

**STATISTIESE BEHEER VAN DIE  
GEWIGTE VAN SEMENTSAKKIES  
IN 'N VERPAKKINGSAANLEG**

**P. DEACON**

# **STATISTIESE BEHEER VAN DIE GEWIGTE VAN SEMENTSAKKIES IN 'N VERPAKKINGSAANLEG**

Deur

**P. Deacon**

B. Ing (UP)

**SKRIPSIE**

Ingedien ter gedeeltelike vervulling  
van die vereistes vir die graad

**MAGISTER IN BESTUUR EN ADMINISTRASIE**

by die Nagraadse Skool vir Bestuurswese aan die  
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër  
Onderwys

Studieleier: Prof. A.G. de Wet

Potchefstroom

1998

# SUMMARY

## TITLE:

### STATISTICAL CONTROL OF THE WEIGHTS OF CEMENT BAGS IN A PACKING PLANT.

#### 1. Introduction

Alpha Cement Dudfield is a cement producing facility situated  $\pm 25$  km west of the North West Province town of Lichtenburg. It has a production capacity of over the 5000 tons of clinker per day and produces an average of 35 000 bags of 50 kg cement per day.

Due to this large amount of bags produced on a daily basis slight weight deviations in the average weight of the bags may result, over a long period, in a significant loss or gain of cement. This loss or gain of cement may mean a profit or a loss to the company and the client. To ensure continuous consumer satisfaction the loss or gain of cement can be minimised by proper control of the weights of the cement bags produced.

A Rotary packer equipped with accurate electronic weighing equipment precisely measures the bag weight of each bag that it produces. By applying probability theory we aim to ensure the optimum production rate of this packer within given standards.

## **2. Objective**

The objective of the project is the application of the normal distribution to a cement bag filling process in order to control the weights of the bags within certain parameters. This includes a literature study on probability with the focus on the normal distribution, a literature study on decision making using the normal distribution, a literature study on process control using the normal distribution and a case study on the control of an eight spout cement packer using the theory discussed.

## **3. Summary of results**

The SABS tolerances specified per bag of cement are between 150 grams underweight and 250 grams overweight. To ensure that these tolerances are met, continuous control of the bag weights are necessary. By analysing the bag weight data by means of the normal distribution, useful information regarding tonnage gained or lost can be estimated. This information can also be used in a reactive way by setting up control charts and by reacting early on warning signs given. The standard deviation and average for 1996 and 1997 are determined and discussed. Possible mechanical deviations on the packer are identified as well as ways of overcoming them.

## **4. Conclusion**

By correctly using the normal distribution to identify possible problem areas in the control of the weights of cement bags, the amount of cement lost by the company and the customer can be minimised. This not only leads to satisfied customers but to long term financial gain for the company.

# Bedankings

Die voltooiing van die MBA graad kan nooit deur 'n individuele poging vermag word nie. Ek wil daarom almal bedank wat my bygestaan het in die voltooiing van my studies:

- Aan die Hemelse Vader wat my die deursettingsvermoë en energie gegee het.
- Aan my vrou Riana en my seun Peter vir hulle geduld, liefde en bystand.
- Aan my studieleier Prof. A.G. De Wet vir sy hulp.
- Aan Alpha Sement wat my die geleentheid gegee het om verder te studeer.
- Aan my studiegroep vir hulle idees en hulp.

# Inhoudsopgawe

<b>Hoofstuk 1</b>	<b>Inleiding en Agtergrond</b>	<b>1</b>
1.	Titel	1
2.	Inleiding en Probleemstelling	1
3.	Doelstellings	3
	3.1 Algemeen	3
	3.2 Spesifiek	3
4.	Navorsingsvrae	4
5.	Navorsingsmetode	4
	5.1 Literatuuroorsig	4
	5.2 Gevallestudie	5
6.	Opsomming van Verdere inhoud	5
<b>Hoofstuk 2</b>	<b>Literatuurstudie</b>	<b>6</b>
1.	Inleiding	6
2.	Wat is Waarskynlikheid - 'n Literatuurstudie	7
	2.1 Definisies	8
	2.2 Algemeen	9
	2.2.1 Die Optelreël	9
	2.2.2 Die Vermenigvuldigingsreël	9
	2.2.3 Die reël van Bayes	9
	2.3 Kansveranderlikes (Random values)	10
	2.4 Waarskynlikheidsverdeling	10
	2.5 Variansie en Standaard Afwyking	11
	2.6 Kontinue waarskynlikheidsverdelings	12
	2.6.1 Die Gelykmatige verdeling	12
	2.6.2 Die Normaalverdeling	13
	2.6.2.1 Die toets vir Normaliteit	14
	2.6.2.2 Eienskappe van die Normaalverdeling	14

2.6.2.3	Die Areas onder die Normaaikurve	15
3.	Besluitnemingsteorie	19
3.1	Bedryfsbesluite	19
3.2	Bestuursbesluite	20
3.3	Strategiese Besluitneming	20
3.4	Rasionele Besluitneming	20
3.5	Statistiese Waarskynlikheid en Besluitneming	21
4.	Prosesbeheer	23
4.1	Maatstawwe	24
4.2	Die daarstelling van standarde	25
4.3	Die bandwydte van prestasie	25
4.4	Frekwensie van rapportering	27
4.5	Rapportering Stelsels	28
4.6	Doelwitte	28
<b>Hoofstuk 3</b>	<b>Toepassing van Teorie</b>	<b>29</b>
1.	Agtergrond	29
2.	Doel van die Gevallestudie	30
3.	Ontleding van die sakkiegewigverspreiding van 1996	31
4.	Berekening van sement verloor of gewen a.g.v. oorgewig sakkies	33
5.	Ontleding van die sakkiegewigverspreiding van 1997	39
6.	Opsomming	41

<b>Hoofstuk 4</b>	<b>Gevolgtrekking en Voorstelle</b>	<b>42</b>
1.	Huidige werkswyse	42
2.	Voorstelle	
	2.1 Gewigsbeheer per produk	42
	2.2 Mikpunt normaalkurwe	42
3.	Bepaling van moontlike besparing met die beheer van standaard afwyking en gemiddelde	44
4.	Gevolgtrekking uit berekenings	46
5.	Aksieplanne vir die beheer van die gemiddelde en standaard afwyking	47
6.	Antwoorde op navorsingsvrae	50
7.	Slot	52
	<b>Bibliografie</b>	<b>53</b>
	<b>Bylaag</b>	<b>55</b>

## Hoofstuk 1

# Inleiding en Agtergrond

### 1. Titel

Die statistiese beheer van die gewigte van sementsakkies in 'n verpakkingsaanleg.

### 2. Inleiding en Probleemstelling

Alpha Sement Dudfield is 'n sement vervaardigende aanleg geleë ± 25 km wes van die Noordwes Provinsie dorp Lichtenburg. Die aanleg het 'n produksie kapasiteit van oor die 5 000 ton klinker per dag en produseer 'n gemiddeld van 35 000 sakkies 50 kg sement per dag tesame met verkope in grootmaat.

Verpakking van sementsakkies word gedoen deur 'n roterende pakker met elektroniese weegtoerusting om die sakkies met presies 50 kg sement te vul. As gevolg van die groot hoeveelhede sementsakkies wat daaglik verpak word, sal 'n foutiewe kalibrasie van enige van die pakker se tuite tot gevolg hê dat 'n sakkie wat produseer word of oorgewig of ondergewig is. Klein hoeveelhede sement per sakkie kan egter 'n baie groot hoeveelheid word as die hoeveelheid sakkies wat verpak word in ag geneem word. Streng toleransies, deur die SABS vereis en deur kliënte verwag, noodsaak die beheer van die gewigte van die sakkies wat produseer word. Uit die Maatskappy se oogpunt is die beheer van die sakkiegewigte ook uiters noodsaaklik aangesien groot hoeveelhede sement jaarliks verloor of gehou kan word weens die swak beheer van die sakkie gewigte. Besluite moet proaktief geneem word om die kwaliteit van die produk en die langtermyn beskikbaarheid van die pakker te verseker.

Die gebruik van statistiek vir kontrole sowel as besluitneming word 'n al hoe belangriker aspek vir die moderne bestuurder.

Redelinghuis, Julyan, Steyn en Benade (1991: 1)

In 'n omgewing waar kwaliteit en produksie uiters belangrik is, is dit noodsaaklik dat albei bestuur en werkers die belangrikheid beseef van statistiek. Korporatiewe statistiese geletterdheid in besighede is egter baie laag en die meeste statistiese ontledings word op 'n regstellende basis gebruik, terwyl die ontleding van data vir proaktiewe besluitneming agterweë gelaat word. Aangesien daar heelwat onsekerhede is tydens besluitneming is dit belangrik om alle risiko's betrokke by die besluit wetenskaplik te evalueer.

Redelinghuis, Julyan, Steyn en Benade (1991: 7)

Wat baie kan help met sodanige evaluasie is waarskynlikheidsteorie aangesien dit die bestuur in staat stel om 'n besluit te neem ten spyte van beperkte informasie en só die risiko's te minimiseer.

In 'n Vervaardigingsomgewing is kwalitatiewe en produktiewe faktore baie belangrik vir welvaart en voortbestaan. Proaktiewe besluitneming wat wetenskaplik gegrond is op die waarskynlikheid dat 'n belangrike stuk toerusting 'n defek mag opbou of dat die kwaliteit van die produk buite spesifikasie mag gaan kan die maatskappy 'n mededingende voordeel in die mark gee. In 'n verpakkingsaanleg, waar sakkies met inhoudsgewigte van 50 kg produseer moet word, is dit noodsaaklik dat die regte besluite ten opsigte van byvoorbeeld meganiese hersiening en kalibrasie vroegtydig geneem moet word om die hoeveelheid sement wat verlore gaan te monitor en te beheer. Hierdie beheer van die gewigte van sementsakkies kan deur middel van verskeie bestuurshulpmiddels onder andere statistiek gedoen word.

Sodanige bestuurshulpmiddels is noodsaaklik vir effektiewe leiding en besluitneming. Statistiese kontrole van sakkie gewigte in 'n sement-verpakkingsaanleg is 'n baie belangrike aspek van kwaliteit en koste en die beheer daarvan is 'n noodsaaklikheid eerder as 'n opsie.

Voorbeelde van statistiese metodes wat toegepas kan word vir beheer is:

- Voorraad en produksiemodelle in ondernemings
- Lineêre programmering vir die verkryging van 'n optimum produkmengsel

### **3. Doelstellings**

#### **3.1 Algemeen**

Die algemene doelstelling van die navorsingsprojek is die ondersoek en ontleding van die gebruik van die normaalverdeling vir die beheer van sakkie gewigte in 'n sement verpakkingsaanleg.

#### **3.2 Spesifiek**

**3.2.1** 'n Literatuurstudie oor die waarskynlikheidsleer met die klem op die normaalverdeling.

**3.2.2** 'n Literatuurstudie oor besluitneming deur middel van die normaalkurve.

**3.2.3** 'n Literatuurstudie oor prosesbeheer deur middel van die normaalkurve

**3.2.4** 'n Praktiese gevallestudie rakende die beheer en regstelling van sakkie gewigte van 'n agt tuit sementpakker.

### **4. Navorsingsvrae**

- Wat is waarskynlikheidsleer en hoe kan die normaalkurve besluitneming vergemaklik ?

- Watter besluitnemingskeuses word gebied deur die normaalkurve ?
- Kan die bestuurder waarskynlikheid toepas op sy dag tot dag besluite ?
- Wat is die voordele van statisties-baseerde-besluite ?
- Wat is die gevolgtrekking aangaande die bruikbaarheid, betroubaarheid en toekoms van waarskynlikheid-gebaseerde-besluitneming ?
- Is die kontrole wat uitgeoefen word deur middel van die normaalkurve prakties en akkuraat ?
- Kan die sakkiegewig verspreiding met die normaalkurve benader word ?
- Kan die kontrole proses korttermyn sowel as langtermyn probleme of moontlike probleme identifiseer ?

## 5. Navorsingsmetode

Die navorsing bestaan uit 'n literatuuroorsig na die gebruik van die normaalverdeling in praktiese toepassings, soos die kontrole van die gewigte van die sakkies wat 'n sementpakker produseer.

'n Normaalverdeling toets word ook gedoen om te bewys dat die sakkie gewigte wel deur die normaalverdeling benader en geanaliseer kan word.

## **5.1 Literatuuroorsig**

'n Literatuurstudie is gedoen ten opsigte van besluitneming deur middel van waarskynlikheidsleer. Die volgende bronne is geraadpleeg:

- Die gesamentlike databasis vir proefskrifte en verhandelinge
- ABI Inform Research
- WNNR Inligtingstandaard afwykingsdiens
- Verskeie bronne: boeke, artikels en die Internet

## **5.2 Gevallestudie**

Die gevallestudie handel oor die beheer van sakkiegewigte in 'n sementverpakkingsaanleg.

## **6. Opsomming van verdere inhoud**

Hoofstuk 2 Literatuurstudie

Hoofstuk 3 Gevallestudie

Hoofstuk 4 Gevolgtrekkings en aanbevelings

Bronnelys

Bylaag

## Hoofstuk 2

# Literatuurstudie

*"A Statistician is a person who can stand with his head in an oven and his feet on ice and will tell you that on average he feels fine !"*

### 1. Inleiding

Dit is dikwels vir die bestuurder nodig om besluite te neem vir kontrole doeleindes sonder dat die inligting vir die besluit voor die hand liggend beskikbaar is. Daar is verskeie hulpmiddels beskikbaar op die mark wat die bestuurder help om die regte besluite te neem. Statistiek is dan een van hierdie hulpmiddels wat beskikbaar is, maar nie algemeen deur elke individu gebruik word nie. Die normaalverspreiding van waarskynlikheidsleer is 'n baie handige statistiese hulpmiddel aangesien dit relatief baie toepassings in die praktyk het;

Voorbeelde hiervan is:

- Die lengtes en gewigte van individue van dieselfde geslag en volk.
- Die lengte van mense.
- Die sakkie gewigte van 'n sement vervaardigingsproses.
- Die afwykings van standaardkoste.

Hier volg 'n literatuurstudie aangaande waarskynlikheid, die normaalverdeling en die toepassing daarvan om besluite te neem om die proses te beheer. Daar word ook in kort na die teorie van statistiese prosesbeheer deur die normaalverdeling gekyk.

## 2. Wat is Waarskynlikheid ? - 'n Literatuurstudie

Lind en Mason (1994: 117) definieer waarskynlikheid as volg:

Dit is 'n verklaring aangaande die kans dat 'n gebeurtenis sal voorkom en word met die simbool P aangedui. Dit word uitgedruk as 'n numeriese waarde sodanig dat  $0 \leq P(x) \leq 1$ , waar  $P(x)$  geles word as 'die waarskynlikheid dat dat 'n gebeurtenis x sal plaasvind'. As dit seker is dat die gebeurtenis sal plaasvind, is die waarskynlikheid 1, terwyl dit 0 is as dit onmoontlik is dat die gebeurtenis sal plaasvind.

Hamburg (1977:50) definieer waarskynlikheid, wat ook deur Robinson (1981:16) die klasieke definisie van waarskynlikheid genoem word, numeries as volg:

$$P(A) = \frac{a}{a + b} = \frac{\text{Aantal gunstige uitkomst van gebeurtenis A}}{\text{Totale aantal uitkomst}}$$

Met ander woorde as die Weerburo voorspel dat daar vandag 'n 60 % moontlikheid vir reën is, is 'die waarskynlikheid dat die gebeurtenis "reën" sal plaasvind',  $P(\text{Reën}) = 0.6$ . Op grond van hierdie inligting kan 'n persoon dus die besluit baseer om byvoorbeeld 'n piekniek te gaan hou of binneshuise krieket te speel.

Ongelukkig is die meeste besluite nie so elementêr nie en is daar dikwels heelwat faktore en veranderlikes wat oorweeg moet word.

'n Opsomming van die belangrikste waarskynlikheidsdefiniesies word vervolgens gegee en is verkry uit verskillende bronne:

Lind en Mason (1994: 123 - 133), Lapin (1991: 17 - 32),

Freund(1988: 121 - 162)

## 2.1. Definisies

- *Waarskynlikheid* : Die moontlikheid dat 'n gebeurtenis  $x$  sal plaasvind.
- *Populasie* : Versameling van al die moontlike gebeurtenisse onder bespreking.
- *Onderling uitsluitend*: Twee gebeurtenisse wat nie gelyktydig kan plaasvind nie.
- *Nie onderling uitsluitend*: Twee gebeurtenisse wat wel gesamentlik kan plaasvind.
- $P(A)$ : Word gelees as " Die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  sal plaasvind."
- $P(B)$ : Word gelees as " Die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $B$  sal plaasvind."
- $P(A \text{ en/of } B) = P(A + B)$ : Word gelees as " Die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  en/of  $B$  sal plaasvind."
- $P(A \text{ en } B) = P(AB)$ : Word gelees as " Die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  en  $B$  sal plaasvind."
- $P(A | B)$ : Word gelees as "Die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  sal plaasvind gegee dat gebeurtenis  $B$  reeds plaasgevind het."
- *Onafhanklike gebeurtenis*: Gebeurtenisse  $A$  en  $B$  is onafhanklik van mekaar as  $P(A | B) = P(A)$  en  $P(B | A) = P(B)$ , m.a.w. die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  gebeur gegee dat gebeurtenis  $B$  gebeur het, is maar net gelyk aan  $P(A)$ . Die voorkoms van die gebeurtenis van  $B$  het dus geen invloed op die waarskynlikheid van  $A$  nie en anders om.
- *Afhanklike gebeurtenis*: In hierdie geval  $P(A | B) \neq P(A)$  en  $(P(B | A) \neq P(B))$ , m.a.w. die waarskynlikheid dat gebeurtenis  $A$  sal plaasvind is *wel* afhanklik van die voorkoms van gebeurtenis  $B$  en anders om.
- *Kansveranderlike*: 'n Onsekere veranderlike wat deur toeval (as gevolg van onbeheerde faktore) bepaal word.

Vir duidelikheid word 'n opsomming gegee van die basiese waarskynlikheidsreëls:

## 2.2. Algemeen

Algemene riglyne word verkry uit Stremler (1982:433)

Die waarskynlikheid dat 'n gebeurtenis,  $x_i$  mag voorkom lê altyd tussen 0 en 1,

$$0 \leq P(x_i) \leq 1 \text{ vir alle } i.$$

Die som van alle moontlike waarskynlikhede van 'n gebeurtenis is 1,

$$\sum P(x_i) = 1$$

### 2.2.1 Die Optelreël

Onderling uitsluitend:  $P(A \text{ en/of } B) = P(A + B) = P(A) + P(B)$

Nie onderling uitsluitend:  $P(A \text{ en/of } B) = P(A + B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ en } B)$  en in die geval het die "en" moontlikheid van die "en/of" 'n waarskynlikheid van 0.

### 2.2.2 Die Vermenigvuldigingsreël

Onafhanklike gebeurtenisse:  $P(A \text{ en } B) = P(AB) = P(A)P(B)$

Afhanklike Gebeurtenis:  $P(A \text{ en } B) = P(AB) = P(A)P(B | A)$

### 2.2.3 Die reël van Bayes

Lapin (243: 1988) gee die definisie as volg:

Indien  $A_i (i = 1, 2, 3 \dots n)$  n onderling uitsluitende gebeurtenisse is, sodanig dat 'n gebeurtenis B slegs kan plaasvind indien een van hierdie n gebeurtenisse voorkom, dan is die waarskynlikheid dat  $A_i$  voorkom indien bekend is dat B voorgekom het as volg:

$$P(A_i | B) = \frac{P(A_i)P(B | A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i) P(B | A_i)}$$

Daar is baie toepassings vir die reël van Bayes in die praktyk aangaande die neem van besluite, maar word nie hier bespreek nie.

### 2.3 Kansveranderlikes (Random values)

Soos reeds gedefinieer is 'n kansveranderlike 'n onsekere veranderlike wat deur toeval (as gevolg van onbeheerde faktore) bepaal word. So 'n kansveranderlike kan **kontinu** of **diskreet** wees. 'n Diskrete kansveranderlike het 'n eindige of aftelbare oneindig aantal waardes terwyl 'n kontinue kansveranderlike 'n kontinuim aantal waardes kan aanneem, soos enige reële waarde in 'n interval.

### 2.4 Waarskynlikheidsverdelings

'n Waarskynlikheidsverdeling ontstaan wanneer waarskynlikheidswaardes aan alle moontlike uitkomstes van 'n kansveranderlike toegeken word (diskrete geval) of aan intervalle (kontinue geval)

Die verwagte waarde van 'n diskrete waarskynlikheidsverdeling word as volg gedefinieer:

$$E(x) = \sum_{i=1}^n x_i P(x_i) = x_1P(x_1) + x_2P(x_2) + \dots + x_nP(x_n)$$

met  $E(x)$  = verwagte waarde van die kansveranderlike  
 $x_i$  = die waardes  $x_i$  van die moontlike uitkomstes van die kansveranderlike.

$P(x_i)$  = die waarskynlikheid dat die kansveranderlike die waarde  $x_i$  sal aanneem.

Net soos in die diskrete geval moet die somtotaal van die waarskynlikheidswaardes (die integraal oor alle reële getalle) by die kontinue geval ook gelyk aan een wees.

Dit impliseer dat die waarskynlikheid van elk van die oneindige aantal uitkomst "oneindig klein" moet wees en dus na nul neig anders sou die somtotaal groter as een wees.

## 2.5 Variansie en Standaard Afwyking

Die variansie van 'n diskrete waarskynlikheidsverdeling word gegee deur Freund ( 1988: 232) :

$$\text{Variansie} = \sum_{i=1}^n [x_i - E(x)]^2 P(x_i)$$

met  $x_i$  = die waardes  $x_i$  van die moontlike uitkomst van die kansveranderlike

$P(x_i)$  = die waarskynlikheid dat die kansveranderlike die waarde  $x_i$  sal aanneem.

$E(x)$  = die verwagte waarde van die kansveranderlike

Die standaard afwyking word gedefinieer as:

$$\text{Standaard Afwyking} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [x_i - E(x)]^2 P(x_i)}$$

Die variansie en standaard afwyking is 'n aanduiding van die mate waarmee die waardes van kansveranderlikes onderling varieer. Die standaard word weergegee in dieselfde eenhede as die oorspronklike metings.

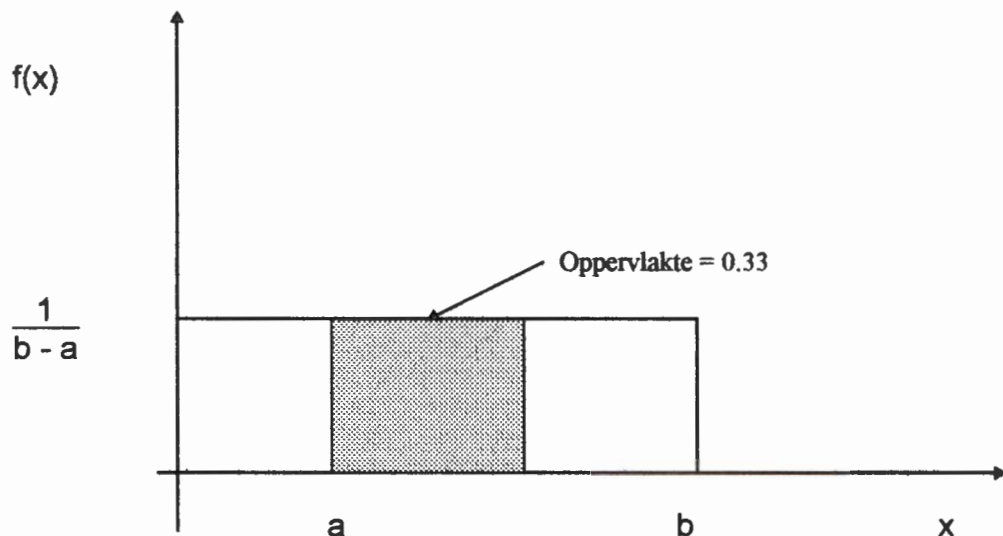
## 2.6 Kontinue waarskynlikheidsverdelings

Twee van die algemeenste kontinue waarskynlikheidsverdeling is:

- Die gelykmatige verdeling
- Die normaalverdeling

### 2.6.1 Die gelykmatige verdeling

Hierdie verdeling veronderstel dat daar 'n gelyke waarskynlikheid is dat 'n kansveranderlike  $x$  enige waarde tussen twee punte kan aanneem wat op dieselfde afstand van mekaar is.

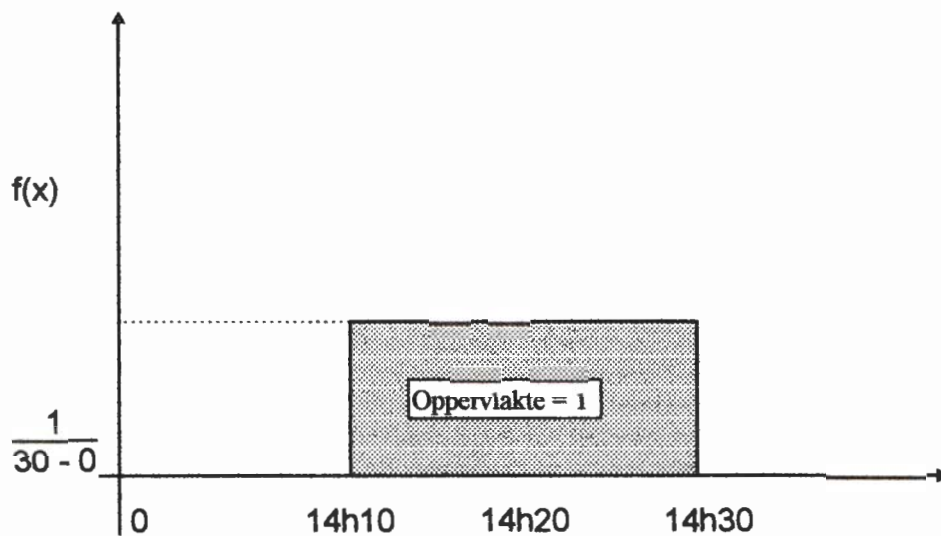


Die waarskynlikheid dat  $x$  tussen punte  $a$  en  $b$  voorkom stem ooreen met die oppervlakte van die reghoek met basis  $(b - a)$ .

Voorbeeld:

'n Vergadering begin enige tyd tussen 14h00 en 14h30.

Jy word gevra om vinnig die baas te sien vir tien minute tussen 14h10 en 14h20. Wat is die waarskynlikheid dat jy die begin van die vergadering sal misloop ?



Die oppervlakte is 0.33 en dit dui op 'n 33 % waarskynlikheid dat jy die begin van die vergadering gaan misloop.

### 2.6.2 Die Normaalverdeling

Hierdie verdeling is sekerlik die belangrikste vir bestuursbesluitneming en kontrole omdat so baie kansveranderlikes normaal of byna normaal verdeel is. In vele besigheidsituasies waar waarskynlikheid 'n rol speel kan die uitkomst deur die normaalverdeling beskryf word.

Dit is egter belangrik om eers die data wat deur die normaalverdeling analiseer wil word te toets vir normaliteit. Daar moet dus getoets word of die betrokke data wel deur die normaalverdeling benader en analiseer kan word.

### 2.6.2.1 'n Toets vir normaliteit

Shapiro (1990: 9) stel die toets vir normaliteit as volg:

Laat  $\{x_i; i = 1, 2, 3, \dots, n\}$  die monster data wees met grootte  $n$ .  
Die data word van die grootste tot die kleinste sorteer sodat  $i = 1$  vir die kleinste waarde en  $i = n$  vir die grootste waarde.

Vervolgens word die waardes  $y_i$  op grafiekpapier geplaas teenoor  $P_i$  met

$P_i = \frac{100(i - 0.5)}{n}$ . Hierdie grafiekpapier is spesiaal ontwerp vir die normaal toets.

Sou die waardes op die grafiek in 'n reguit lyn op die grafiekpapier lê, dan kan daar aanvaar word dat die monster data wel met die normaal verdeling benader en analiseer kan word.

### 2.6.2.2 Eienskappe van die Normaalverdeling

Een belangrike eienskap van die normaalkurve is dat slegs die standaardafwyking en gemiddelde nodig is om die totale kurve te beskryf. Die normaalverdeling word deur Hamburg (1977:199) as volg gedefinieer:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{(x - \mu)}{\sigma} \right]^2}$$

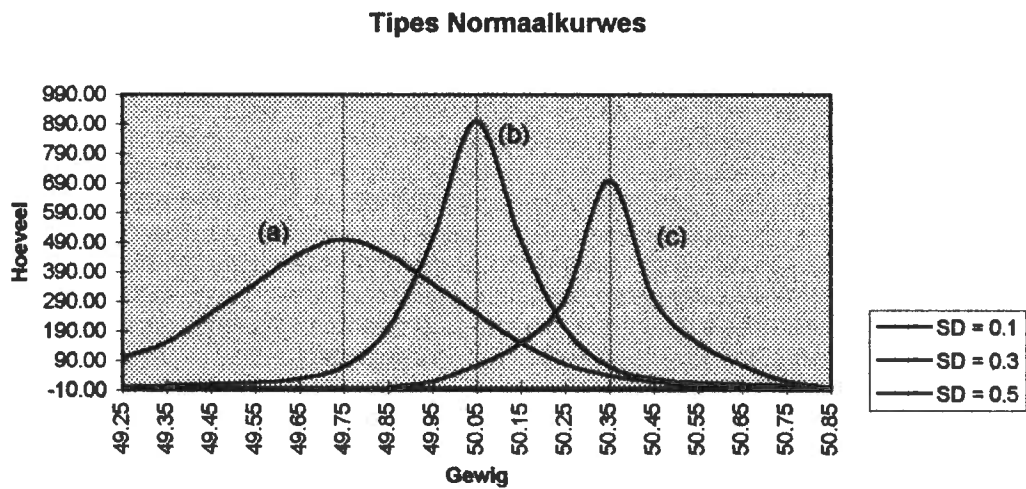
met  $\sigma$  = die standaardafwyking

$\mu$  = die gemiddelde

$\pi = 3.1416$

$e = 2.7183$  die basis van die natuurlike logaritmiese stelsel.

Figuur 2 dui drie verskillende normaalkurwes aan:



By tipe (a) is die gemiddelde 49.75 en die standaard afwyking is 0.5 kg

By tipe (b) is die gemiddelde 50.05 en die standaard afwyking is 0.1 kg

By tipe (c) is die gemiddelde 50.35 en die standaard afwyking is 0.3 kg

Grafies is die normaalkurwe klokvormig en simmetries om die gemiddelde. Soos met alle verdelings is die area onder die normaalverdeling, wat waarskynlikheid aandui, gelyk aan een.

Aangesien die verspreiding egter simmetries om die gemiddelde val beteken dit dat daar 'n 50% waarskynlikheid is dat 'n waarde van  $x$  bokant die gemiddelde sal val en 'n 50% waarskynlikheid dat  $x$  onder die gemiddelde sal val. Hoe verder daar weg van die gemiddelde af beweeg word hoe minder word die waarde van  $f(x)$ . Die funksie  $f(x)$  is dus asimptoties tot die  $x$ -as, m.a.w. die waarde van  $f(x)$  word al hoe kleiner hoe verder daar van die gemiddelde beweeg word, maar raak nooit aan die  $x$ -as nie.

### 2.6.2.3 Die areas onder die normaalkurve

Hoewel die wiskundige definisie van die normaalverdeling belangrik is, is dit veel belangriker om die waarskynlikhede, met ander woorde die areas onder die kurwe, te bepaal vir kontrole en besluitneming doeleindes. Hoewel normale kansveranderlikes in verskeie eenhede soos lengte, gewig, koste, ens. voorkom was dit nodig om een standaard kurwe te verkry wat die verspreiding van al hierdie verskillende uitkomst kan beskryf. So 'n verspreiding is moontlik soos uit die onderstaande blyk, naamlik die standaard normale afwyking volgens Hamburg (1977:201). Hierdie afwyking  $z$  word dan deur Lapin (1991:70) gedefinieer deur:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

met  $z$  = normaal afwyking

$x$  = kansveranderlike

$\mu$  = gemiddelde van die verspreiding

$\sigma$  = die standaard afwyking van die verspreiding

'n Negatiewe waarde van  $z$  sal verkry word as  $x < \mu$ . 'n Tabel van die oppervlakte onder die normaalkurve word in die Bylaag gegee.

'n Belangrike verwantskap bestaan tussen die standaardafwyking van die verdeling en die oppervlakte onder die kurwe. Die oppervlakte onder die verdeling dui op die waarskynlikheid dat 'n kansveranderlike  $x$  'n sekere waarde sal aanneem. Die volgende drie waardes word dikwels gebruik:

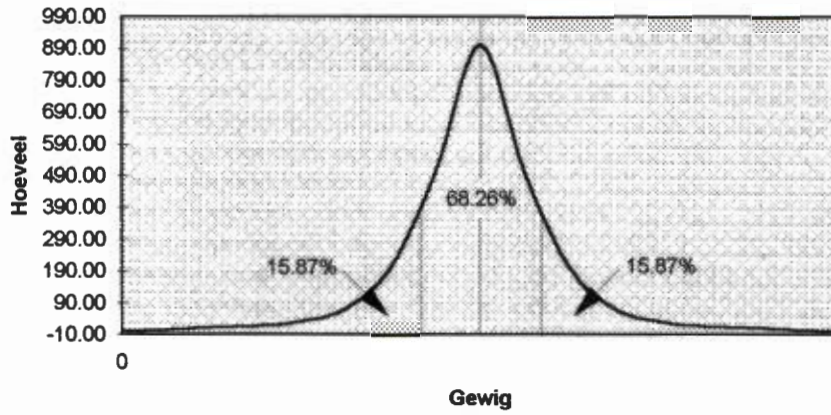
- $\mu \pm 1\sigma$  bevat 68.26% van die oppervlakte onder die kurwe
- $\mu \pm 2\sigma$  bevat 95.44% van die oppervlakte onder die kurwe
- $\mu \pm 3\sigma$  bevat 99.74% van die oppervlakte onder die kurwe

Feitlik die hele verdeling (99.74%) lê dus in die interval  $(\mu - 3\sigma)$  tot by  $(\mu + 3\sigma)$ , dit wil sê in 'n area  $6\sigma$ .

Gestel die gemiddelde gewig van 'n 1000 sement sakkies is 50.1 kg en die standaard afwyking is 0.2 kg, dan is daar 'n 68.26 % waarskynlikheid dat as 'n enkele sakkie geweeg sal word dit meer as  $(50.1 - 0.2)$  kg en minder as  $(50.1 + 0.2)$  kg sal weeg, m.a.w groter as 49.9 kg en kleiner as 50.3 kg. Net so is daar 'n 99.74% waarskynlikheid dat die gewig van 'n enkele sakkie meer as 49.5 kg  $(50.1 - 3 \times 0.2)$  en minder as 50.7 kg  $(50.1 + 3 \times 0.2)$  sal weeg. Daar kan dus gesien word dat daar baie nuttige toepassings en informasie uit die normaalverdeling gekry kan word, wat as basis vir die neem van besluite vir proses kontrole geneem kan word.

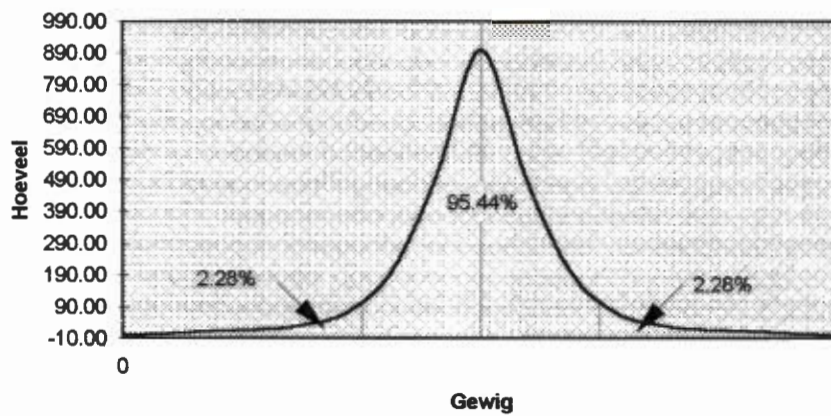
Op die volgende bladsy kan die verskillende normaalverdelings en hul waarskynlikheid areas gesien word. Hierdie teorie sal dan later in die werkstuk toegepas word op die sakkie gewigte van 'n sementpakker in 'n poging om die standaard afwyking en gemiddelde te bepaal en die nodige beheer stelsel daar te stel om dit binne voorafbepaalde spesifikasies te hou.

### Areas onder die Normaalkurve



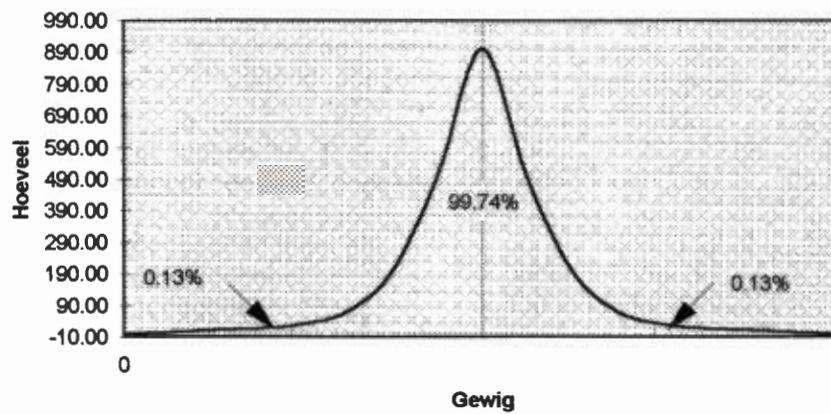
Een  $\sigma$  waarskynlikhede

### Areas onder die Normaalkurve



Twee  $\sigma$  waarskynlikhede

### Areas onder die Normaalkurve



Drie  $\sigma$  waarskynlikhede

### 3. Besluitnemingsteorie

Doeltreffende besluitneming in die hedendaagse organisasie is nie 'n eenvoudige proses nie, hoofsaaklik as gevolg van die groot hoeveelheid veranderlikes wat 'n invloed het op sodanige besluit, asook die implikasies van 'n verkeerde besluit.

Die verkeerde besluit om 'n relatief klein bedrag te bestee deur 'n klein organisasie kan die organisasie maak of breek, dus moet daar met groot omsigtigheid te werk gegaan word wanneer belangrike besluite geneem word. Die volgende tipes besluite word binne 'n organisasie geneem (Redelinghuis (1991:2))

- Bedryfsbesluite
- Bestuursbesluite
- Strategiese besluite

Daar gaan kortliks na hierdie drie tipes besluite gekyk word en dan meer spesifiek na besluitneming met behulp van die normaalverdeling.

#### 3.1 Bedryfsbesluite

Hierdie besluitnemingsproses geskied volgens voorafgestelde skriftelike riglyne m.a.w as die een alternatief vir die besluit nie oorweeg kan word nie dan is daar altyd 'n voorafbepaalde ander alternatief wat gekies moet word. Indien die besluit geneem moet word oor 'n spesifieke maak van hoë spanning stroombreker wat installeer moet word in 'n aanleg en hierdie spesifieke stroombreker is nie in hierdie maak beskikbaar nie dan kan die ingenieur in die lys van goedgekeurde verskaffers gaan kyk vir 'n maatskappy wat 'n soortgelyke stroombreker kan verskaf. Hierdie lys van goedgekeurde verkaffers word vooraf deur bestuur en tegniese personeel opgestel en gereëld opgedateer. Bogenoemde besluit is 'n bedryfsbesluit

aangesien die oordeel van die ingenieur geen rol by die besluit gespeel het nie.

### **3.2 Bestuursbesluite**

Hierdie tipes besluite berus in 'n groot mate op die oordeel van die besluitnemer of besluitnemerspan. Geringe vooraf opgestelde riglyne bestaan wel maar slegs as rigtinggewer en nie as reël nie. Gesonde oordeel en redenasie vermoë speel hier 'n belangrike rol. Die besluit om 'n ekstra werker in 'n produksie aanleg aan te stel sal deeglik deur bestuur oorweeg moet word deur te kyk na byvoorbeeld die totale hoeveelheid mense in die produksielyn, die hoeveelheid oortyd wat tans gewerk word en die aanwending van hierdie nuwe werker.

### **3.3 Strategiese Besluitneming**

Hierdie tipes besluitneming is ook op oordeel gebaseer en is gemik op die maatskappy se uitwaartse beleid en strategiese mikpunte. Markkragte en mededinging speel hier 'n belangrike rol. Die besluit om 'n produklyn van 'n aanleg toe te maak kan om strategiese redes nie uitgevoer word nie hoewel daar nie baie toekomsvisie vir hierdie gedeelte van die aanleg is nie. Die teenwoordigheid van hierdie produk op die mark kan nog as 'n hefboom teen die mededinging gebruik word.

### **3.4 Besluitneming**

Die volgende fases van besluitneming word algemeen aanvaar:

- Definisie
- Ontwikkeling van moontlike oplossings
- Evaluasie van alternatiewe

- Keuse van oplossing.

Besluitneming wat deur middel van bogenoemde proses geneem word kan op die volgende beginsels geneem word: Lapin (1991:625)

**Besluite gegrond op sekerheid** : Hier is die besluitnemer bewus van alle gevolge van al die alternatiewe keuses wat rondom die probleem bestaan en moet uit hierdie beskikbare data 'n besluit neem.

**Besluite gegrond op risiko**: Hier is die besluitnemer se doel om die maksimum voordeel uit die besluit te trek en is bewus van die grootte van die risiko's wat aan die besluit gekoppel is.

**Besluite gegrond op onsekerheid**: Hier is die besluitnemer nie bewus van die grootte van die risiko wat gekoppel is aan die besluit nie en die resultaat van die besluit is onseker.

### 3.5 Statistiese Waarskynlikheid en Besluitneming

Ingewikkelde besluite met baie data en alternatiewe is moeilik om te neem met gewone logiese beredenering. Ook is dit meer aanvaarbaar om 'n wetenskaplik fundeerde oplossing voor te stel. Dit is hier waar statistiese ontledings die besluitnemer kan help.

Deur gebruik te maak van statistiese metodes word besluitneming dus op 'n wetenskaplike grondslag geplaas en word die logiese denke aangevul om sodoende die besluitnemingsproses meer doeltreffend te maak. Die gebruik van kwantitatiewe metodes bring noodwendig verhoogde koste mee. Daarenteen word bepaalde voordele verkry deur die neem van goeie besluite. Die algemene beginsel wat geld, is dat kwantitatiewe metodes as hulpmiddel gebruik moet word, slegs as die verwagte voordele die verwagte koste sal oorskry. Om die verwagte koste te bepaal is egter 'n moeilike taak. Selfs al word die tersaaklike koste met nougesetheid geraam, kan foute insluip wat tot

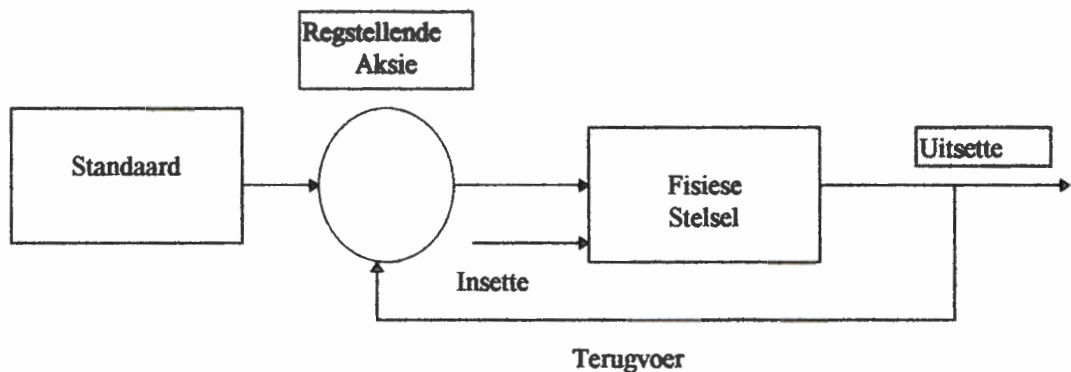
gevolg het dat die werklike koste heelwat hoër is. In die sake wêreld word baie min besluite geneem wat nie op een of ander wyse kwantitatief gefundeer is nie. Kennis van kwantitatiewe metodes en hulle toepassing blyk dus 'n onontbeerlike hulpmiddel in die hande van die suksesvolle besluitnemer te wees.

Dit gebeur selde indien ooit dat 'n bestuurder sekerheid het oor die resultate van besluite wat geneem moet word. Hierdie probleem word teengewerk deur van waarskynlikheid gebruik te maak .

#### 4. Prosesbeheer

Die doel van operasionele kontrole (Chase (1995: 212)) is die beheer van spesifieke uitsette van 'n proses deur 'n onwillekeurige monster van sekere veranderlikes op gereelde basis te neem en statisties te ontleed om te bepaal of dit binne die voorafbepaalde spesifikasie val. Prosesbeheer het te doen met die beheer van kwaliteit van die produk terwyl dit produseer word.

'n Model word gegee deur Kotze (1997: 97):



Verskeie faktore is belangrik vir die daarstelling van 'n operasionele beheer stelsel naamlik:

1. Maatstawwe
2. Standaarde
3. Bandwydte van prestasie
4. Frekwensie
5. Rapportering Stelsel
6. Doelwitte

#### 4.1 Maatstawwe

Maatstawwe is eenhede waarmee proses uitsette in terme van kwantiteit, kwaliteit en tyd gemeet word. Voorbeelde van maatstawwe word vervolgens vir 'n eenmalige projek, groepsge wys produksie en kontinue produksie gewys.

	<b>Unieke Produk</b>	<b>Groepsge wys Produk</b>	<b>Kontinue Produk</b>
<b>Kwantiteit</b>		Kwantiteit/Masjien uur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa</li> <li>• Volume</li> <li>• Eenhede</li> </ul> Roumateriaal/een- heid van Produk	Kwantiteit/Tyds- faktor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa/skof</li> <li>• Volume/dag</li> <li>• Eenhede/week</li> </ul> Roumateriaal/een- heid van produk
<b>Kwaliteit</b>	Inspeksie en Herwerk	Vermorsing en defekte/groep	Defekte/kwantiteit produksie
<b>Tyd</b>	Mylpale	Opstel koste, Produktiwiteit, Werkseenheid	

## 4.2 Die Daarstelling van Standaarde

'n Standaard is die daarstelling van 'n spesifieke doelwit ten opsigte van uitset of koste waarteen die werklike uitset vergelyk kan word om te bepaal of die uitset binne spesifikasie is.

Daar is verskeie metodes vir die daarstelling van standarde en van hulle is:

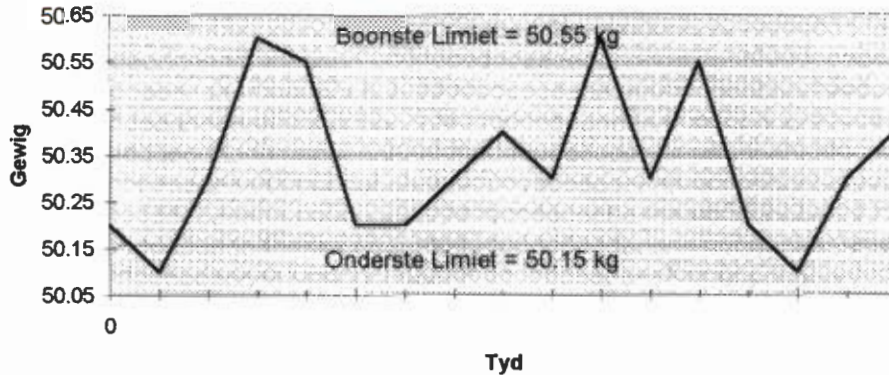
- Standaarde deur ondervinding
- Analitiese benaderings
- Historiese standarde
- Wetenskaplik fundeerde Standaarde

'n Voorbeeld van 'n standaard ten opsigte van die produksie koste van 'n sement vervaardigings aanleg kan R100/ton wees of die vervaardiging van 2000 sakkies sement per skof. 'n Werklike produksie van 1800 sakkies per skof sal dus onder standaard en 2200 sakkies per skof bo standaard wees.

## 4.3 Die Bandwydte van Prestasie

Om kontrole uit te oefen op 'n proses is dit nodig om sekere standarde op te stel ten einde te bepaal of die prestasie wat gelewer word binne die bandwydte van die voorafbepaalde spesifikasies val. Indien die uitsette van die proses normaal verdeel is kan 'n baie handige kontrole kaart soos in die onderstaande figuur opgestel word. Gestel ons wil die gewig van sement sakkies beheer om tussen 50.15 kg en 50.55 kg te val dan kan die volgende kontrole kaart gebruik word om die prestasie van die verpakker te monitor.

## 2 Sigma Proses Kontrole Kaart



Hierdie kaart kan dan gebruik word om enige uitsonderings te identifiseer waarop daar dan dadelik aksie geneem moet word. Ook kan die neiging van die kurwe proaktiewe optrede inisieer as daar gesien word dat die gewigte te na aan die boonste of onderste limiet begin kom.

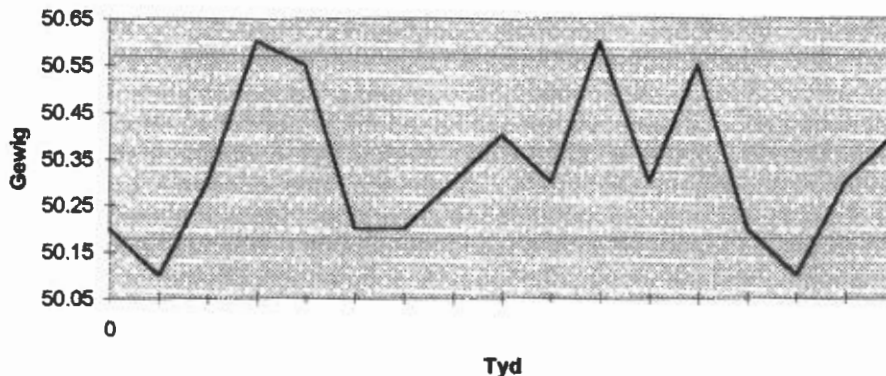
'n Verdere variasie is om die standaard afwyking te gebruik vir kontrole.

'n Een sigma ( $1\sigma$ ) standaard beteken dat 68.26 % van al die sakkie gewigte binne spesifikasie sal wees, terwyl 'n  $2\sigma$  standaard sal dui op 'n 95.44 % voldoening aan spesifikasie. Die moeilikste standaard om te behaal is die van  $6\sigma$  standaard naamlik 99.74% voldoening aan spesifikasie, maar dit kan slegs in uitsonderlike gevalle behaal word.

Gestel daar word besluit om 'n  $2\sigma$  standaard van kontrole op die standaard afwyking van sement sakkie gewigte te hou, dan beteken dit dat as die boonste limiet vir 'n sakkie sement se gewig op 50.55 kg staan en die onderste limiet op 50.15 kg met die gemiddelde op 50.35 kg, dan moet 2 standaard afwykings gelyk wees aan  $(50.55 - 50.35) = 0.2$  kg en dus moet een standaard afwyking dus gelyk wees aan 0.1 kg. Waarop dit dus neerkom is dat as die standaard afwyking van 'n hoeveelheid 50 kg sement sakkies gelyk is aan 0.1 kg en die gemiddelde van die sakkies se gewigte is 50.35 kg dan sal die gewigte

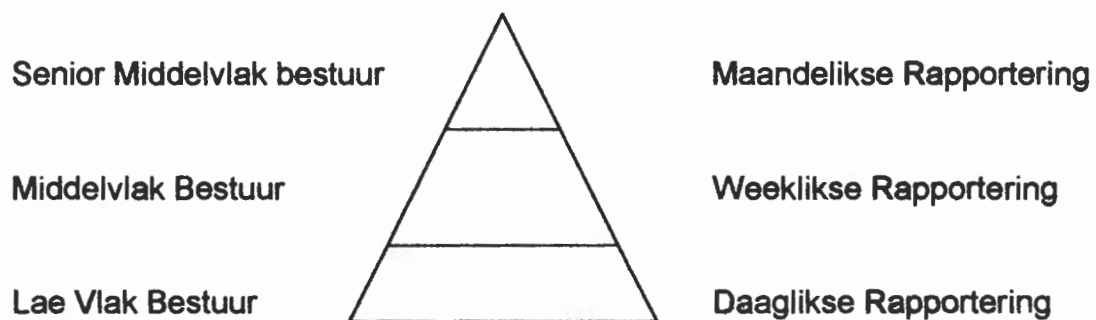
van die sakkies wat gelewer word 95.44% van die tyd binne die boonste en onderste limiete lê. Wat belangrik is, is dat die spesifieke mikpunt wat gestel word wel bereikbaar is deur of vorige prestasie of deur die tegniese spesifikasies.

**2 Sigma Proses Kontrole Kaart**



#### 4.4 Frekwensie van Rapportering

Wat hiermee bedoel word is dat daar bepaal moet word wanneer sal daar aan wie rapporteer word wanneer die bepaalde uitsette van die proses buite die limiete van die kontrole kaart gaan (Chase (1995: 217). 'n Tipiese rapportering struktuur met frekwensies sal as volg lyk:



Hier sal sleutel prestasie indikatore op 'n daaglikse basis aan die skofvoorman gegee word, weekliks aan die toesighouer en maandeliks

aan die departementele bestuurder en nooit aan die produksie bestuurder nie.

'n Ander opsie is bestuur deur uitsondering: In so geval sal daar slegs aan toesighouer gerapporteer word indien die standaard afwyking meer as een maal is as die beplande standaard afwyking, aan die departementele bestuurder gerapporteer word indien die standaard afwyking twee maal meer is as wat beplan is, en daar sal nooit aan die produksie bestuurder gerapporteer word nie.

Rapportering deur uitsondering is 'n goeie metode om te keer dat bestuur met inligting oorlaai word en dat daar slegs op die nodige probleme aksies geneem word.

#### **4.5 Rapporteringstelsel**

Aangesien inligtingstelsels nie binne die bestek van hierdie studie val nie, gaan daar nie in detail gekyk word na die moontlikhede wat rekenaars bied om die proses kontrole te vergemaklik nie. Die krag van moderne mikro rekenaars is indrukwekkend en groot hoeveelhede komplekse data kan deur 'n mikrorekenaar verwerk word om intyds sleutel prestasie indikatore soos standaard afwyking, gemiddelde, totale produksie, ens. beskikbaar te stel. Rekenaars vir proses kontrole is onmisbaar in vandag se hoë produksie, hoë kwaliteit opset.

#### **4.6 Doelwitte**

In enige proses kontrole stelsel is die stel van doelwitte baie belangrik. Doelwitte vir produksie en kwaliteit moet voortdurend gestel word en daar moet deurentyd gepoog word om hierop te verbeter. Die bepaling van sleutel prestasie indikatore is noodsaaklik om doelwitte te kan stel vir verbetering.

## Hoofstuk 3

# Toepassing van Teorie

Die ergste van alle dinge is besluitloosheid.

-Napoleon Bonaparte

### 1. Agtergrond

Sement is 'n kommoditeitsproduk wat algemeen in die mark gebruik word.

Vir die vervaardiging van sement word kalksteen wat uit 'n oop groef verkry word, gebrand en tesame met 'n paar bymiddels soos gips gemaal om sement te gee. Hierdie sement word dan op groot skaal of in sakkievorm verkoop. Die verpakking van hierdie sakkies geskied in 50 kg of 25 kg inhoudsmassa met die massa van 'n sementsakkie 300 gram. Hierdie sementsakkie verpakker (van nou af slegs pakker genoem) het agt tuite en roteer. Die sakkies word dan op hierdie tuite opgelaaai en soos wat die pakker roteer word hulle vol gemaak deur middel van die tuit. Met 'n volle omwenteling van die pakker is die sakkies dan vol gelaai en word hulle op 'n vervoerband afgelaaai wat die sakkies dan na die aflaaipunt vervoer.

'n Voorbeeld van hierdie pakker word in die Bylaag vertoon.

Kwaliteit van die sement word beheer met die maal proses, terwyl skale op die pakker die gewig van die sakkie beheer. Las selle (Load cells) wat gekoppel is aan elke tuit beheer die toevoer van sement na die sakkie. Sodra die sakkie op die tuit geplaas word, word 'n klep oopgemaak wat die sement dan laat vloei na die sakkie. Sodra die gewig van die sakkie 50.3 kg bereik, dit sluit die sakkie gewig van 300 gram in, sluit die klep om die sement toevoer te stop. Die

belangrikheid van die akkurate kalibrasie van die skale hoef nie aan die leser beklemtoon te word nie, dit is duidelik dat dit kritiek is. Die pakker se produksie snelheid is verstelbaar tot en met 2400 sakkies per uur, maar die normale snelheid is ongeveer 1 800 tot 2 000 sakkies per uur.

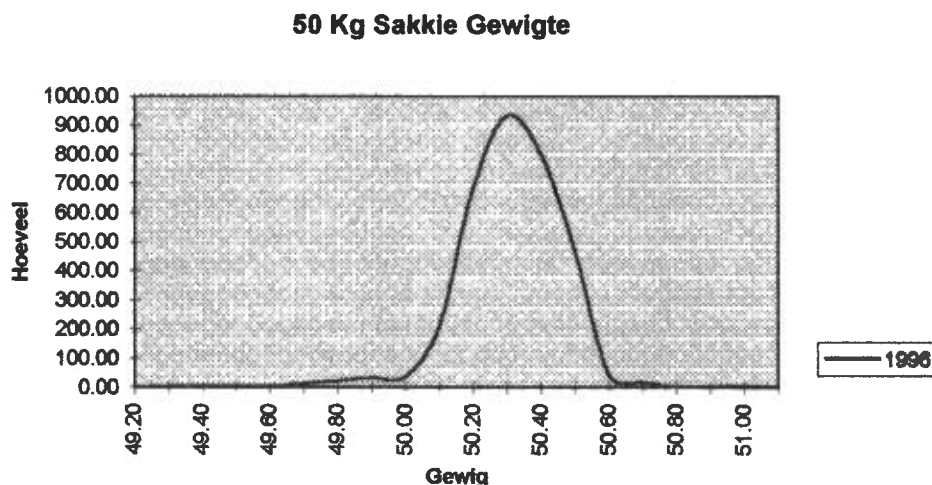
## 2. Doel van gevallestudie

Die doel van hierdie gevallestudie is:

- Om 'n statistiese analise deur middel van die normaalverdeling op 'n sement pakker te doen en die standaard afwyking en gemiddelde van die sakkie gewigte te bepaal vir 1996 en 1997.
- Om die hoeveelheid ekstra sement wat produseer is te kwantifiseer.
- Om 'n statistiese beheer maganisme voor te stel wat die kalibrasie van die pakker beheer en die afd. v. kalibrasies te minimiseer. Hierdie beheer stelsel moet dan ook in staat wees om vooruitskattings aangaande die gemiddelde, standaard afwyking en hoeveelheid sement wat verloor of gewen word te maak vir proaktiewe optrede.
- Om 'n voorstelling te maak oor hoe om 'n databasis op te bou vir elke tuis se prestasie en effektiwiteit.
- Om op die korttermyn moontlike meganiese, elektriese of produksie probleme te identifiseer wat verband hou met die rede vir gewigsafwykings van die sakkies.

### 3. Ontleding van sakkie gewig verspreiding van 1996.

Die verdeling van die totale sakkie gewigte van 1996 word vervolgens aangetoon:



Die gemiddelde  $\mu = 50.307$  kg

Die Standaardafwyking  $\sigma = 0.2114$

Die normaal toets word op die data toegepas om te sien of die normaal verdeling wel vir analise gebruik kan word. Die resultaat vir die normaal toets word in die Bylaag aangeheg en die resultaat is positief, met ander woorde die normaal verdeling kan wel as middel vir analise gebruik word.

Uit die waarskynlikheidsteorie sien dat vir die bostaande verdeling, met die gemiddelde op 50.307 kg, die waarskynlikheid om 'n sakkie se gewig tussen  $(\mu \pm 1\sigma)$  te kry is 68.26 %. Die waarskynlikheid dat 'n sakkie se gewig dus tussen 50.0886 kg  $(\mu - 1\sigma)$  en 50.5114 kg  $(\mu + 1\sigma)$  sal wees is 68.26 %.

Die gespesifiseerde gewig standarde vir voldoening aan die SABS spesifikasies is 150 gram ondergewig en 250 gram oorgewig; dus

tussen 50.15 kg en 50.55 kg. Die waarskynlikheid dat 'n sakkie se gewig tussen hierdie twee grense sou lê in 1996 is:

$P(50.15 \leq x \leq 50.55)$ , ten eerste herlei ons die gewigwaardes na z waardes

$$\begin{aligned}z_{50.15} &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{50.15 - 50.30}{0.2114} \\ &= -0.71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}z_{50.55} &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{50.55 - 50.30}{0.2114} \\ &= 1.18\end{aligned}$$

Vanaf die Tabel vir die oppervlaktes onder die standaard normaalkurwe in die Bylaag.

$$\begin{aligned}P(-0.71 \leq x \leq 1.18) \\ &= 0.2612 + 0.381 \\ &= 0.6422 \\ &= 64.22 \%\end{aligned}$$

Daar is dus 'n 64.22 % waarskynlikheid dat die sakkies wat produseer was in 1996 wel binne die spesifikasies geval het.

Die waarskynlikheid dat daar ondergewig sakkies was:

$$\begin{aligned} P(x < 50.15) &= P(z < -0.71) = 50 - 26.12 \\ &= 23.88 \% \end{aligned}$$

Dit beteken dat 24 van elke honderd sakkies wat produseer is ondergewig was.

Die waarskynlikheid dat daar oorgewig sakkies was:

$$\begin{aligned} P(x > 50.55) &= P(z > 1.18) \\ &= 100 - 23.88 - 64.22 \\ &= 11.9 \% \end{aligned}$$

Dus was  $\pm 12$  sakkies uit elke 100 wat vervaardig is gedurende 1996 oorgewig. Aangesien daar 'n groter persentasie ondergewig sakkies as oorgewig sakkies was impliseer dit dat die kliënt minder sement ontvang het as wat hy moes. Die hoeveelheid sement wat teruggehou is, kan as volg benader word:

#### **4. Hoeveelheid Sement teruggehou a.g.v. ondergewig sakkies**

Totale 50 kg sakkies verpak vir 1996 met die Pakker	: 5 000 000
Totale tonne verpak in 1996	: 2 500 000 ton
Verkoopsinkomste per ton	: R358/ton

Van die 5 000 000 sakkies verpak was 11.9 % daarvan oorgewig, d.w.s 595 000 sakkies was oorgewig.

Uit die sakkie gewig data kry ons dat die maksimum oorgewig sakkie gewig was 51.4 kg en die minimum oorgewig sakkie gewig was 50.56 kg. Om 'n beraming te doen oor die hoeveelheid sement wat oorgewig was is dit nodig om 'n gemiddelde vir die oorgewig sakkies te bepaal.

As ons werk op 'n beraamde gemiddelde van 50.85 kg vir die oorgewig sakkies dan gee dit

$((50.85-50.55) \times 595\ 000) = 178\ 500$  kg ekstra sement wat produseer is.

Die sakkies wat ondergewig was moet egter hierby afgetrek word:

Uit die gewig data sien ons dat die maksimum ondergewig sakkie 48.0 kg was. As ons dieselfde redenasie as bo volg en werk op 'n beraamde gemiddelde ondergewig sakkie van 49.85 kg, dan  $5\ 000\ 000 \times 0.2388 \times (50.15 - 49.85) = 358\ 200$  kg sement wat te min produseer is.

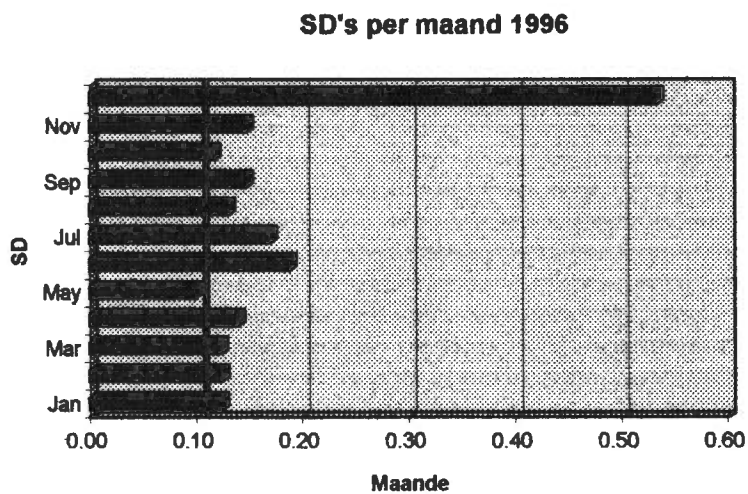
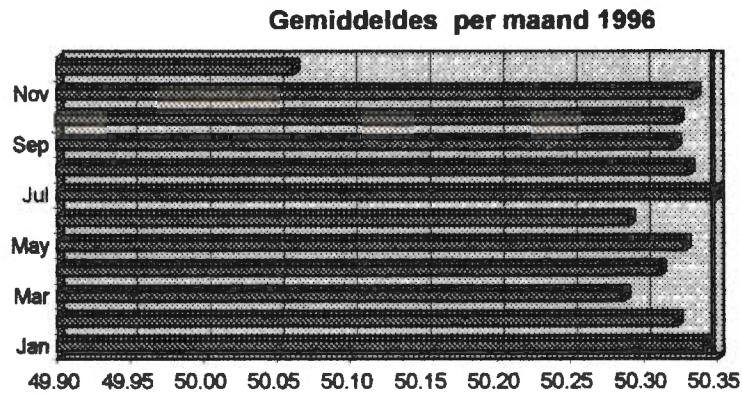
Die implikasie hiervan is dat die totale hoeveelheid sement wat in 1996 teruggehou is van die kliënt, is:

$$\begin{aligned} &= 358\ 200 - 178\ 500 \\ &= 179\ 700 \text{ kg sement.} \end{aligned}$$

Dit beteken dat daar 179,7 ton sement in 1996 teruggehou is waar dit eintlik aan die kliënt behoort het.

(Bogenoemde syfer is slegs vir een van twee pakkers en dus sal die moontlike druk op beter beheer hoër wees as die analise vir die ander pakker ook bygereken word.)

Die grafieke vir die gemiddelde en standaard afwyking per maand vir 1996 lyk as volg:



Die standaard afwyking van 0.53 vir Desember lyk verdag maar met nadere ondersoek blyk dit korrek te wees. Vir Desember 1996 was die maksimum geweegde gewig vir 'n 50 kg sakkie 51.40 kg en die minimum 48.0 kg.

As na die gemiddeldes gekyk word dan was die gemiddelde vir April die naaste aan 50.30 kg naamlik 50.31 kg.

Die vraag kan gevra word: Wat bepaal die hoeveelheid sement wat wegegee of teruggehou word ?

Is dit die gemiddelde of is dit die standaard afwyking of albei ?

Kom ons neem 'n maand waar die gemiddelde baie goed was, 'n maand waar die gemiddelde hoër was as 50.3 kg en 'n maand waar die gemiddelde laer as 50.3 kg was.

	SD ( $\sigma$ )	Gemiddelde ( $\mu$ )	Prestasie
Julie	0.17	50.35	Hoë $\mu$
April	0.14	50.31	Goeie $\mu$
Desember	0.53	50.06	Laë $\mu$

### **Julie (Hoë gemiddelde)**

Die waarskynlikheid om 'n oorgewig sakkie te kon kry was:

$$P(x > 50.55) = P(z > 1.17) = 50 - 37.90 = 12.1 \%$$

Die waarskynlikheid om 'n ondergewig sakkie te kon kry was:

$$P(x < 50.15) = P(z < 1.17) = 50 - 27.90 = 12.1 \%$$

### **April (Goeie gemiddelde)**

Die waarskynlikheid om 'n oorgewig sakkie te kon kry was:

$$P(x > 50.55) = P(z > 1.71) = 50 - 45.64 = 4.36 \%$$

Die waarskynlikheid om 'n ondergewig sakkie te kon kry was:

$$P(x < 50.15) = P(z < 1.14) = 50 - 37.29 = 12.71\%$$

## Desember (Swak gemiddelde)

Die waarskynlikheid om 'n oorgewig sakkie te kon kry was:

$$P(x > 50.55) = P(z > 0.92) = 50 - 32.12 = 35.94 \%$$

Die waarskynlikheid om 'n ondergewig sakkie te kon kry was:

$$P(x < 50.15) = P(z < 0.17) = 50 - 6.75 = 43.25 \%$$

Wat verbasend is is dat die maand waar die gemiddelde feitlik op standaard was (April), is daar meer sement teruggehou as weggegee, terwyl daar in Julie net soveel sement weggegee as teruggehou is. Dit is dus duidelik dat ons vir 'n gemiddelde van 50.35 kg moet mik eerder as 50.30 kg. Die antwoord hierop lê in die limiete wat deur die SABS vereis word. Aangesien die normaalverdeling simmetries is, maar die grense deur die SABS gegee nie simmetries om 50.30 kg val nie. (250 gram onder en 150 gram bo) beteken dit dat om met die normaalkurve te werk moet ons die grense van die SABS simmetries op die normaalkurve laat lê. Om dit te doen werk ons van die boonste limiet af terug:  $50.55 - \left(\frac{50.55-50.15}{2}\right) = 50.35$  kg. Daar moet dus na 'n gemiddelde van 50.35 kg gewerk word om sodoende die hoeveelheid sement wat weggegee en teruggehou word te laat uitkanselleer.

As ons kyk na die Z fomule vir die verkryging van die waarskynlikhede:

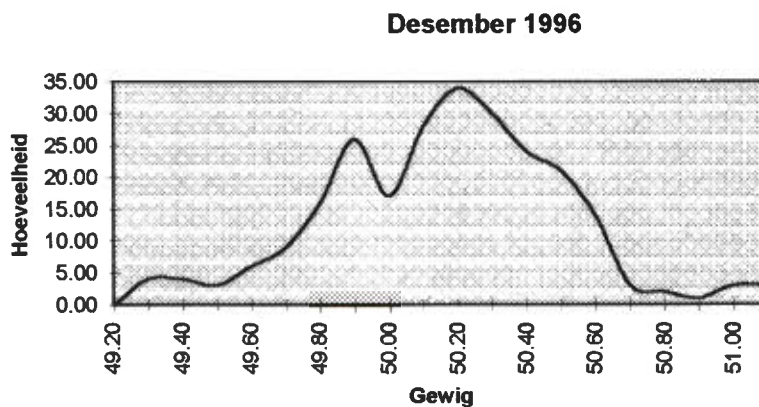
$$Z_{50.55} = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

dan sien ons dat indien  $\sigma$  laat neig na oneindig dan sal Z neig na 0 (gegee  $x - \mu \neq 0$ ) met ander woorde hoe kleiner jou standaard afwyking hoe groter is die waarskynlikheid dat die gewig van 'n sakkie naby aan die gemiddelde sal wees.

As ons  $\sigma$  laat neig na 0 dan sal Z neig na oneindig (gegee  $x - \mu \neq 0$ ), met ander woorde hoe groter jou standaard afwyking hoe groter word

die waarskynlikheid dat dat 'n sakkiegewig sal afwyk van die gemiddelde.

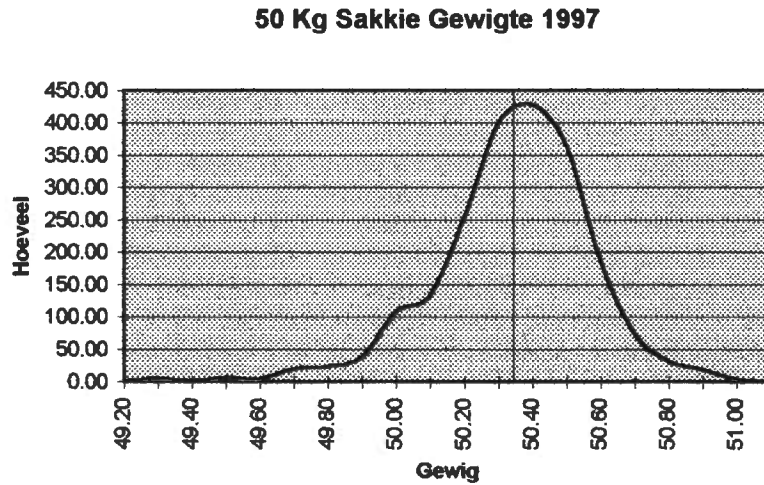
In die berekeninge is elke maand se verspreiding as perfek simmetries benader. Wat belangrik is, is dat die Maatskappy 'n beeld uitdra van konsekwente kwaliteit en dit sluit in 50.3 kg sakkie gewigte wat konsekwent  $\pm 50.3$  kg weeg met 'n oorgewig of ondergewig sakkie die uitsondering eerder as die reël.



Desember se verspreiding is nie normaal nie, dit wil amper lyk asof dit twee klokvormige kurwes is wat in mekaar vloei. Daar is 'n vermoede dat daar in Desember twee verskillende produkte op die pakker vervaardig is en as gevolg van die vloei en granulariteit eienskappe van die twee verskillende produkte daar 'n verskil was in die gemiddelde en standaard afwyking van die onderskeie produk gewigte onder dieselfde toestande. Dit kon egter nie bevestig word nie en sal in die voorstelle genoem word in hoofstuk 4.

## 5. Ontleding van sakkie gewig verspreiding van 1997.

Die normaal verdeling vir sakkie gewigte vir 1997 lyk as volg:

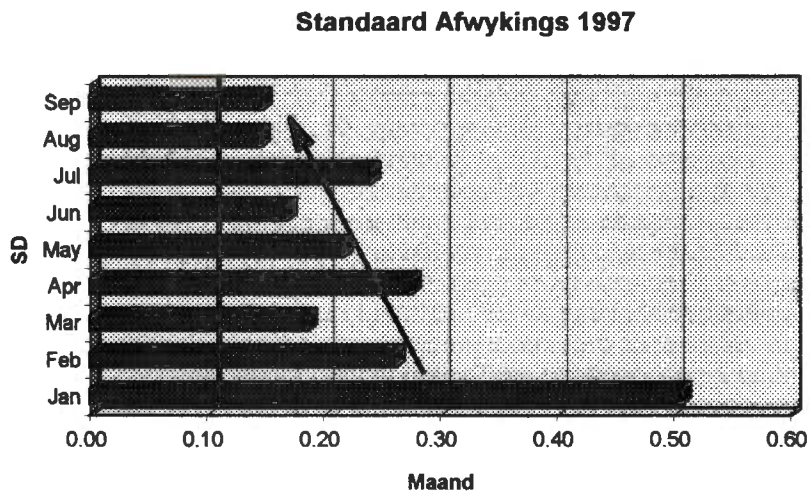
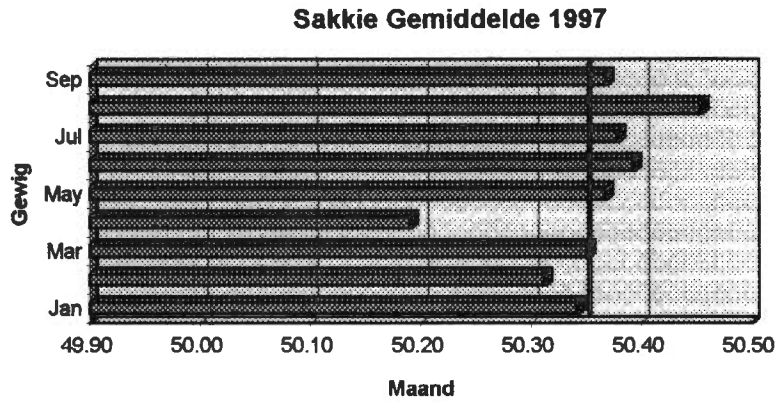


Die gemiddelde is 50.35 kg en die standaard afwyking is 0.2749.

Die feit dat die kurwe nie simmetries is nie maar by 50 kg 'n afwyking het van die normaalkurve kan verklaar word deur die menslike gedrag.

Die persoon wat die sakkies se gewigte neem sal in baie gevalle die gewig van die sakkie wat geweeg word as 50 kg benader en so neerskryf ten spyte van die feit dat dit nie werklik 50 kg weeg nie !

Die 1997 verspreiding is 'n verbetering op 1996 en daar is dus in 1997 heelwat minder sement teruggehou en weggee. Die grafieke vir die gemiddelde en standaard afwyking vir 1997 lyk as volg:



Daar kan gesien word dat die standaard afwyking vir Januarie 1997 ook ongeveer 0.5 kg was wat ooreenstem met die van Desember 1996. Die pyl dui daarop dat die algemene rigting van die maandelikse standaard afwyking afwaarts was, wat dui op beter gewigsbeheer in 1997.

## 6. Opsomming

Uit die analyses hierbo gedoen kan daar gesien word dat daar 'n aansienlike hoeveelheid sement per jaar weggegee of teruggehou kan word indien die gemiddelde van die sakkiegewigte nie effektief beheer word nie.

'n Gemiddelde onder 50.35 kg beteken dat sement teruggehou word terwyl 'n gemiddelde bo 50.35 kg beteken dat sement wegegee word. 'n Groot standaard afwyking beteken dat die kans groot is vir 'n oor- of ondergewig sakkie, terwyl 'n klein standaard afwyking beteken dat die kans nie goed is om 'n oor- of ondergewig sakkie te kry nie.

Hoewel die gemiddelde vir 1997 op mikpunt is en beter is as 1996, het die standaard afwyking versleg en die kans vir 'n oor- of ondergewig sakkie het vergroot.

## HOOFSTUK 4

# Gevolgtrekking en Voorstelle

In hierdie hoofstuk word voorstelle gemaak vir die verbetering van die gewigsbeheer in die verpakkingsaanleg. Daar word ook gekyk na die antwoorde op die verskillende navorsingsvrae.

### 1. Huidige Werkswyse

In die huidige opset word die standaard afwyking en gemiddelde nie gebruik vir enige kontrole nie, die minimum en maksimum gewig word na elke maand evalueer om te bepaal hoe suksesvol was die maand se verpakkingsgewigte.

Kalibrasie van die pakker se tuite word wel op afwykingsbasis gedoen, met ander woorde as die aparte skaal 'n afwyking van gewig toon word die spesifieke tuit gekalibreer.

Die normaalkurwe word egter nie grafies voorgestel vir evaluasie en vergelyking met vorige data nie.

### 2. Voorstelle

#### 2.1 Gewigsbeheer per produk

Daar word voorgestel dat daar aparte gewig beheer gedoen word vir die verskillende produkte wat verpak word, naamlik 50 kg OPC, 50 kg APC en 50 kg RHC, as gevolg van die verskillende vloei en granulariteit eienskappe van die onderskeie produkte. Hoewel die skale van die pakker vir 50 kg kalibreer is, is daar ander parameters soos afsluit tye van kleppe en fyn voer tyd wat verstelbaar is en wat sal varieer van produk tot produk. Vyf sekondes fyn voer op die OPC produk sal moontlik meer sement in die sak laat vloei as wat vyf

sekonde fyn voer op die APC produk sal doen. Die pakker het 'n fasiliteit waar hierdie parameters ingeprogrammeer kan word en dan elke keer net geselekteer kan word voordat die spesifieke produk verpak word. (die "Sorts" fasiliteit)

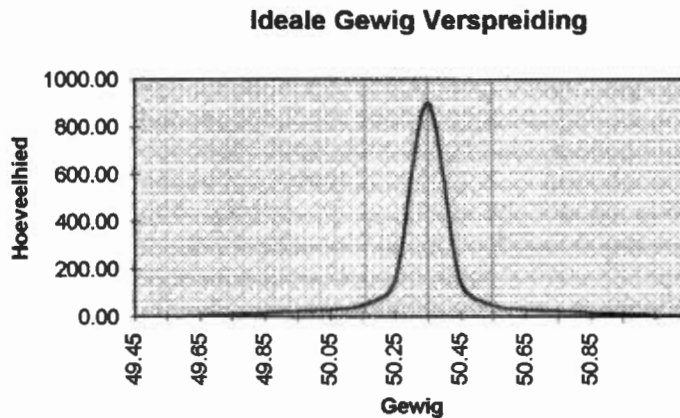
Om hierdie parameters vas te stel moet as volg te werk gegaan word:

- Maak die stoor tenk bo die pakker vol met die verlangde produk wat gepak moet word.
- Kalibreer die pakker skale vir 50 kg.
- Doen 'n verpakking op elke tuit en weeg die sakkie van elke tuit dan op 'n geykte aparte skaal - hierdie afwykings wat nou bestaan is nie as gevolg van foutiewe skale nie maar as gevolg van meganiese verstellings en tye op die oopmaak en toemaak van die kleppe vir grof en fyn voer.
- Stel die nodige parameters, die eerste keer deur die probeer en tref metode om 'n produseerde sakkie presies 50 kg op die geykte skaal te kry. Dit beteken nou dat die meganiese en program gedeelte van die pakker by die gekalibreerde pakker skaal aangepas is sodat daar in totaliteit saamgewerk kan word om 'n presies 50 kg sakkie te produseer.
- Stoor hierdie parameters in die program sodat dit elke keer opgeroep kan word wanneer die spesifieke produk geproduseer word.
- Indien meganiese verstelling nodig is moet dit ook aangeteken word sodat dit elke keer gedoen kan word voordat die spesifieke produk vervaardig word.

Dit mag wees dat die parameters en verstelling kan varieer van tuit tot tuit maar as dit eers eenmalig gedoen is, kan dit slegs op periodieke tye nagegaan en aangepas word indien nodig om vir meganiese slytasie voorsiening te maak.

## 2.2 Mikpunt Normaal Kurwe

'n Voorgestelde mikpunt normaal kurwe vir die beheer van die gewigte lyk dit as volg:



Hier is die gemiddelde ( $\mu$ ) op 50.35 kg en die standaard afwyking ( $\sigma$ ) van 0.1 dit wil sê dat 95.44 % ( $2\sigma$ ) van al die sakkie gewigte tussen 50.15 kg en 50.55 kg sal wees. Aangesien die gemiddelde vir 1997 reeds op 50.35 kg is, moet die nodige beheer toegepas word om dit daar te hou. 'n Standaard afwyking van 0.1 kg is redelik streng maar daar moet voortdurend daarna gemik word deur middel van voorstelle en veranderinge om die standaard afwyking te verbeter deur korttermyn doelwitte te stel.

Met 'n standaard afwyking van 0.1 kg en 'n gemiddelde van 50.35 kg sal die boonste en onderste limiete vir sakkie gewigte vervul word aangesien die gewig van die sakkies 95 % van die tyd binne spesifikasie sal wees.

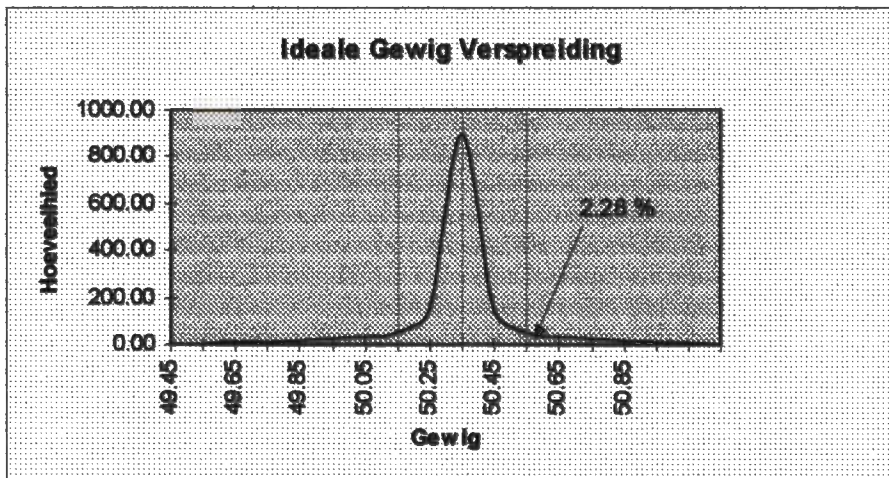
Daar moet deurgaans gepoog word om die verspreiding van elke produk se gewig so na as moontlik aan die mikpunt normaal kurwe te kry.

### 3. Bepaling van maonlike besparing met standaard afwyking en gemiddelde kontrole

Die standaard afwyking vir 1996 is 0.2114 kg, wat redelik hoog is in vergelyking met die beoogde standaard afwyking van 0.1 kg.

Daar moet voortdurend gepoog word om die mikpunt standaard afwyking te behaal, maar is dit die moeite werd ?

'n Standaard afwyking van 0.1 kg op 'n gemiddelde van 50.35 kg beteken dat daar slegs 2.28 % oorgewig en ondergewig sakkies sal wees.



Wat die geval sal wees met 'n gemiddelde van 50.35 kg is dat die hoeveelheid oorgewig en onder gewig sakkies min of meer dieselfde sal wees en daar dus in totaliteit feitlik geen sement weggee word nie.

$$P(x < 50.15) = 2.28 \%$$

$$P(x > 50.55) = 2.28 \%$$

Alhoewel 'n standaard afwyking binne die bepaling belangrik is is dit net so belangrik om die gemiddelde van die totale hoeveelheid sakkies so na aan 50.35 kg te hou as maontlik.

Aangesien die gewigte met die normaal verspreiding benader kan word, beteken dit dat die hoeveelheid oorgewig en ondergewig sakkies mekaar sal uitkanselleer.

#### 4. Gevolgtrekkings uit berekenings

Uit bogenoemde berekeninge kom die volgende na vore:

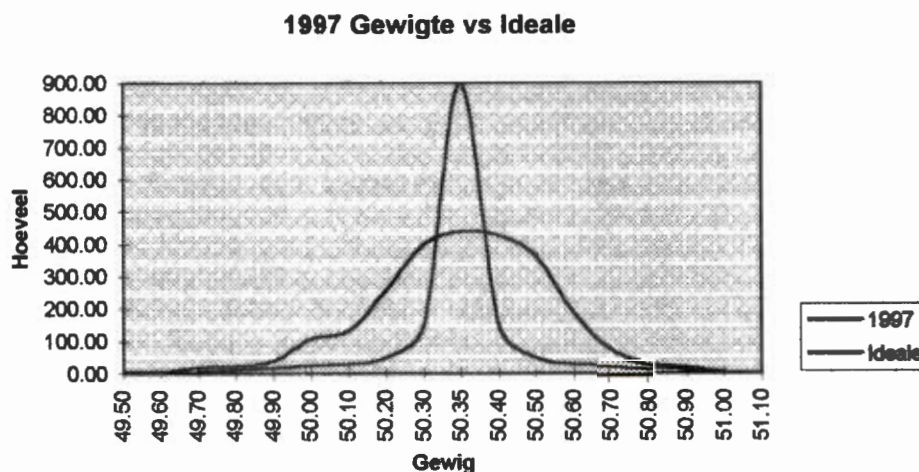
- Dit is nie goed genoeg om slegs die pakker te kalibreer nie, die parameters en meganiese verstellings op die tuite van die pakker moet die kalibreerde skaal komplementeer om presies 50 kg gewigte te vervaardig.
- Die gemiddelde van die sakkie gewigte is die bepalende faktor oor die hoeveelheid sement wat oor 'n lang tydperk verloor of gewen word.
- Die standaard afwyking van die sakkie gewigte is belangrik aangesien 'n groot standaard afwyking die waarskynlikheid vir 'n oorgewig of ondergewig sakkie vergroot.
- Uit die Maatskappy se oogpunt is dit belangrik om die gemiddelde so na as moontlik aan 50.35 kg te hou vir verlies doeleindes en om die standaard afwyking so klein as moontlik te hou vir kwaliteit doeleindes.
- Uit die kliënt se oogpunt is 'n lae standaard afwyking van groot belang want dit beteken dat daar min ondergewig sakkies sal voorkom. (Dit is as die gemiddelde op 50.35 kg lê.) Die kliënt sal natuurlik tevrede wees as die gemiddelde hoër lê as 50.35 kg want dit sal sy kans vergroot om 'n sakkie te kry wat bo 50.35 kg weeg.
- Daar moet deurentyd gepoog word om 'n balans te handhaaf tussen die twee faktore naamlik standaard afwyking en gemiddelde sodat die maatskappy sowel as die kliënt tevrede sal wees - 'n wen - wen situasie.
- Deur die gemiddelde en standaard afwyking te beheer kan die druk op die sementmeulens verlig word om te produseer en meer tyd is beskikbaar vir onderhoud en beplanning.

**5. Aksiëplanne vir die beheer van die standaard afwyking en gemiddelde**

1. *Nagaan van pakker gewigte* - voor elke skof moet die pakker gewigte met behulp van 'n geykte 50 kg gewig nagegaan word en afwykings moet reggestel word.
2. *Regstelling van Pakker parameters* - Die produseerde sakkies op die pakker moet op 'n geykte aparte skaal geweeg word om parameter en meganiese verstellings te identifiseer.
3. *Weeg van sakkies tydens skof* - Tydens elke skof moet daar, anders as tans, van elke tuit van die pakker drie keer deur die loop van die skof 'n sakkie geweeg word op die geykte skaal en die gewig noteer word. Afwykings moet ook hier met die spesifieke tuit van die pakker vergelyk word en reggestel word indien nodig. Hierdie weeg van sakkies moet so na as moontlik aan die pakker self plaasvind om verlies aan sement uit die sakkie a.g.v. beweging tydens vervoer op die vervoerband te minimiseer. Hierdie prosedure kan plaasvind solank as wat die elektroniese data koppeling nie in werking is nie.
4. *Meganiese aanpassings tydens skof* - Indien 'n sakkie gewig op die aparte skaal verkeerd is, maar die pakker se skaal by verdere ondersoek is nie uit kalibrasie nie, dan beteken dit dat daar meganies iets verkeerds gegaan het wat reggestel kan word soos byvoorbeeld die saalhoogte of die sluiting van die kleppe.
5. *Elektroniese data koppeling* - Daar bestaan 'n fasiliteit op die pakker waarby die gewigte van die sakkies wat produseer word elektronies na 'n databasis gestuur word vir verdere analise. Hierdie koppeling is egter tans nog nie in werking nie maar daar moet gepoog word om dit in werking te stel en 'n kontrole stelsel aangaande die gemiddelde en standaard afwyking van die sakkies elektronies op te stel.
6. *Opbou van 'n databasis* - Indien die data koppeling suksesvol is moet daar gepoog word om 'n databasis vir elke tuit op te bou in terme van

gewigsverspreiding en meganiese afwykings. Hiermee sal sowel kort as langtermyn afwykings geïdentifiseer kan word.

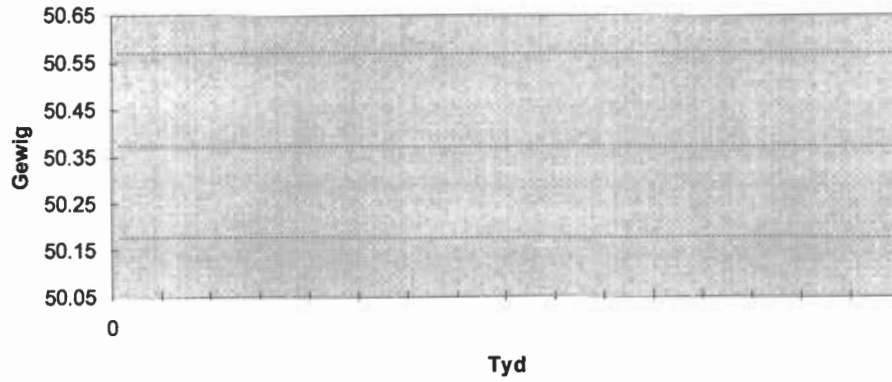
7. *Oorhoofse kontrole stelsel en vooruitskatting* - Dit is belangrik dat 'n gewig verspreiding op 'n vaste frekwensie, verkieslik per skof, getrek word om dit te vergelyk met die mikpunt kurwe. Op die manier kan daar voortdurend kontrole gehou word oor die werklike standaard afwyking en  $\mu$  teenoor die verwagte. 'n Vooruitskatting aangaande die standaard afwyking en  $\mu$  kan ook gedoen word sodat daar proaktief opgetree kan word. Daar moet 'n byvoegsel gemaak word by die huidige rekenaar spreiblad waarop die gewigte ingesleutel word sodat die normaalkurwe per maand en totaal per jaar sowel as die standaard afwyking en gemiddelde grafiek vertoon word vir evaluasie deur die bestuurder van die verpakkingsaanleg vir kontrole. 'n Eenvoudige regressie kurwe sal getrek word om 'n gemiddelde en standaard afwyking vooruitskatting te maak vir proaktiewe optrede. Uit onderstaande grafiek kan gesien word dat daar 'n verbetering moontlik is betreffende die standaard afwyking van 1997.



'n Voorgestelde data vorm word in die Bylaag getoon en moet per skof ingevul word en die data in 'n spreiblad ingetik (Totdat dit elektronies gedoen kan word). Hierdie data word dan op die onderstaande kontrolekaart (een per tuit) ingevul en gebruik om kontrole oor die

spesifieke tuit te hou. Buitengewone variasies in die tuit gewig van meting tot meting en neigings na die limiete moet dadelike aandag en regstelling kry.

**2 Sigma Proses Kontrole Kaart**



## 6. Antwoorde op Navorsingsvrae

### **Wat is waarskynlikheidsleer en hoe kan benadering tot die normaalkurve besluitneming vergemaklik ?**

Soos in die literatuur gesien is, is die normaalverdeling 'n statistiese verskynsel wat baie voordele ten opsigte van besluitneming kan bied aan die gebruiker daarvan. Waarskynlikhede gekoppel aan hierdie verdeling kan optrede vir onderhoud, vervanging en kwaliteit verbetering regverdig.

Wat belangrik is hier is dat die data wat analiseer moet word eers die normaal toets moet slaag alvorens die analise verteenwoordigend is.

### **Kan die bestuurder waarskynlikheid toepas op sy dag tot dag besluite ?**

Die antwoord hierop is nee, maar as daar 'n waarskynlikheidswaarde aan 'n uitkoms gegee kan word en die probleem goed geanaliseer word, kan waarskynlikheid wel toegepas word. Die kompleksiteit van die opstelling van die waarskynlikhede om uiteindelik die besluit te neem en die moeite wat daarmee gepaard gaan maak dit net nie 'n algemene toegepaste besluitneming middel nie.

### **Wat is die voordele van statisties baseerde besluite?**

Gesien in die lig van waarskynlikheid en die normaalverdeling is die voordeel van besluitneming deur hierdie middels dat dit die probleem sodanig aanspreek en analiseer dat die inligting verkry uit die analise die beste en swakste moontlike opsies sal uitlig. Die neem van die besluit is egter nog altyd die bestuurder se verantwoordelikheid. Verder is dit moontlik om redelike suksesvolle besluite te neem ten spyte van beperkte inligting wat beskikbaar is. Daar is egter talle statistiese besluitnemingshulpmiddels beskikbaar en die normaalverdeling is maar een van hulle.

**Wat is die gevolgtrekking aangaande die bruikbaarheid, betroubaarheid en toekoms van waarskynlikheid gebaseerde besluitneming ?**

Statisties gebaseerde besluitneming het homself al oor en oor bewys ten opsigte van betroubaarheid. Wat bruikbaarheid betref is dit soos reeds gestel 'n redelike komplekse middel tot besluitneming en, hoewel daar heelwat toepassings is, is dit nie maklik toepasbaar op elkeen se dag tot dag besluite nie. Die toekoms van waarskynlikheid baseerde besluitneming lyk baie goed veral in die veld van kunsmatige intelligensie en neurale netwerke.

**Is die kontrole wat uitgeoefen word deur middel van die normaalkurve prakties en akkuraat ?**

Ja, operasionele (proses) beheer wat gegrond is op die analyses deur die normaal verspreiding van 'n uitkoms word algemeen in die praktyk gebruik en die praktikaliteit daarvan word selfs in hierdie gevallestudie gesien. Akkuraatheid van kontrole kan gewaarborg word mits die data soos reeds genoem wel die normaal toets slaag.

**Kan die sakkiegewig verspreiding met die normaalkurve benader word ?**

Ja, soos gesien in hoofstuk 3 het die sakkie gewigte die normaaltoets geslaag en benadering deur die normaalkurve kon gebruik word.

**Kan die kontrole proses kottermyn sowel as langtermyn probleme of moontlike probleme identifiseer ?**

Ja, tydens die neem van gewigte by die pakker het daar 'n skielike verandering gekom in die gewig van 'n spesifieke tuit. By nadere ondersoek het dit geblyk dat die sakkies wat op 'n vervoerband afgelaai word te naby aan die tuit afval, aan die saal van die pakker hak en dan 'n meganiese verstelling veroorsaak wat die gewigte van die opvolgende sakkies beïnvloed. Langtermyn probleme behoort met

die databasis vir elke tuit geïdentifiseer te kan word, maar dit moet nog bevestig word.

## 7. Slot

In hierdie toegepaste skripsie word daar in hoofstuk 1 'n uiteensetting gegee van wat gedoen gaan word, bronne wat geraadpleeg gaan word en vrae wat beantwoord moet word. Hoofstuk 2 bevat 'n literatuurstudie aangaande waarskynlikheidsleer met die klem op die normaalverdeling, ook is daar 'n inleiding tot die besluitnemingsteorie asook operasionele kontrole. Hoofstuk 3 word gewy aan die analise van van sakkie gewigte in die verpakkings aanleg. Die normaaltoets word gedoen, data word geanaliseer en die redes vir verliese en besparings word getoon. Die gemiddelde en standaard afwyking vir 1996 en 1997 word bepaal en vergelyk met die ideale gemiddelde van 50.35 kg en standaard afwyking van 0.1 kg. Daarna word gevolgtrekkings gemaak in hoofstuk 4 en voorstelle gegee vir die verbetering van die gewigsbeheer in die verpakkingsaanleg.

Deur streng kontrole te hou oor die gewigte van die sement pakker kan daar baie produksie druk op die sementmeulens verlig word. Die beheer van die gemiddelde en standaard afwyking van die gewigte sal die hoeveelheid sement wat per jaar weggegee of teruggehou word laat afneem en 'n dus kwaliteit in die mark weerspieël. Dit is belangrik dat die beheer van kwaliteit deel moet word van elke werker se dag tot dag denkwyse, sodat die beheer van sakkie gewigte tesame met ander aspekte soos spillingsbeheer die verpakkingsaanleg 'n mededingende voordeel in die mark kan gee.

## **Bibliografie**

- 1. Berger J.O, 1984, Statistical Decision Theory: Foundations, Concepts and Methods.**
- 2. Chase R.B., 1995, Aquilano R.J, Production and Operation Management.**
- 3. Cherish A, March 1995, Lena A, Bagging and Bag dispatch installations.**
- 4. Dyckman T.R, Smidt S, McAdams A.K , 1969 Management decision making under uncertainty.**
- 5. Freund, Williams, Perles, 1964, Elementary Business Statistics.**
- 6. Hamburg M, 1977, Statistical analysis for decision making.**
- 7. Kotzé J.G.,1997, Implementering van Strategie.**
- 8. Lapin L.L., 1975, Quantitative methods for Business Decisions.**
- 9. Lind en Mason, 1994, Basic Statistics for Business and Economics.**
- 10.Lindley D.V, 1985, Making Decisions.**
- 11.Lorenzato A.G., February 1997, Developments in Packing and Bag Loading Systems for the Cement Industry, FLS Seminar.**
- 12.Mosler K. en Scarsini M., 1991, Stochastic Orders and Decision under Risk.**
- 13.Probability, Decision Theory and Knowledge-based Planning, <http://www.site.gmu.edu/~plehner/lectures/lect9/h.htm>.**
- 14.Redelighuis, Julyan, Steyn en Benade, 1991, Kwantitatiewe Metodes vir Bestuursbesluitneming.**
- 15.Robinson E.A., Statistical reasoning and Decision making.**
- 16.Sauter G., August 1984, Operating experience with an eight spout rotary packer in a cement works in Southern Germany, Journal for the Cement , Lime and Gypsum Industries, page 174.**
- 17.Schäfer G., Remmert J., August 1983, Machineries and Systems for higher productivity in cement packing areas, Journal for the Cement , Lime and Gypsum Industries, page 189.**

- 18.** Shapiro S.S., 1990, How to test normality and other distributional assumptions.
- 19.** Stapleford R.G, 1992, The application of statistical process control to plant performance.
- 20.** Steyn, Smit, Du Toit, 1987, Moderne Statistiek vir die Praktiek.
- 21.** Stremler F.G., 1982, Introduction to Communication Systems.
- 22.** White D.J, 1969, Decision Theory.
- 23.** Winter A, August 1983, Operating experience with a fully automatic turbo-packer, Journal for the Cement , Lime and Gypsum Industries, page 193.

# Bylaag

### Pakker 1

	Skof	Datum	Gewig 1	Gewig 2	Gewig 3	Produksie	Opmerkings Tipe Produk
Tuit 1							
Tuit 2							
Tuit 3							
Tuit 4							
Tuit 5							
Tuit 6							
Tuit 7							
Tuit 8							

'n Voorgestelde Kaart wat per skof voltooi moet word vir die prosesbeheer.

## Normaal toets 1 Data

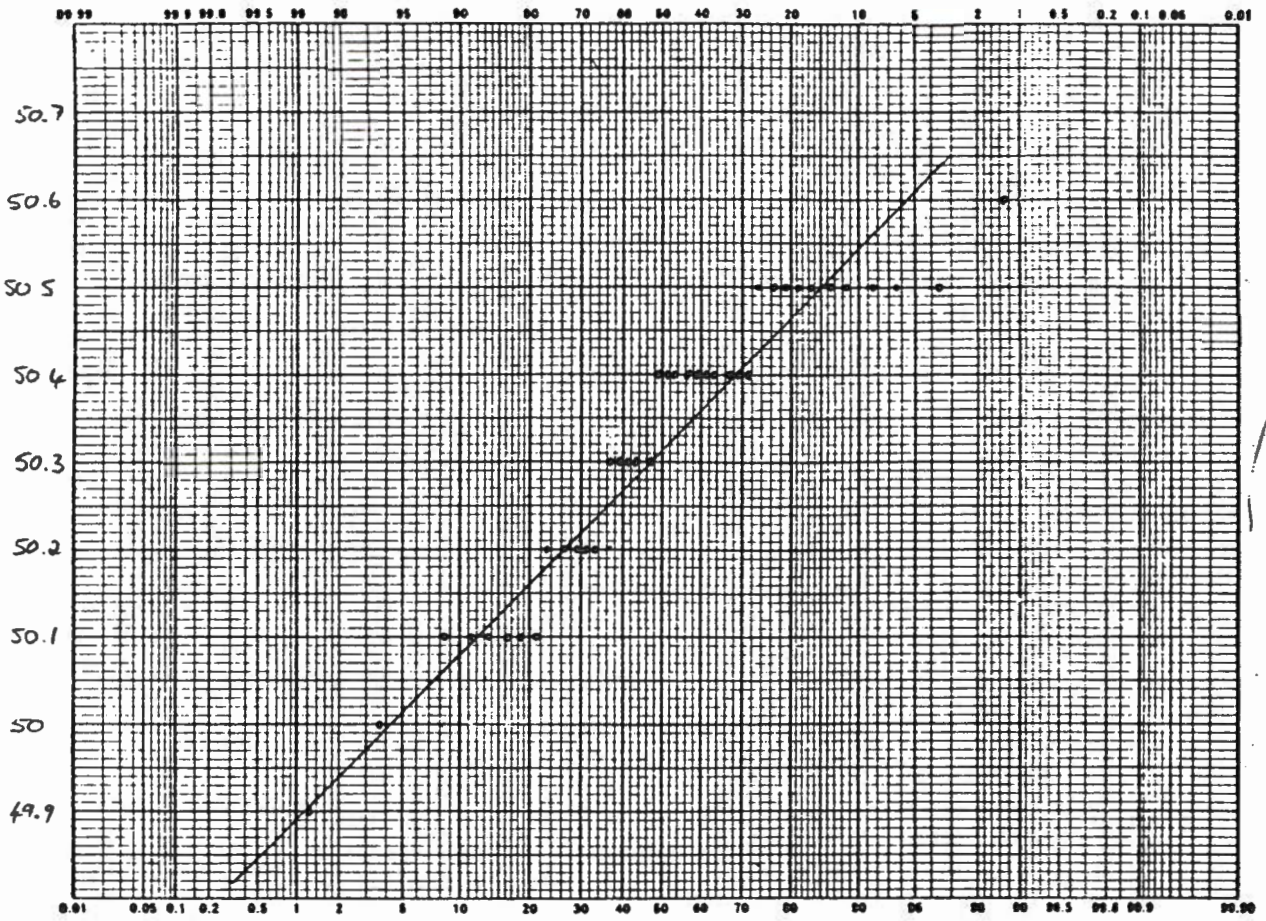
<b>Gewig</b>	<b>Pi</b>
49.90	1.250
50.00	3.750
50.10	6.250
50.10	8.750
50.10	11.250
50.10	13.750
50.10	16.250
50.10	18.750
50.10	21.250
50.20	23.750
50.20	26.250
50.20	28.750
50.20	31.250
50.20	33.750
50.30	36.250
50.30	38.750
50.30	41.250
50.30	43.750
50.30	46.250
50.40	48.750
50.40	51.250
50.40	53.750
50.40	56.250
50.40	58.750
50.40	61.250
50.40	63.750
50.40	66.250
50.40	68.750
50.40	71.250
50.50	73.750
50.50	76.250
50.50	78.750
50.50	81.250
50.50	83.750
50.50	86.250
50.50	88.750
50.50	91.250
50.50	93.750
50.50	96.250
50.60	98.750

# Sample Sheets of Probability Papers

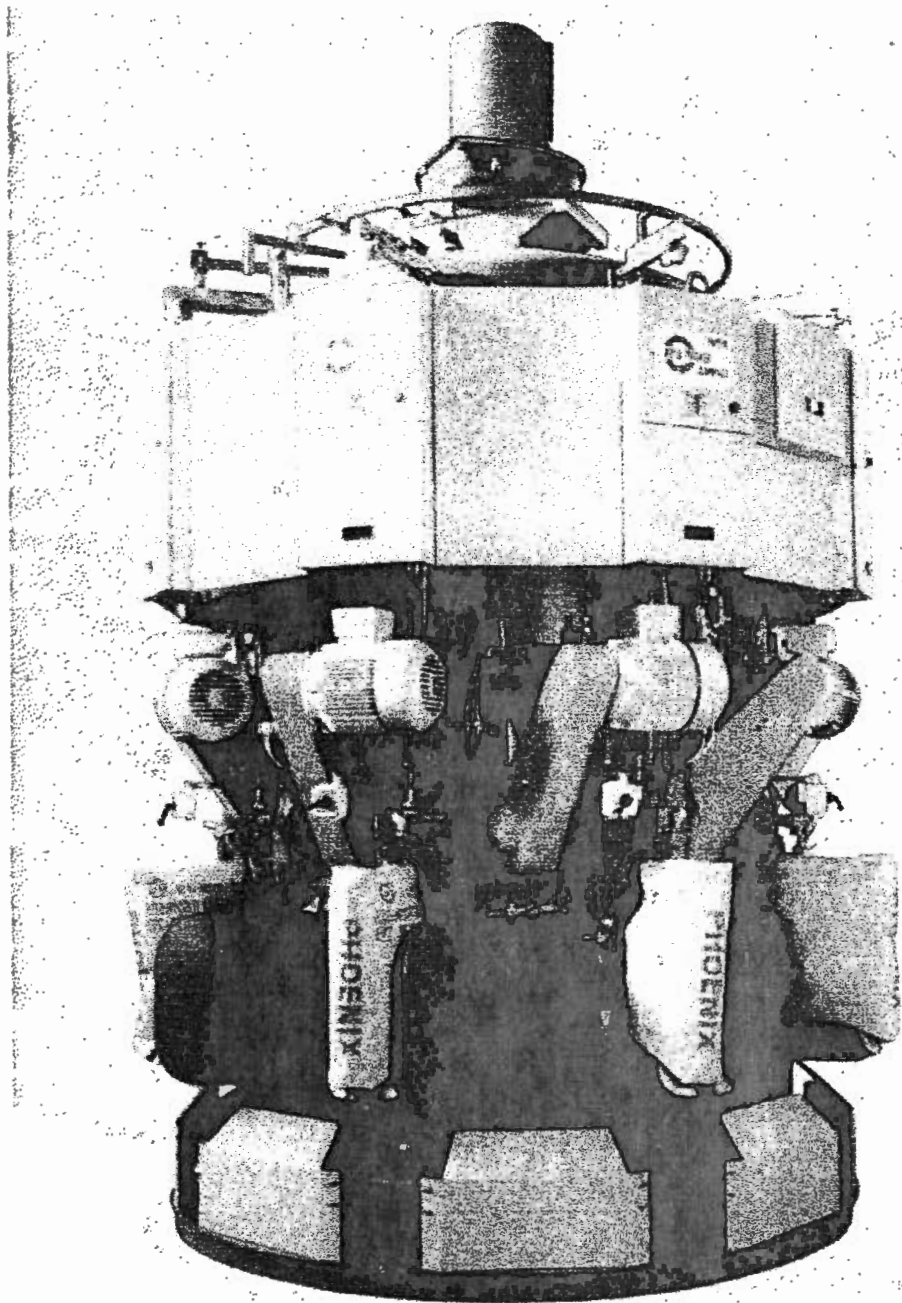
NO. 3127. ARITHMETIC PROBABILITY. DESIGNED BY NASEN, SHUFFLE & FULLER.



CORSI BOOK COMPANY, INC. WOODBRIDGE, MASSACHUSETTS



NORMALITY TEST 1



'n Agt Tuit Sement Verpakker met 'n verpakkingskapasiteit van 2400 sakkies per uur.