOMIE. 1980. *Bedryfsekonomiese resultate van verskillende boerderytipes in die R.S.A. Julie*.

AGRAWAL, R.C. & HEADY, E.O. 1972. *Operations research methods for agricultural decisions*. Ames: Iowa State University Press.

AGRICULTURAL MACHINERY DEALERS DIGEST. Johannesburg: Mead & McGrowther. Verskeie uitgawes.

ALLAN, R.S. 1988. *Agricultural tractor demand in South Africa*. M.B.A. Technical Report. Cape Town: University of Cape Town.

AMIR, I. 1972 Mixed integer linear programming model for dry hay systems selection. *Transactions of the A.S.A.E.* 21, (1):40 – 44

ANDERSON, S.R., DILLON, J.L., & HARDAKER, G. 1977. *Agricultural Decisions Analysis*. Ames: Iowa State University Press.

AUDSLEY, E. & WHEELER, J. 1978. The annual cost of machinery calculated using actual cash flows. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 23, (2): 189 – 201.

BAQUET, A.E. 1982. The impact of variable usage rates on machinery replacement. *Oklahoma Current Farm Economics*. 55, (2): 21 – 33.

BARNARD, C.S. & NIX, J.S. 1973. *Farm Planning and Control*. Cambridge: Cambridge University Press.

BARRY, P.J., HOPKIN, J.A. & BAKER, C.B. 1979. *Financial Management in Agriculture*. Danville, Illinois: Interstate.

- BATES, J.M., RAYNER, A.J. & CUSTANCE, P.R. 1979. Inflation and tractor replacement in the U.S.: A simulation model. *American Journal of Agricultural Economics*. 61, (2): 331 – 334.
- BELL, R.L. 1980. Research and development for the next century. *Agricultural Engineering*. 35 (3): 60 – 62.
- BELLMAN, R.E. & DREYFUS, S.E. 1962. *Applied Dynamic Programming*. Princeton: Princeton University Press.
- BISCHOFF, C.A. 1992. *Factor identification in the agricultural tractor industry*. D.Com. Thesis. University of Pretoria.
- BLACKMORE, S. 1994 Precision farming – an introduction. *Outlook on Agriculture*. 23, (4):275 – 280
- BOEHJLE, M.D. & EIDMAN, V.R. 1984. *Farm management*. New York: John Wiley & Sons.
- BOSCH, D.J., EIDMAN, V.R. & OOSTHUIZEN, L.K. 1987. A review of methods for evaluating the economic efficiency of irrigation. *Agricultural Water Management*. 12, (1): 231 – 245.
- BOTHA, P.J. 1992. *Ekonomiese aspekte van die optimale vervanging van tee*. M.Sc. Agric tesis Pretoria: Universiteit van Pretoria
- BOUZAHER, A & MENDOZA, J.A. 1987 Goal programming: Potential and limitations for agricultural economics. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 35, (1): 89 – 107.
- BOWERS, W. & HUNT, D.R. 1970. Application of mathematical formula to repair cost data. *Transactions of the A.S.A.E.* 13, (6): 806 – 809.
- BRAITHWATE, P.G. 1988. A model to determine the optimum time to replace tractors. *S.A. Sugar Journal*. 72, (1): 26 – 29.
- BRINK, S. 2000 Trekkervloot - grootte en samestelling. *SA Graan*. 1,(3): 10 – 11.
- BROOKE, M.D. 1980. Machinery replacement policy. *Farm Management*. 4, (3): 127 – 133.
- BURT, O.R. 1965. Optimal replacement under risk. *Journal of Farm Economics*. 47, (2): 324 – 346.
- BURTON, R.O., GIDLEY, J.S. BAKER, B.S. & REDA-WILSON, K.J. 1987. Nearly optimal solutions: some conceptual issues and a farm management application. *American Journal of Agricultural Economics*. 69, (4): 813 – 818.
- CHAMEN, W.T.C., COLLINS, T.S., HOXEY, R.P. & KNIGHT, A.C. 1980. Mechanisation opportunities likely to be provided by engineering in the 21<sup>st</sup> century. *Agricultural Engineering*. 35, (3): 63 – 66.



- CHARLTON, P.J. & THOMPSON, S.C. 1970. Simulation of agricultural systems. *Journal of Agricultural Economics*. 21, (1): 373 – 389.
- CHARNES, A. & COOPER, W.W. 1961. *Management Models and Industrial applications of Linear Programming*. New York: John Wiley & Sons.
- CHISHOLM, A.H. 1966. Criteria for determining the optimum replacement pattern. *Journal of Farm Economics*. 48, (1): 107 – 112.
- CHISHOLM, A.H. 1974. Effects of tax depreciation policy and investment incentives in optimal equipment replacement decisions. *American Journal of Agricultural Economics*. 56, (4): 776 – 784.
- CHOWINGS, A.R. 1985. Internal combustion engines for field machines. *Agricultural Engineer*. 40, (2): 60 – 68.
- CHRISTIANSON, T.O. 1983. *Optimal replacement strategies for farm machinery*. M.Sc. Agric Thesis. Fargo: North Dakota University.
- COETZEE, K. 1984. *Die kritiese evaluering van verskillende tegnieke vir die beplanning van boerderymeganisasiestelsels*. M.Sc. Agric Verhandeling. Bloemfontein: Universiteit van die Oranje- Vrystaat.
- COETZEE, K. 2000 Goeie meganisasiestuur kan tot hoër winste lei. *Ons Eie*. 35, (2): 23 – 25.
- COETZEE, K. & VILJOEN, M.F. 1991. Die bepaling van enkele ekonomiese waardes vir insluiting in vervangingsbesluitnemingsondersteuningsmodelle. *Agrekon*. 30, (4): 230 – 236
- COETZEE, K.; VILJOEN, M.F.; HECKROODT, J. & JANSE VAN RENSBURG, J.J. Multi-kriteria besluitondersteuningsmodelle: 'n hulpmiddel vir strategiese beplanning deur entrepreneurs in 'n veranderende landbou-omgewing. *Agrekon*. 32, (4): 217 – 222.
- COLYER, D. 1968. A capital budgeting, mixed integer, temporal programming model. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 16, (1): 1 – 7.
- CROPS AND MARKETS 1999. 78, (902) Pretoria: Directorate Statistical Information
- CROSS, T.L. & PERRY, G.M. 1995. Depreciation patterns for agricultural machinery. *American Journal of Agricultural Economics*. 77, (1): 194 – 204
- DALTON, G.E. 1982. *Managing Agricultural Systems*. London: Applied Science.
- DARLING, T. & GREEN, M. 1999. Cost components and the calculation of the cost of agricultural machinery activities. Paper: *Internet Seminar: An Economical approach to Agricultural machinery management*, June 4 (<http://www.agekon.com/machsem/>)
- DE DIO, C.; SERVADIO P.; MARSILI A.; BENI C & FIGLIOLIA A. 1999. Precision agriculture: fertilisation. *Mondo machina (Machinery World)*. 9,(9):12 – 18.

- DEAN, B.V. 1961. Replacement theory. ACKOFF, R.L. (ed.) *Progress in Operations Research – Vol. 1*. New York: John Wiley.
- DENT, J.B. & BLACKIE, M.B. 1979. *Systems simulation in Agriculture*. Essex: Applied Science.
- DEPARTEMENT VAN FINANSIES. 1994. *Inkomstebelasing: Inligtingsbrosjyre individue*.
- DEPARTEMENT VAN LANDBOU. 1992. *'n Ondersoek na die struktuur van boerderye en die ekonomiese en finansiële posisie van boere in die Petrusburg-distrik*. Glen: Direkoraat Landbou-ekonomie in samewerking met die Glen Landbou-ontwikkelingsinstituut. (Vertroulike verslag).
- DILLON, J.L. 1977. *The analysis of response in crop and livestock production*. Melbourne: John Wiley.
- EKSTEEN, R.B. 1987. *Vervoer en bedryfslogistiek – begrippe, gronddae, tegnieke en metode*. Potchefstroom: Westphalia Boekhandel.
- EVANS, M., MONDOR, R. & FLATEN, D. 1989. Expert systems and farm management. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 37. (1): 639 – 666.
- FULS, J. 1999. The correlation of repair and maintenance costs of agricultural machinery with operating hours, management policy and operator skill for South Africa. Paper: *Internet Seminar: An Economical approach to Agricultural machinery management*, June 4 (<http://www.agekon.com/machsem/>)
- GENSEC 2000 South African economy *Economic Outlook Q3 2000*. Webblad (<http://www.gensecasset.co.za/information/outlook/>)
- GEYSER, M. 2000 Cash flow risk ratio: An aid to marketing decisions *Agrekon*. 39 (1):36 – 45
- GILL, A.H. 1971. *Variation in the repair costs of tractors, combine harvesters and balers*. Miscellaneous Study no. 50. Reading: University of Reading, Department of Agricultural Economics & Management.
- GOMORY, R.E. 1963 An algorithm for integer solution to linear programs in Graves R.L. & Wolfe P. eds. *Recent advances in mathematical programming*. New York: McGraw Hill: 269 – 302
- GOUWS, A. 1988. *Agricultural mechanisation*. Paper, Agricultural Outlook Conference. Pretoria, February.
- GRANT, E.G., IRESON, W.G. & LEAVENWORTH, R.S. 1976. *Principles of engineering economy*. New York: John Wiley & Sons.
- GROBLER, J.H. 1985. *Die werkverrigting van twee- en vierwielgedrewe trekkers*. M.Ing.-Tesis. Pretoria: Universiteit van Pretoria.



GROENEWALD, J.A. 1967. *Selection of optimum processes and machinery combinations in crop production on corn belt farms*. Ph.D. Thesis. Purdue: Purdue University.

GUSTAFSON, C.R. 1993 Optimal stochastic replacement of farm machinery. in Taylor, R. ed. *Applications of dynamic programming to agricultural decision problems*. Boulder, Colorado: Westview press.

GUSTAFSON, CR., BARRY, P.J. & SONKA. 1988. Machinery investment decisions: a simulated analysis for cash grain farms. *Western Journal of Agricultural Economics*. 13, (2): 244 – 253.

GUSTAFSON, CR., TAYLOR, C.R. 1993. *Application of dynamic programming to agricultural decision problems*. Boulder, Colorado: Westville Press.

HARDAKER, B. R., HUIRNE, R.B.M. & ANDERSON, J.R. 1998 *Coping with risk in agriculture*. New York: CAB Internet.

HARRISON, P. 1989. Validation of agricultural expert systems. *Agricultural Systems*. 35, (2): 265 – 285.

HAZELL, P.B.R. & NORTON, R.D. 1986. *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. New York: Macmillan.

HEIMLICH, R. 1998. Precision agriculture: information technology for improved resource use. *Agricultural Outlook*. No. AO-250:19 – 23.

HUIRNE, R.B.M., DIJKHUIZEN, A.A. & GIESEN, G.W.S. 1987. The economic optimization of replacement decisions for sows with a stochastic dynamic programming model. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 35, (2): 195 – 197.

HUNT, D.R. 1971. Equipment reliability: Indiana & Illinois Data. *Transactions of the A.S.A.E.* 14, (3): 742 – 746.

HUNT, D.R. 1974. *Farm power and machinery management*. Iowa: Iowa State University Press.

JACOBSON, B. 1999 The management approach towards agricultural machinery. Paper: *Internet Seminar: An Economical approach to Agricultural machinery management*, June 4 (<http://www.agekon.com/machsem/>)

JOHNSON, F., SPREEN, T.H. & O'GRADY, K. 1987. A stochastic dominance analysis of contract grazing feeder cattle. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 19, (2): 11 – 20.

JOHN DEERE 2000. Green Star precision farming systems Website (<http://www.johndeere.com/deerecom/>)

JOHNSON, T.B., BROWN, W.J. & O'GRADY, K. 1985. A multivariate analysis of factors influencing farm machinery purchase decisions. *Western Journal of Agricultural Economics*. 10, (2): 294 – 309.

JONES, H. & TWISS, C. 1980. *Forecasting technology for planning decisions*. London: MacMillan.

JOUBERT, W.A. 1971. *Die waarde en waardevermindering van die duursame produksiemiddel – 'n kritiese literatuurstudie*. D. Comm.-proefskrif. Stellenbosch: Die Universiteit van Stellenbosch.

KELLER, G. & WARRACK, B. 2000 *Statistics for management and economics*. New York: Duxbury

KENNEDY, J.O.S. 1986. *Dynamic programming-applications for agriculture and natural resources*. London: Elsevier Applied Science.

KENNEDY, J.O.S. 1989. *Manual for GPDP – an algorithm for general purpose dynamic programming*. Bandura, Australia: La Trobe University.

KLINE, D.E., BENDER, D.A., McCARL, B.A. & VON DONGE, C.E. 1988. Machinery selection using expert systems and linear programming. *Computers and Electronics in Agriculture*. 3, (1): 45 – 61.

KLINE, D.E., BENDER, D.A. & McCARL, B.A. 1987. *Farm-level machinery management using intelligent decision support systems*. A.S.A.E. Paper no. 87 – 1046.

KOLARIK, W.J., BOWERS W. & CASKE, E. 1979. Performance analysis of farm machinery: an availability approach. *Transactions of the A.S.A.E.* 22, (6): 1270 – 1278.

LAWLER E.L. & BELL M.D. 1996 A method for solving discreet optimization problems. *Operations Research*. 14, (4): 1098 – 1112.

LINK, D.A. 1967. Activity network techniques applied to a farm machinery selection problem. *Transactions of the A.S.A.E.* 10, (3): 310 – 317.

LOUW, A. 1978. Meganisasiebestuur – die standpunt van die Landbou-ekoonoom. Referaat: *Konferensie van die Landbou-ekonomiese Vereniging van Suid-Afrika*. Stellenbosch.

LOVE, R.O. 1988. Integrating expert systems and farm financial management decision support systems. *Oklahoma Agricultural Experiment Station*. Prof. Paper No. P-2786.

LOWENBERG DE BOER, J. 1999. Risk management potential of precision farming technologies. *Journal of Agriculture & Applied Economics*. 31, (2): 275 – 285.

LYNNE, G.D. 1986. Machinery replacement, multiple optima, and the 1986 Tax Reform Act. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 20, (1): 179 – 187.

MARTIN, J.B. 1984. Wanneer moet 'n wingerd vervang word? *Wynboer Tegnies*. 11: 15 – 17.

McCAMLEY, F. & KLIEBENSTEIN, J.B. 1987. Identifying the set of SSD-efficient mixtures of risky alternatives. *Western Journal of Agricultural Economics*. 12, (1): 87 – 95.

- McNEILL, R. 1979. Depreciation of farm tractors in British Columbia. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 27, (1): 53 – 58.
- MENDOZA, G.A., CAMBELL, G.E. & ROLFE, G.L. 1986. Multiple objective programming: an approach to planning and evaluation of agroforestry systems. Part 1: Model description and development. *Agricultural Systems*. 22, (3): 243 – 253.
- MENESATI, P. 2000. Opto-electronics: emerging technology for agricultural mechanisation Mondo Machina (Machinery World) 9, (9): 41 – 45.
- MÖLLER C.A. 1958. 'n Kritiese evaluering van depresiasie met besondere verwysing na die landbou. M.Sc.Agric. verhandeling. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- MORRIS, J. 1988. Tractor repair costs. *Farm Management*. 6, (10): 433 – 441.
- NASIONALE MIELIEPRODUSENTE-ORGANISASIE. 1988, 1992. *Opname insake trekkerouderdomme*. Bothaville.
- NELL, W.T. 1978. *Ekonomiese parameters vir meganisasiebeplanning in droëlandse saaiboerdery*. M.Sc. Agric-verhandeling, Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- NELL, W.T. & GROENEWALD, J.A. 1978. *Werkverrigting, brandstofverbruik en herstelkoste van trekkers in die Noordwestelike Vrystaat*. Pretoria: Departement van Landbou-ekonomie en Bemaking.
- ONDERDELEBEDRYFSOPNAME. 1987. Vertroulike verslag opgestel vir die onderdelebedryf.
- ORTMANN, G.F. 1989. Analytical tools in production economics. *Agrekon*. 28, (1):36 – 44.
- ORTMANN, G.F. 2000. Use of information technology in the South African agriculture. *Agrekon*. 39, (1):26 – 35.
- OSKOUI, K.E. 1983. The practical assessment of timeliness penalties for machinery selection purposes. *Agricultural Engineering*. 38, (4): 111 – 113
- PEACOCK, D.L. & BRAKE, J.R. 1970. What is used farm machinery worth? *Michigan State University Agricultural Experiment Station Research Report* March 1970:1 – 11.
- PERRIN, R.K. 1972. Asset replacement principles. *American Journal of Agricultural Economics*. 54, (1): 60 – 68.
- PERRY, G.M., BAYANER, A. & NIXON, C.J. 1990. The effect of usage and size on tractor depreciation. *American Journal of Agricultural Economics*. 72, (2): 317 – 325.
- PETIT, M. 1976. The role of models in the decision process in agriculture. Dams, T. & Hunt K.E. (eds.) Papers and Reports: *Sixteenth International Conference of Agricultural Economists*. Nairobi, Kenya. Lincoln: University of Nebraska.
- PRETORIUS, J. 1990. Bestuurder SOVKOOP Bothaville. *Persoonlike mededeling*.

- PRIOR, M.J. 1987. A method for estimating the demand for agricultural machinery in the UK. *Journal of Agricultural Economics*. 38, (2): 287 – 288.
- RAE, A.N. 1977. *Crop management economics*. London: Crosby Lockwood Staples.
- RANKIN, J.M. 1989 – 1990 *Agfacts agricultural machinery price comparisons*. Verskeie uitgawes.
- RANKIN, J.M. 1989 – 1992, 2000. *Agfacts used tractor price guide*. Verskeie uitgawes.
- RANKIN, J.M., 2000. *Agfacts newsbrief*. 15,(2)
- RESERVE BANK QUARTERLY BULLETIN, verskeie uitgawes
- REID, D.W. & BRADFORD, G.L. 1983. On optimal replacement of farm tractors. *American Journal of Agricultural Economics*. 65, (2): 326 – 331.
- REISCH, E.M. 1971. Proven tools for micro planning and decisions. Heady E.O. (eds.) *Economic methods and quantitative methods for decisions and planning in agriculture*. Iowa: Iowa State University Press: 153 – 159.
- ROMERO, C., AMADOR, F. & BARCO, A. 1987. Multiple objectives in agricultural planning: a compromise programming application. *American Journal of Agricultural Economics*. 69, (11): 78 – 86.
- ROMERO, C. & REHMAN, T. 1984. Goal programming and multiple criteria decision-making in farm planning: an expository analysis. *Journal of Agricultural Economics*. 35, (1): 177 – 189.
- ROMERO, C & REHMAN, T. 1985. Goal programming and multiple criteria decision making in farm planning: some extensions. *Journal of Agricultural Economics*. 36, (1): 171 – 190.
- ROMERO, C. & REHMAN, T. 1991. *Multiple criteria analysis for agricultural decisions*. Amsterdam: Elsevier Science.
- ROTZ. C.A. 1987. A standard model for repair costs of agricultural machinery. *Applied Engineering in Agriculture*. 3, (1): 3 – 9.
- S.A.A.M.A. 1986, 1987, 1988, 2000 *Verkoopsyfers*.
- S.A.INKOMSTEDIENS *Inkomstebelastinggids*, 2000
- SALVATORE, D. 2001. *Managerial economics in a global economy*. New York:Harcourt College Publishers
- SCHODERBECK, P.P. 1975. *Management systems: conceptual considerations*. Dallas, Texas: Business Publications.

SCHONEY, R.A. & BROWN, W.J. 1983. *Basing "As Is" machinery values on replacement costs*. A.S.A.E.-paper no 83 – 1030.

SCHONEY, R.A. & FINNER, M.F. 1981. The impact of inflation on used machine values. *Transactions of the A.S.A.E.* 24, (2): 292 – 291, 295.

SCHOTTER, A.R. 1994. *Microeconomics – a modern approach*. New York: Harper Collins

SEUSTER, H. 1985. *Investitionsrechnung für die landwirtschaftliche Unternehmung*. 2. Auflage, Kiel: Kieler Wissenschaft Verlag.

SEUSTER, H. 1990. *Risk as a restriction within investment planning*. Referaat gelewer tydens vergadering van die Landbou-ekonomie Werkgroep van die O.V.S. Bloemfontein. Julie.

SHORT, C. & McNEILL, R. 1985. Tractor costs and Canadian tax policy. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 33, (3): 343 – 358.

SHOUP, W.D. 1982. *Methods for predicting machinery system performance reliability*. A.S.A.E. Paper no 82 – 1525.

SMITH, B.J. 1971. The dairy cow replacement problem – an application of dynamic programming. *Technical Bulletin*. 745, University of Florida. April.

SMITH, V.H. 1990. The effect of changes in the tax structure on agricultural asset replacement. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 22, (1): 113 – 121.

SUID AFRIKAANSE SUIWELSTIGTING 1999. *Produksiekoste-opname*. Pretoria

STAFFORD, J.V.; ROBERT, P.C.; RUST, R.H. & LARSON, W.E. 1996 Essential technology for precision agriculture. 3<sup>rd</sup>. *Annual Conference on precision agriculture*, Mineapolis Minnesota 23 – 26 June: 595- 604.

STANDARD BANK. 1999 *Finance and Farmers*. Johannesburg: Standard Bank Agricultural Division.

STAPELBERG J.S. 1990 *Die optimale vervanging van bates in die Suid Afrikaanse landbou*. M.Sc. Agric tesis. Pretoria: Universiteit van Pretoria

STOKER, D.J. 1983. *Seminaar: Steekproefneming in die praktyk*. Junie. Pretoria: RGN.

TAHA, H.A. 1971. *Operations research*. New York: Macmillan.

TERBORGH, G. 1949. *Dynamic equipment policy – A MAPI Study*. New York: McGraw-Hill.

THAMPAPILLAI, D.J. 1978. Methods of multiple objective planning: a review. *World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts*. 20, (12): 803 – 813.

TISDELL, C. & DE SILVA, T.M.H. 1986. Supply maximising and variation minimising replacement cycles for perennial crops and similar assets: Theory illustrated by coconut cultivation. *Journal of Agricultural Economics*. 37, (2): 243 – 250.

TUFTS, R.A. 1985. Failure frequency and downtime duration effects on equipment availability. *Transactions of the A.S.A.E.* 28, (4): 999 – 1001.

TURNER, H.M. & YOUNG, S.S.Y. 1969. *Quantitative genetics in sheep breeding*. Melbourne: MacMillan.

UNTERSCHULTZ, J. & MUMEY, G. Reducing risk in tractors and combines with improved terminal asset value forecasts. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 44, (2) 295 – 309

VAN DER SCHROEFF, H.J. 1970. *Kosten en Kostprijs – Deel 1*. Amsterdam: N.V. Uitgevers-maatschappij.

VAN TASSEL, L. & NIXON, C.J. 1989. A Further look at the effect of Federal tax laws on optimal machinery replacement. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 21, (2): 77 – 84.

VAN ZYL, J. & STAPELBERG, J. 1989. *Die optimale vervanging van trekkers in die R.S.A. Landbou*. Pretoria: Die Universiteit van Pretoria.

VAN ZYL, J. 1990. Die aard en omvang van risiko's in die R.S.A.-Landbou. *Agrekon*. 29, (1): 34 – 45.

VANZETTI, D. & QUIGGIN, J. 1985. A comparative analysis of agricultural tractor investment models. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 29, (1): 122 – 141.

VENTER, G. 1991. Professor in Landbou-ingenieurswese, Universiteit van Pretoria. *Persoonlike mededeling*.

VERKOOPSTATISTIEK: LANDBOUMASJINERIE. 1973 – 1989. Silverton: Afdeling (later Direkoraat) Landbou-ingenieurswese.

VILJOEN, M.F. 1982. Formele beplanningsmodelle vir die ekonomiese beplanning van boerderye. Referaat: *XIX Konferensie van die Landbou-ekonomie Vereniging van S.A.* Pretoria.

VON ECKARDTSTEIN, A. 1990. Meganisasiebestuurder, Malcomess Bpk. *Persoonlike mededeling*.

WARD, S.M., CUNNEY, M.B. & McNULTY, P.B. 1985. Repair costs and reliability of silage mechanisation systems. *Transactions of the A.S.A.E.* 28, (3): 722 – 725.

WEERSINK, A. & STAUBER, S. 1988. Optimal replacement method and depreciation method for a grain combine. *Western Journal of Agricultural Economics*. 13, (1): 18 – 28.

WITHERS, J. 1983. The past, present and future of the agricultural tractor. *Agricultural Engineering*. 38, (3): 74 – 79.



WITNEY, B.D. & SADOUN, T. 1989. Annual costs of farm machinery. *Agricultural Engineering*. 44, (1): 3 - 11.

## BYLAAG A

### PERSONE EN INSTANSIES GERAADPLEEG

Naam	Instansie ten tye van onderhoud	Pos beklee ten tye van onderhoud
Backeberg, G.R.	Direktoraat Landbou ekonomie	Adjunk direkteur
Blignaut, C.S	Universiteit van Pretoria	Professor in Landbou Ekonomie
Botha, C.	Fedmech Bpk.	Meganisasiebestuurder
Brink, S	Nasionale Mielie Produsente Organisasie (tans Graan SA)	Landbou-ekoonom
Fuls, J.J.	LNR-Instituut vir Landbou Ingenieurswese	Senior Ingenieur: meganisasie
Groenewald, J.A.	Universiteit van Pretoria	Professor in Landbou-Ekonomie
Hatting, C.	LNR-Instituut vir Landbou Ingenieurswese	Ingenieur: Meganisasie
Heyns A.	Direktoraat Landbou Ingenieurswese	Direkteur: Landbou Meganisasie
Mulder, D.	Direktoraat Landbou ekonomie	Assistent –Direkteur: Afdeling Bedryfsopname en Inligting
Pratt, D.	G North & Sons	Meganisasiebestuurder
Pretorius, J.J.	SOVKOOP Bpk.	Bestuurder (Landbou-ingenieur)
Prinsloo, J.	VETSAK	Hoofbestuurder: meganisasie
Rankin, J.	Agfacts CC.	Redakteur en uitgewer: Agfacts

Seuster, H.	Universiteit van Giessen	Professor in Landbou- Ekonomie
Venter, G.	Universiteit van Pretoria	Professor in Landbou Ingenieurswese
Von Eckardstein, A.	Malcomess Bpk.	Meganisasiebestuurder (landbou-ingenieur)
Van Zyl, J.	Universiteit van Pretoria	Professor in Landbou- Ekonomie

## BYLAAG B

### DINAMIESE PROGRAMMERINGSMODEL

#### 1 REKENAARPROGRAM VIR GEBRUIK VAN DINAMIESE PROGRAM

##### 1.1 DPD ROETINE VIR DATAVANGS

```
100 REM DP ROETINE
110 REM DPD PROGRAM
120 REM DPD SKRYF PROBLEEMDATA OP LEER
170 LET C$ = ","
180 LET D9 = 1
190 LET L$ = "-----"
200 PRINT "PROBLEEMNAAM";
210 INPUT N$
220 LET N$ = n$ = ".DAT"
230 OPEN N$ FOR OUTPUT AS #1
240 PRINT
250 REM INSET VAN PARAMETERS
260 PRINT "GETAL BESLUITSTADIA:;
270 INPUT N
280 PRINT #1, A2
300 PRINT "VERDISKONTERINGSKOERS - %";
310 INPUT A2
320 PRINT #1,A2
340 PRINT "PROBLEEMTIPE (D)ETERMINISTIES OF (S)TOCHASTIES
350 INPUT D$
360 PRINT #1,D$
380 PRINT "STADIA, BESLUIE EN OPBRENGSTE SELDE VIR ALMAL?"
390 PRINT "JA J OF NEE N";
400 INPUT Q$
410 PRINT #1, Q$
420 PRINT
430 PRINT "ETIKETTE VIR STADIA EN BESLUIE?"
440 PRINT "DIESELFDE VIR ALLE STADIA EN BESLUIE J OF N";
450 INPUT Z$
460 PRINT #1, Z$
470 REM "INSET VAN BLOK B DATA-WAARDES VIR LAASTE STADIUM"
480 PRINT L$
490 PRINT "WAARDE VAN TERMINALE STAND BY STADIUM";N + 1;":"
500 PRINT "SLEUTEL I,V(I) VIR ALLE I IN"
```

```

510 PRINT "WAAR I = TERMINALE STANDNO. IS"
520 PRINT "WAAR V(I) = WAARDE VAN I"
530 PRINT "SLEUTEL 0,0 IN NA FINALE INSET"
540 PRINT L$
550 PRINT "SLEUTEL I,V(I) IN"
560 INPUT I,F
570 PRINT #1,I,C$,F
580 IF I>0 THEN 550
590 PRINT
600 PRINT L$
610 IF D$ = D THEN 1010
1010 REM BLOK CD EN ED DATA
1020 PRINT "STADIUMOPBRENGS VIR ELKE BESLUIT"
1030 PRINT "SLEUTEL I,J,R(I,J) VIR ALLE I IN"
1040 PRINT " WAAR I = HUIDIGE STAND"
1050 PRINT " WAAR J = VOLGENDE STAND"
1060 PRINT "WAAR R(I,J) = STADIUMOPBRENGS"
1070 PRINT "SLEUTEL 0,0,0 IN OM AF TE SLUIT"
1080 PRINT L$
1090 FOR T = N TO 0 STEP -1
1100 PRINT #1," T "," I ";"D ";;"R "," J ""P"
1110 LET P = 1
1120 LET M = 0
1130 PRINT " VIR STADIUM ";T:"SLEUTEL IN J,R(I,J)";
1140 INPUT I,J,R
1150 IF I = 0 THEN 1250
1160 IF I>M THEN 1210
1170 LET D = D + 1
1180 IF D < D9 THEN 1200
1190 LET D9 = D
1200 GOTO 1230
1210 LET D = 1
1220 LET M = 1
1230 PRINT #1,T;C$;D;C$;R;C$;J;C$;P
1240 GOTO 1130
1250 PRINT #1,T;C$;I;C$;I;C$;I;C$;I
1260 PRINT
1270 IF T < N THEN 1320
1280 PRINT
1290 IF Z$ = "N" THEN 1310
1300 GOSUB 1350
1310 IF Q$ = "Y" THEN 1560
1350 REM SUBROETINE ETIKETTE

```

```
1360 IF Z$ = "N" THEN 1560
1370 PRINT
1380 PRINT "STAATNAAM";
1390 INPUT X$
1400 PRINT #1,X$
1410 FOR I = 1 TO M
1420 PRINT "LABEL VIR STAAT NO.";I;
1430 INPUT Y$
1440 PRINT #1,Y$
1450 NEXT I
1460 PRINT "BESLUIT NAAM";
1470 INPUT U$
1480 PRINT #1,U$;C$;D9
1490 FOR J = 1 TO D9
1500 PRINT "LABEL VIR BESLUIT NO.";J;
1510 INPUT V$
1520 PRINT #1,V$
1530 NEXT J
1540 PRINT
1550 RETURN
1560 PRINT
1570 PRINT "***DATA GESKRYF NA";N$;"***"
1580 CLOSE #1
1590 END
```

## 1.2 DINAMIESE PROGRAMERINGSROETINE

```
110 REM DP ROETINE
120 REM VIR 'N BEKENDE AANTAL STADIA
170 PRINT " EINIGE STADIA PROBLEEM"
180 PRINT "PLAAS DRUKKER ON LINE"
190 REM S MAKSIMUM AANTAL STATE PER STADIUM
200 REM G MAKSIMUM AANTAL BESLUITE PER STADIUM
210 REM C MAKSIMUM AANTAL STATE WAT OP BESLUIT KAN VOLG
220 REM N MAKSIMUM AANTAL BESLUITNEMINGSTADIA
230 REM AANGEDUI IN LYN 310 TOT 350 AS:
240 REM LYN 310 A(S,N + 1),B(S,N + 1)D(S,N + 1)
250 REM LYN 320 F(S,N + 1),Y$(S)
260 REM LYN 330 I(S*G*C),J(S*G*C),P(S*G*C)
270 REM LYN 340 R(S,G),E(G),V4(G)
280 REM LYN 350 Q(N + 1),U(N + 1),V(N + 1),W(N + 1)
290 REM VIR GROTER PROBLEME VERANDER 310 TOT 350
300 REM
310 DIM A(20,11),B(20,11),D(20,11)
320 DIM F(20,11),Y$(20)
330 DIM I(2000),J(2000),P(2000)
340 DIM R(20,10),E(10),V$(10)
350 DIM Q(11),U(11),V(11),W(11)
360 LET L$ = "-----"
370 PRINT "PROBLEEMNAAM";
380 INPUT L$
390 LET N$ = M$ + "DAT"
410 OPEN N$ FOR INPUT AS #1
430 INPUT #1,N
440 LET N1 = N + 1
450 INPUT #1,A2
470 LET D1 = 1/(1 + A2/100)
480 INPUT #1,D$
490 INPUT #1,Q$
500 INPUT #1,Z$
520 PRINT
530 PRINT L$
550 IF D$ = "S" THEN 580
560 PRINT "DETERMINISTIESE DP OPLOSSING"
570 GOTO 590
580 PRINT "PROBLEEM---";M$;"-----"
590 PRINT
```

```

610 PRINT "PARAMATERS"
620 PRINT "BESLUITSTADIA";N
630 PRINT "VERDISKONTERINGSKOERS = ";A2
640 PRINT L$
650 LET C1 = .9999
660 LET C0 = 1-C1
680 INPUT #1,I2,F2
690 IF I2=0 THEN 720
700 LET F(I2,1)=F2
710 GOTO 680
720 REM TERUGWAARTSE REKURSIE BEGIN
730 REM
740 LET N2=2
750 INPUT #1,T$
760 LET K=1
770 INPUT #1,T2,I(K),D2,R2,J(K)P(K)
780 IF I(K)=0 THEN 830
790 IF P(K)<C0 THEN 770
800 LET R(I(K),D2)=R2
810 LET K=K+1
820 GOTO 770
830 IF N2>2 THEN 940
840 IF Z$="N" THEN 940
850 REM
860 INPUT #1,X$
870 FOR I9=1 TO I(K-1)
880 INPUT #1,Y$(I9)
890 NEXT I9
900 INPUT #1,V$(J9)
910 FOR J9=1 TO D9
920 INPUT #1,V$(J9)
930 NEXT J9
950 LET K=0
960 LET L=0
970 LET S=0
980 LET L=L+1
990 LET E(L)=R(I(K+1),L)
1000 LET K=K+1
1010 LET E(L)=E(L)+D1*P(K)*F((J,K),N2-1)
1020 LET S=S+P(K)
1030 IF S<C1 THEN 1000
1040 IF I(K+1)=0 THEN 1060
1050 IF P(K+1)=0 THEN 1000

```



```

1060 LET I2 = I(K)
1070 IF I(K) = I(K + 1) THEN 970
1080 REM
1090 LET K9 = 1
1100 IF L = 1 THEN 1150
1110 FOR L9 = 2 TO L
1120 IF E(L9) <= E(K9) THEN 1140
1130 LET K9 = L9
1140 NEXT L9
1150 LET D(I2, N2) = K9
1160 LET A(I2, N2) = R(I2, K9)
1170 LET B(I2, N2) = J(K - L + K9)
1180 LET F(I2, N2) = E(K9)
1190 IF I(K + 1) > 0 THEN 960
1200 IF D$ = "S" THEN 1620
1210 IF N2 = N1 THEN 1250
1220 LET N2 = N2 + 1
1230 IF Q$ = "Y" THEN 950
1240 GOTO 750
1250 REM UITDRUK
1260 LPRINT
1270 LPRINT OPTIMALE STAATREEKS VIR ALLE INISIELE STATE"
1280 LPRINT L$
1290 LPRINT TAB(2*N1-2)"STAD.";TAB(9 + 4*N1);"WAARDE"
1300 FOR T = 1 TO N1
1310 LPRINT T;TAB(1 + 4*T);
1320 NEXT T
1330 LPRINT
1340 LPRINT L$
1350 FOR I2 = 1 TO I(K)
1360 GOSUB 1780
1370 FOR T = 1 TO N1
1380 LPRINT Q(T);TAB(1 + 4*T);
1390 NEXT T
1400 LPRINT TAB(8 + 4*N1);W(1)
1410 NEXT I2
1420 LPRINT L$
1430 LPRINT
1440 LPRINT
1450 LPRINT "DETAIL VAN OPTIMUM PAD"
1460 PRINT "SLEUTEL OORSPONKLIKE STANDNO IN OF 0 OM AF TE SLUIT"
1470 INPUT I2
1480 IF I2 = 0 THEN 1900

```

```
1490 LPRINT
1500 LPRINT L$
1510 LPRINT "STADIUM  STAND  BESLUIT  VERDISKONTRDE.  WRDE."
1520 LPRINT "  NO  "
1530 LPRINT "          NO. ";X$(TAB(21));"NO.  ";U$
1540 LPRINT L$
1550 GOSUB 1780
1560 FOR T=1 TO N1
1570 LPRINT TAB(1);T;TAB(7);Q(T);TAB(11);Y$(Q(T);TAB(21);U(T);
1580 LPRINT TAB(25);V$(U(T);TAB(36);V(T);TAB(51);W(T)
1590 NEXT T
1600 LPRINT L$
1610 GOTO 1430
1620 END
```

### 1.3 OPTIMALE OPLOSSING

PROBLEEMNAAM SOOS GESPESIFISEER IN DPD INSETPROGRAM  
TREK 1

-----  
DETERMINISTIESE PROGRAMERINGSOPLOSSING

PROBLEEMPARAMETERS

GETAL BESLUITSTADIA = 8

VERDISKONTERINGSKOERS = 10

OPTIMALE STANDREEKS VIR ALLE INISIELE STADIA

STAD.									WRDE.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	

DETAIL VAN OPTIMUM PAD

STADIUM NO	STAND	BESLUIT	VERDISKONTRDE.	WRDE.
1	1	1	-3272	-4695.017
2	1	1	-131.8182	-1565.319
3	2	2	-323.9669	-1562.351
4	3	2	-536.4388	-1287.386
5	4	2	-712.383	-630.7248
6	5	2	-985.4021	453.5028
7	6	2	-1111.449	2244.553
8	7	2	-1111.535	4634.909
9	8	2	3838.935	7481

1 = TREKKER 1 (BESTAANDE)

2 = TREKKER 2 (NUUT IN JAAR 2)

STAND = OUDERDOM VAN TREKKER

## BYLAAG C

### UNIFORME-KOSTE MODEL

#### 1. INSETMODULE

Let wel: Sleutel net syfers in die gearseerde gedeelte in

Onderstreepte items is noodsaaklik

Item	Eie waarde	Verstekwaarde	Eenheid
<b>1 Agtergrond inligting</b>			
Rentekoers	0	14.5	%
Effektiewe rentekoers		3.62	%
<u>Marginale belastingkoers</u>	20	20	%
Trekkerprysstyging	0	12.3	%
Insetinflasie	0	10.5	%
Uitsetinflasie		8.9	%
<b>2 Huidige trekker (verdediger)</b>			
Fabrikaat	Fiat	Fiat	
Oorspronklike kosprys		33993	
<u>Drywingskapasiteit</u>		55	kW
Nuwe kosprys	217500	217500	R
Verwagte eerste oordoen	0	4	jaar
Jaarlikse gebruik		1000	uur
<u>Ouderdom</u>	16	16	jaar
Toestand (1=swak,5=uitstekend)	0	3	
2/4wiieldryf(2wd=1,4wd=0)	1	1	
<b>3 Vervangende trekker (uitdager)</b>			
Fabrikaat	Fiat	Fiat	
<u>Drywingskapasiteit</u>		55	kW
Nuwe kosprys	217500	217500	R
Verwagte eerste oordoen	0	4	jaar
Jaarlikse gebruik		1000	uur
<u>Ouderdom</u>	0	1	jaar
Toestand (1=swak,5=uitstekend)	3	3	
2-4wiieldryf (2 wiieldryf =1, 4wiieldryf =0)	1	1	
<b>Addisionele voordeel van vervanging</b>		0	
Bedrag per jaar wat u ekstra sal betaal om eerder 'n nuwe trekker te besit as een wat 16 jaar oud is			

## 2. HERSTELKOSTE BEREKENAAR

Herstelkoste beramings vir interoordoenerperiodes				
	4jaar	5jaar	6jaar	7jaar
Jaar	Herstel1	Herstel2	Herstel3	Herstel4
1	3.30	3.30	3.30	3.30
2	4.24	4.24	4.24	4.24
3	5.02	5.02	5.02	5.02
4	8.71	7.10	6.55	6.40
5	6.63	8.71	7.20	7.20
6	6.95	6.63	8.80	7.85
7	8.50	6.95	5.94	8.95
8	9.00	8.58	6.12	4.30
9	5.94	8.02	6.90	5.20
10	3.96	8.91	7.23	6.55
11	6.90	5.94	8.02	7.25
12	10.26	4.55	10.25	9.09
13	7.93	7.93	6.89	9.49
14	8.31	8.31	4.37	10.47
15	10.26	10.26	7.71	5.24
16	10.49	9.59	8.28	6.04

Syfers in tabel dui herstelkoste vir elke ouderdom en verwagte interoordoenerperiode aan as persentasie van oorspronklike kosprys.

## 3. INRUILWAARDE VOORSPELLER

Fabrikaat	a	b1	b2	b3
Fiat	48.551	-45.841	7.725	1.896
Ford	69.183	-49.427		4.029
John Deere	55.02	-44.34	4.03	1

Koëffisiente soos aangedui in Tabel 6.5

	Gem.	Min.	Maks.	Toestand
1	0.750	0.676	0.816	Swak
2	0.868	0.929	0.907	Redelik
3	1.000	0.950	1.100	Goed
4	1.157	1.100	1.214	Baie goed
5	1.328	1.203	1.453	Uitstekend

Korreksiefaktore vir die aanpassing van inruilwaardes vir toestand.

#### 4 RESULTATE

##### Resultate

	R
Verdediger se minimum uniforme koste	17 514
Uitdager se minimum uniforme koste	32 486
Addisionele voordele van vervanging	16 640
Uitdager se totale netto koste	15 846
Jaarlikse verskil	-1 668

Gegronde op die inligting word  
vervanging aanbeveel\*

\*Program verskaf die uitdruk

## BYLAAG D

### SIMULASIEMODEL

#### 1. BESKRYWING

Dieselfde model as vir die uniforme koste-model word gebruik. Herstelkoste, en inruilwaarde word stochasties hanteer. Opsies bestaan om af 'n ewekansige, of 'n ander tipe verdeling vir die waardes vooraf te spesifiseer. Uiset word met behulp van 'n makro verkry.

##### 1.1 INSETMODULE

Insetmodule is soortgelyk aan insetmodule vir uniforme koste-model.  
Die volgende addisionele inligting word gespesifiseer:

Getal iterasies

Tipe verdeling: ewekansig, driehoekig

Vervangingsouderdom

Uitsetleërnaam:

##### 1.2 MAKRO OM RESULTATE TE BEREKEN

**Sub simcalc()**

```
'  
' simcalc Macro  
' Macro recorded 10/31/00 by Koos Coetzee  
'  
' Keyboard Shortcut: Ctrl+a  
'  
Sheets("simulasie model").Select  
Selection.Copy  
Sheets("Resultate").Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _  
Range("D3").Select  
Sheets("simulasie model").Select  
Application.CutCopyMode =  
Selection.Copy  
Sheets("Resultate").Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _  
, Transpose:=  
End Sub
```

## 2. VLOEIDIAGRAM VAN SIMULASIEPROSES

