

**DIE VERSOENBAARHEID VAN KATOEN/NYLON-  
EN KATOEN/POLIËSTER- SKERINGGEBREIDE  
TERRIESTOFHANDDOEKE MET INDUSTRIËLE  
VERSORGINGSPROSEDURES**

deur

**RIËTTE DE BRUIN**



Tesis ingelewer ter gedeeltelike vervulling van die vereistes vir die graad Magister in  
Verbruikerswetenskap aan die Universiteit van Stellenbosch

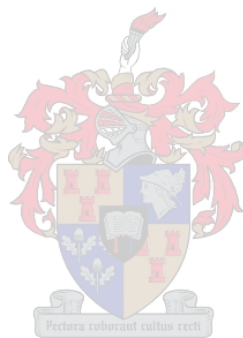
**STUDIELEIERS: ME A. GERICKE EN ME L. VILJOEN**

**APRIL 2005**

Ek, die ondergetekende verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is wat nog nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander Universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê is nie.

---

Handtekening



---

Datum

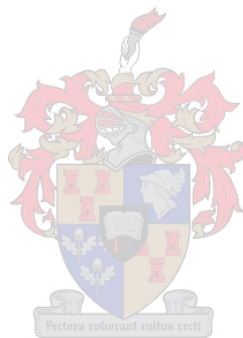
## Opsomming

Die doel van die studie was om ondersoek in te stel na die versoenbaarheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofhanddoeke met industriële versorgingsprosedures. In die literatuuroorsig is daar enersyds gefokus op die vervaardiging, afwerking en struktuur van skeringgebreide terriehanddoekstowwe asook op die fisiese struktuur, chemiese aard en eienskappe van die tekstielvesels waarvan die handdoeke vervaardig is. Andersyds is 'n volledige uiteensetting van industriële versorgingsprosedures gegee, met spesifieke verwysing na aspekte wat tydens die was- en tuimeldrogingsiklusse 'n uitwerking op die handdoekstowwe kan hê.

Hoofstukke drie en vier is opgeskryf as twee navorsingsprojekte wat elk 'n geheel vorm. Die doel van die eerste projek was om die effek van industriële versorgingsprosedures op die duursaamheid van katoen skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur te bepaal. Die breeksterkte van katoen skeringgebreide terriestofmonsters met 'n sintetiese basisstruktuur is in die skering- en inslagrigtings tydens en na afloop van 10, 20, 30, 40, en 50 was- asook was- en tuimeldrogingsiklusse bepaal. Die breeksterktes in die skeringrigting van die gewaste terriestofmonsters het betekenisvol afgeneem ( $p < 0.001$ ) na 50 wassiklusse. In teenstelling hiermee het die breeksterktes in die inslagrigting toegeneem, hoewel nie betekenisvol nie ( $p > 0.05$ ). Wat die vergelyking van die effek van industriële was- en was en tuimeldrogingsiklusse betref, is die breeksterktes in die skeringrigting van die handdoekmonsters wat gewas en gewas/getuimeldroog is, beduidend laer ( $p < 0.001$ ) na 20 en na 50 versorgingsiklusse. Wat die breeksterktes in die inslagrigting betref het 'n soortgelyke patroon by die was- en was/tuimeldrogingsprosesse voorgekom. Die breeksterktes neem aanvanklik toe en daarna geleidelik af. Verder het die tuimeldrogingsproses na 40 versorgingsiklusse ( $p = 0.043$ ) en veral na 50 versorgingsiklusse ( $p < 0.0001$ ) 'n groter skadelike effek getoon.

Die doel van die tweede navorsingsprojek was om die duursaamheid van katoen skeringgebreide terriestowwe met 'n nylon basisstruktuur te vergelyk met katoen skeringgebreide terriestowwe met 'n poliëster basisstruktuur nadat dit aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is. Daar is eerstens vasgestel of katoen/nylon en katoen/poliëster terriehanddoekstowwe vergelykbaar is. Tweedens is die duursaamheid van katoen/nylon en katoen/poliëster terriestowwe vergelyk deur die breeksterktes van die monsters in die skeringrigting te bepaal nadat dit aan 50 industriële was- asook was- en tuimeldrogingsiklusse blootgestel is. Die twee groepe onbehandelde monsters is as soortgelyk beskou op grond van die persentasie veselsamestelling, breistofstruktuur, breidigheid, massa en breeksterkte. Na 50 industriële wassiklusse het die breeksterktes van die katoen/nylon en katoen/poliëster skeringgebreide terriestofmonsters betekenisvol ( $p < 0.05$ ) afgeneem. Daar was egter nie 'n betekenisvolle verskil ( $p > 0.05$ ) tussen die breeksterktes van die

katoen/nylon en katoen/poliëster terriestofmonsters na 50 wassiklusse nie. Daar was 'n hoogs betekenisvolle verskil ( $p < 0.001$ ) tussen die breeksterktes van die katoen/nylon en katoen/poliëster terriestofmonsters na die 50 was/tuimeldrogingsiklusse. Die breeksterkte van die katoen/poliëster terriestofmonsters het na die 50 was/tuimeldrogingsiklusse feitlik onveranderd gebly terwyl die breeksterkte van die katoen/nylon terriestofmonsters hoogs betekenisvol ( $p < 0.001$ ) afgeneem het.



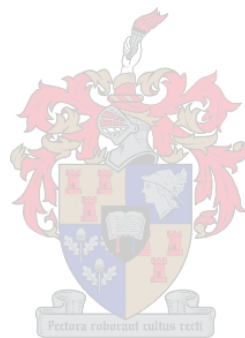
## SUMMARY

The aim of the study was to investigate the compatibility of cotton/nylon and cotton/polyester warp-knit terry towelling fabrics with industrial laundering procedures. The literature review focused, on the one hand, on the manufacture, finishing and structure of warp-knit terry towelling fabrics as well as on the physical structure, chemical nature and characteristics of the textile fibres used in the manufacturing of the towelling. On the other hand, a full exposition of the industrial laundering processes is provided, with specific reference to aspects that can have an effect on the towelling fabrics during the wash and tumble-drying cycles.

Chapters Three and Four are reports on two research projects that can each be read independently. The aim of the first project was to determine the effect of industrial laundering procedures on the durability of cotton warp-knit terry towelling fabrics with a synthetic base structure. The tensile strength of cotton warp-knit terry towelling samples with a synthetic base structure was determined in the warp and weft directions and after 10, 20, 30, 40, and 50 wash cycles as well as wash and tumble-drying cycles. The tensile strengths in the warp direction of the washed terry towelling samples decreased significantly ( $p < 0.001$ ) after 50 wash cycles. In contrast to this, the tensile strength in the weft direction increased, although not significantly ( $p > 0.05$ ). As far as the comparison of the effect of industrial wash and wash and tumble-drying cycles is concerned, the tensile strengths in the warp direction of the towelling samples that were washed and washed/tumble-dried, were significantly lower ( $p < 0.001$ ) after 20 and after 50 laundering cycles. As far as the tensile strengths in the weft direction were concerned, a similar pattern as with the wash and wash/tumble-drying processes, occurred. The tensile strengths initially increased and then gradually decreased. Furthermore, the tumble-drying process had greater damaging effects after 40 laundering cycles ( $p = 0.043$ ) and especially after 50 laundering cycles ( $p < 0.0001$ ).

The aim of the second research project was to compare the durability of cotton warp-knit terry towelling fabrics with a nylon base structure with cotton warp-knit terry towelling fabrics with a polyester base structure after they had been subjected to industrial laundering processes. It was first established whether cotton/nylon and cotton/polyester warp-knit terry towelling fabrics are comparable. Secondly, the durability of cotton/nylon and cotton/polyester terry towelling fabrics was compared by determining the tensile strengths of the samples in the warp direction after they have been subjected to 50 industrial wash as well as wash and tumble-drying cycles. The two groups of untreated samples were regarded as similar on the basis of the percentage of fibre composition, knit fabric structure, knit density, mass and tensile strength. After 50 industrial wash cycles the tensile strengths of the cotton/nylon and cotton/polyester warp-knit terry towelling samples decreased significantly ( $p < 0.05$ ). But there was no significant difference ( $p > 0.05$ ).

between the tensile strengths of the cotton/nylon and the cotton/polyester terry towelling samples after 50 washing cycles. There was a highly significant difference ( $p < 0.001$ ) between the tensile strengths of the cotton/nylon and the cotton/polyester terry towelling samples after 50 wash and tumble-drying cycles. The tensile strength of the cotton/polyester terry towelling samples remained practically unchanged after the 50 wash/tumble-drying cycles, with the tensile strength of the cotton/nylon terry towelling samples decreased significantly ( $p < 0.001$ ).



## **BEDANKINGS**

Opregte dank en waardering aan die volgende persone wat met hulle onderskeie bydraes en ondersteuning die uitvoering van hierdie verhandeling moontlik gemaak het:

Me. A. Gericke en Me. L. Viljoen, my studieleiers – vir hul professionele bystand en deeglike leiding;

Prof. D.G. Nel (Sentrum vir Statistiese Konsultasie) – vir die verwerking van data en statistiek;

Me. W.P. Klinger – vir taalversorging;

Dr. E. Hees – vir vertaling;

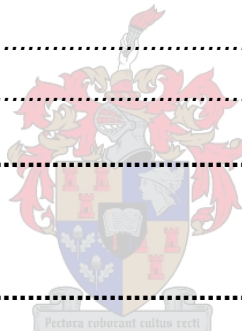
Boston Launderers and First Garment Rental waar die industriële versorging van die toetsmonsters uitgevoer is;

My familie en vriende – vir deurgaanse ondersteuning en motivering.



# INHOUDSOPGAWE

LYS VAN TABELLE.....	I
LYS VAN FIGURE.....	III
<b>HOOFSTUK 1.....</b>	<b>1</b>
<b>INLEIDENDE PERSPEKTIEWE.....</b>	<b>1</b>
1. INLEIDING .....	1
2. PROBLEEMSTELLING EN DOEL .....	5
3. KONSEPTUELE RAAMWERK .....	6
4. OPERASIONELE DEFINISIES .....	7
4.1. Duursaamheid.....	7
4.2. Skeringgebreide terriehanddoekstof .....	7
4.3. Industriële versorgingsprosedure.....	7
4.4. Mengselstof (“mixture”) .....	7
4.5. Mengelstof (“blend”).....	8
<b>VERWYSINGSLYS.....</b>	<b>9</b>
<b>HOOFSTUK 2.....</b>	<b>11</b>
<b>LITERATUUROORSIG.....</b>	<b>11</b>
1. INLEIDING .....	11
2. SKERINGGEBREIDE TERRIESTOWWE .....	13
2.1. Struktuur van skeringgebreide terriestowwe.....	14
2.2. Afwerkingsprosesse wat die werkverrigting en duursaamheid kan beïnvloed.....	16
3. KATOEN.....	20
3.1. Fisiese struktuur.....	20
3.2. Chemiese aard.....	20
3.3. Eienskappe van belang by gebruik en versorging .....	21
3.3.1. Duursaamheid .....	21
3.3.2. Absorbeervermoë .....	22
3.3.3. Dimensionele stabiliteit.....	23
3.3.4. Effek van temperatuur .....	23
3.4. Geskikte versorgingsprosedures.....	23





4.	NYLON.....	25
4.1.	<i>Fisiese struktuur</i> .....	25
4.2.	<i>Chemiese aard</i> .....	25
4.3.	<i>Eienskappe van belang by gebruik en versorging</i> .....	26
4.3.1.	Duursaamheid .....	26
4.3.2.	Absorbeervermoë .....	27
4.3.3.	Dimensionele stabiliteit.....	27
4.3.4.	Effek van temperatuur .....	27
4.4.	<i>Geskikte versorgingsprosedures</i> .....	27
5.	POLIËSTER .....	28
5.1.	<i>Fisiese struktuur</i> .....	28
5.2.	<i>Chemiese aard</i> .....	28
5.3.	<i>Eienskappe van belang by gebruik en versorging</i> .....	29
5.3.1.	Duursaamheid .....	29
5.3.2.	Absorbeervermoë .....	29
5.3.3.	Dimensionele stabiliteit.....	29
5.3.4.	Effek van temperatuur .....	30
5.4.	<i>Geskikte versorgingsprosedures</i> .....	30
6.	STANDAARD INDUSTRIËLE VERSORGINGSPROSEDURES .....	30
6.1.	<i>Wassiklus</i> .....	31
6.1.1.	Wasprosedures .....	31
6.1.2.	Wasapparaat .....	32
6.1.3.	Faktore wat 'n rol speel in die wasproses.....	33
6.2.	<i>Tuimeldrogingsiklus</i> .....	43
6.2.1.	Tuimeldrogingsprosedures .....	43
6.2.2.	Tuimeldrogingsapparaat.....	43
6.2.3.	Faktore wat 'n rol speel in die tuimeldrogingsiklus .....	44
7.	SLOT .....	45

**HOOFSTUK 3..... 52**

**DIE INVLOED VAN INDUSTRIËLE VERSORGINGSPROSEDURES OP DIE DUURSAAMHEID VAN KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFHANDDOEKE MET 'N BASISSTRUKTUUR VAN SINTETIESE VESELS ..... 52**

1.	INLEIDING .....	52
2.	DOELSTELLING.....	60
3.	NAVORSINGSPROSEDURE.....	60
4.	BESKRYWING VAN DIE TOETSMONSTERS .....	64

5. DATA-ANALISE .....	65
6. RESULTATE EN BESPREKING .....	65
6.1. <i>Effek van industriële was en tuimeldroging op katoen- skeringgebrede terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur</i> .....	65
6.2. <i>Verandering in breeksterkte deur die loop van die was- en was/tuimeldroging-siklusse van skeringgebrede terriestofhanddoeke</i> .....	68
6.3. <i>Vergelyking van die effek van industriële was- en was/tuimeldrogingsiklusse op skeringgebrede terriestofhanddoeke</i> .....	76
7. GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS .....	79
<b>VERWYSINGSLYS</b> .....	<b>82</b>

<b>HOOFSTUK 4</b> .....	<b>85</b>
-------------------------	-----------

<b>'N VERGELYKING VAN KATOEN/NYLON- EN KATOEN/POLIËSTER- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFHANDDOEKE WAT AAN INDUSTRIËLE VERSORINGSPROSEDURES BLOOTGESTEL IS</b> .....	<b>85</b>
--	-----------

ABSTRACT .....	85
1. INLEIDING .....	85
2. DOELSTELLING.....	92
3. NAVORSINGSOPSET .....	92
3.1. <i>Tekstieltoetsmetodes</i> .....	94
3.2. <i>Data-analise</i> .....	96
4. RESULTATE EN BESPREKING.....	96
4.1. <i>Beskrywing van toetsmonsters</i> .....	97
4.2. <i>Duursaamheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebrede terriestofmonsters na industriële was en was/tuimeldroging</i> .....	98
5. GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS .....	101

<b>VERWYSINGSLYS</b> .....	<b>103</b>
----------------------------	------------

#### **ADDENDUM A:**

DIMENSIONELE STABILITEIT: VERANDERINGE AANGEBRING AAN BREEKSTERKTE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS

## LYS VAN TABELLE

Tabel 3.1:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE, GEWASTE EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE TERRIESTOFMONSTERS .....	66
Tabel 3.2:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAG-RIGTING VAN ONGEWASTE, GEWASTE EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE TERRIESTOFMONSTERS .....	67
Tabel 3.3:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES (IN NEWTON) IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE VERSORGINGSIKLUSSE (WAS EN WAS/TUIMEL-DROGING) BLOOTGESTEL IS.....	69
Tabel 3.4:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIE-STOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	70
Tabel 3.5:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	71
Tabel 3.6:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES (IN NEWTON) IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE VERSORGING-SIKLUSSE (WAS EN WAS/TUIMELDROGING) BLOOTGESTEL IS.....	72
Tabel 3.7:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAG-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	73

Tabel 3.8:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAG-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	74
Tabel 3.9:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40, 50 INDUSTRIËLE WAS- ASOOK WAS/TUIMELDROGING-SIKLUSSE BLOOTGESTEL IS .....	77
Tabel 3.10:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAG-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOF-MONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40, 50 INDUSTRIËLE WAS- ASOOK WAS/TUIMELDROGING-SIKLUSSE BLOOTGESTEL IS .....	79
Tabel 4.1:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN ONBEHANDELDE TERRIESTOFMONSTERS.....	98
Tabel 4.2:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN TERRIESTOFMONSTERS WAT 50 KEER GEWAS IS.....	99
Tabel 4.3:	VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN TERRIESTOF-MONSTERS WAT 50 KEER GEWAS EN GETUIMELDROOG IS.....	99



## LYS VAN FIGURE

Figuur 1.1:	KONSEPTUELE RAAMWERK.....	6
Figuur 2.1:	ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOF .....	15
Figuur 2.2:	ILLUSTRASIE VAN 'N TIPIESE KONTINUE WASMASJEN.....	33
Figuur 3.1:	ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEK-STOF .....	53
Figuur 3.2:	ILLUSTRASIE VAN 'N TIPIESE KONTINUE WASMASJEN.....	54
Figuur 3.3:	LINKS: 'N STROOK STRENGELSTEKE MET DIE TWEEDE STEL SKERINGGARINGS GEKNIP EN DEELS UIT DIE STRENGELSTEKE UITGEPLUIS [100X VERGROOT]. REGS: BASISSTRUKTUUR VAN STRENGELSTEKE VAN SINTETIESE FILAMENTGARING .....	64
Figuur 3.4:	VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE (W&D) KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOWWE.....	66
Figuur 3.5:	VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE (W&D) KATOEN- SKERING-GEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOWWE.....	67
Figuur 3.6:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS .....	69
Figuur 3.7:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	70

Figuur 3.8:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS .....	72
Figuur 3.9:	GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMEL-DROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	74
Figuur 3.10:	VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE MONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS, MET TERRIESTOFMONSTERS WAT AAN SOORTGELYKE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.....	76
Figuur 3.11:	VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS MET TERRIESTOFMONSTERS WAT AAN SOORTGELYKE WAS/TUIMEL-DROGINGSIKLUSSE BLOOT-GESTEL IS.....	78
Figuur 4.1:	ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOF .....	87
Figuur 4.2:	VERGELYKING VAN DIE BREEKSTERKTES VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) ASOOK GEWASTE EN GETUIMEL-DROOGDE (W&D) KATOEN/NYLON- EN KATOEN/POLIËSTER- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS .....	99

# HOOFSTUK 1

## INLEIDENDE PERSPEKTIEWE

### 1. Inleiding

Katoen word al eeue lank vir die vervaardiging van klere en huishoudelike tekstielgoedere, veral handdoeke, gebruik. Van die belangrikste vereistes wat deur verbruikers aan handdoeke gestel word, is sagtheid, duursaamheid, 'n groot verskeidenheid kleure, goeie wasbaarheid en die vermoë om vog vinnig en effektief te absorbeer. Katoenvesels absorbeer vog goed, is duursaam en word betreklik maklik versorg; dit is dus 'n goeie keuse vir die vervaardiging van handdoeke (Hess, 1958:428; Kadolph & Langford, 2002:41; McCurry, 1999:29).

Handdoeke moet sterk en duursaam wees om die wrywing van gereelde gebruik en versorging te weerstaan. Tradisioneel word handdoeke van katoen vervaardig, maar sintetiese vesels soos poliëster word volgens Kadolph en Langford (2002:41) met katoen vermeng en in die basisstruktuur, asook die selfkante en some van handdoeke gebruik. Die byvoeging van sintetiese vesels in die basisstruktuur behoort die duursaamheid van die handdoeke te verhoog, sonder om die absorbeer vermoë daarvan te benadeel. Die vog wat deur 'n goeie kwaliteit geweefde handdoek geabsorbeer word, behoort nie die basisstruktuur daarvan te bereik nie. Die basisstruktuur van die handdoek hoef dus nie uit vesels met goeie absorberendheid te bestaan nie (Potter & Corbman, 1954:147). Die poolstruktuur van die handdoek word egter steeds van katoen vervaardig (Fish, 2003; Kadolph & Langford, 2002:41). Die byvoeging van sintetiese vesels kan moontlik ook die koste van handdoeke verlaag (Consumers prefer cotton worldwide, 2004:24) en die drogingstyd verminder (Kadolph & Langford, 2002:107). Vervaardigers maak verder daarop aanspraak dat minder krimpings verwag word indien 'n persentasie sintetiese vesels by handdoekstowwe gevoeg word (Alexander, 1977:333).

Dit blyk uit die literatuur dat die kwaliteit van handdoeke deur verskeie faktore beïnvloed word, naamlik:

**Die hoeveelheid en lengte van die poollusse** Die doel van die lusse is om die tekstielstof se oppervlak te vergroot en daardeur die absorbeer vermoë van die handdoek te verhoog. Vir hierdie doel moet die poollusse relatief naby mekaar en sag wees en moet die garings nie te styf gedraai wees nie (Potter & Corbman, 1954:147; Wingate en Mohler, 1984:513). Die poolhoogte van gebreide terriestowwe kan varieer na gelang van die afstand tussen die tongnaald en die poolpunt waarmee die poollusse gevorm word (Taylor, 1990:137).

**Die stewigheid en digtheid van die handdoekstof** In die geval van geweefde handdoeke behoort die tekstielstof stewig en dig gewef te wees. Sommige poollusse trek maklik uit gedurende die gebruik en versorging van die handdoeke, wat dit onaantreklik en swak maak. 'n Diggeweefde tekstielstof met 'n gebalanseerde draadtelling is belangrik vir 'n goeie kwaliteit handdoek (Potter & Corbman, 1954:147; Wingate & Mohler, 1984:513). In die geval van skeringgebreide terriestofhanddoeke bring die breistruktuur mee dat die pool nie uittrek en die tekstielstof nie uitrafel nie en die pool van sekere skeringgebreide terriestowwe nie uittrek nie. Die pool van skeringgebreide terriestowwe waarvan die poolgarings ingelê is trek maklik uit, terwyl dié waarvan die poollusse gevorm word deur dit in die skeringrigting in die strengelsteke van die basisstof vas te vang, nie maklik uittrek nie (sien 2.1 Struktuur van skeringgebreide terriestowwe) (Anand & Smith, 1994:66; Fish, 2003).

**Die sterkte van die basisstruktuur** Geweefde handdoekstowwe se basisskeringdrade moet sterk genoeg wees om die spanning van die konstruksieproses en gebruik te weerstaan. By skeringgebreide terriestofhanddoeke word sintetiese garings in die basisstruktuur van handdoekstowwe gebruik om sterkte aan die tekstielstof te verleen. Hierdeur word die duursaamheid van die handdoek verhoog (Fish, 2003; Kadolph & Langford 2002:41; Wingate & Mohler, 1984:513).

**Die aard van die selfkante en some** Die selfkante behoort stewig gewef, sterk en reguit te wees, met 'n eenvormige breedte. Die some, wat langs die kort en/of lang sye van die handdoek kan voorkom, moet ook op die draad van die tekstielstof wees en 'n eenvormige breedte hê (Kadolph & Langford, 2002:41; Wingate & Mohler, 1984:513). Soos hierbo genoem, sal die byvoeging van poliëster by die katoen ook die duursaamheid van die some en selfkante van handdoeke verhoog. Die some moet ook stewig en met 'n goeie kwaliteit garing en 'n relatief kort steeklengte vasgestik wees sodat dit nie maklik verweer en lostrek nie. Volgens Alexander (1977:333) is die eerste tekens van slytasie van handdoeke juis by die some en selfkante sigbaar.

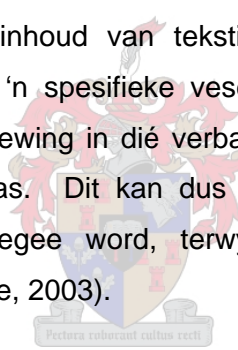
Die hoë gebruiksfrekwensie van handdoeke in groot instansies soos die gasvryheidsbedryf en hospitale bring mee dat hoë vereistes, veral ten opsigte van duursaamheid, daaraan gestel word. 'n Hoë gebruiksfrekwensie gee aanleiding tot baie en kort gebruiksiklusse. Verder word dié handdoeke tydens die gebruikslieftyd voortdurend aan strawwe versorgingsprosedures, met gepaardgaande hoë temperature en chemikaliëse byvoegings, blootgestel om te verseker dat die items so skoon en higiënies as moontlik is vir daaropvolgende gebruik. Handdoeke moet dus besonder sterk wees en 'n goeie weerstand teen slytasie hê om so lank moontlik bruikbaar te bly. Die duursaamheid van tekstielstowwe word onder meer beïnvloed deur die taaieheid of treksterkte en die slytbestandheid van die tekstielvesels, terwyl die garing en tekstielstofstruktuur waarvan die



tekstielstof vervaardig is, ook 'n uiters belangrike rol hierin speel (Kadolph & Langford, 2002:22). Sintetiese vesels soos nylon of poliëster word onder meer in handdoekstowwe vermeng om die sterkte en slytbestandheid daarvan te verhoog om sodoende die gebruikslieftyd van handdoeke te verleng.

Volgens Du Plessis (2003) blyk dit dat die gebruiksduur van handdoeke in hotelle en hospitale deur verskeie faktore beïnvloed word. Dit is onder meer afhanklik van die hoeveelheid kere wat, en omstandighede waaronder die handdoeke gewas en getuimeldroog word. Die aantal stalle handdoeke wat die betrokke instansie besit, speel ook 'n rol in die frekwensie van versorging en dus ook die gebruikslieftyd daarvan.

Waar sintetiese vesels vir die vervaardiging van die basisstruktuur van gebreide handdoeke gebruik word, wil dit voorkom of die samestelling van die handdoekstof wissel van sowat 93% katoen en 7% poliëster of nylon, tot sowat 85% katoen en 15% poliëster of nylon (Wiska, 2002). Dit blyk algemene praktyk in Suid-Afrika te wees om sintetiese vesels by katoen te voeg vir die vervaardiging van skeringgebreide terriestofhanddoeke (Fish, 2003). Volgens Amerikaanse en Europese wetgewing moet die veselinhoud van tekstielgoedere op etikette aangedui word, behalwe as daar minder as 5% van 'n spesifieke vesel in die tekstielproduk teenwoordig is. Hoewel daar nie Suid-Afrikaanse wetgewing in dié verband bestaan nie, word die reël ook deur Suid-Afrikaanse vervaardigers toegepas. Dit kan dus wees dat die veselinhoud op 'n etiket byvoorbeeld as 100% katoen aangegee word, terwyl daar ook 'n sintetiese komponent teenwoordig is (Kefford, 2001:2; Verryne, 2003).



Die gebruik van nylon of poliëster vir die basisstruktuur van katoenhanddoekstowwe sal die eienskappe van die handdoekstowwe hoofsaaklik voordelig beïnvloed, sonder om die goeie eienskappe wat katoen aan die tekstielstof gee te benadeel. Tydens die vervaardiging van sintetiese vesels soos nylon en poliëster, veroorsaak koud- of warmtrekking 'n verhoogde oriëntasie van die molekulêre eenhede wat lei tot hoër taaheid en sterkte (Hegde, Dahiya & Kamath, 2004:2).

Standaard industriële versorgingsprosedures bestaan uit twee fases, naamlik die was- en die tuimeldrogingsproses. Die twee prosesse verskil in wese, maar beide sluit faktore in wat die tekstielstowwe kan beïnvloed en degradering kan meebring.

Nylonvesels het uitstekende bestandheid teen alkalië, maar word deur sterk sure beskadig (Tortora, 1992:183). Die meeste detergente en vlekverwyderaars sal dit dus nie beskadig nie (Joseph, 1988:68; Kelley, s.a.:2; Miller, 1992:48; Walter, 1998:75). Die meeste bleikmiddels, insluitend chloor- en ander suurstofbleikmiddels, kan met veiligheid op nylontekstielstowwe gebruik

word (Joseph, 1988:101; Walter, 1998:75; Wingate & Mohler, 1984:360). 'n Warm wastemperatuur van 50°C, met 'n matige wrywingsaksie tydens die was- en spinsiklusse, word aanbeveel (Hatch, 1993:207). Drogings-temperatuur moet laag tot matig gehou word (Tortora, 1992:183).

Poliëster kan met enige detergent gewas word en is bestand teen chloor- en ander suurstofbleikmiddels, maar word deur sterk alkalië gedegradeer (Carty & Byrne, 1987:6; Kadolph & Langford, 2002:28,107; Mason, 1999:58; Miller, 1992:50; Tortora, 1992:195). Poliëstertekstielstowwe word vinnig droog en bly stabiel na herhaalde wasse, aangesien die hoë slytbestandheid en sterkte van poliëster nie deur die teenwoordigheid van water beïnvloed word nie (Joseph, 1988:108; Kadolph & Langford, 2002:107; Mason, 1999:60; Wingate & Mohler, 1984:371). Schmidt, Bach en Schollmeyer (2002:1030) wys daarop dat poliëster stabiel bly tot 'n temperatuur van 120°C.

Die duursaamheid van poliëster en nylon, wat beïnvloed word deur sterkte en slytbestandheid, is dus uitstekend. Dit blyk uit die resultate van 'n studie wat deur die *European Hotel Managers Association* (2004:3) op tekstielstowwe wat vir hotelbedlinne gebruik word, uitgevoer is, dat die potensiële lewensduur van 50/50 katoen/poliëster tekstielstowwe twee keer langer is as soortgelyke 100% katoen tekstielstowwe. Bykomend hiertoe vereis eersgenoemde tekstielstowwe ook minder energie tydens versorging, as die suiwer katoen tekstielstowwe. Die absorberendheid van nylon- sowel as poliëstervesels is baie laag en dit word dus slegs in die basisstruktuur, some en selfkante van handdoeke gebruik. Die vogbyslag van katoen is 7% tot 11%, terwyl dié van nylon tussen 2,8% en 5% wissel en dié van poliëster tussen 0,4% en 0,8% is (Kadolph & Langford, 2002:39). Die verdere voordeel van die lae absorberendheid is dat dit die drogings tyd kan verkort (Hatch, 1993:217; Kadolph & Langford, 2002:99,105,107; Miller, 1992:48,50).

Die duursaamheid van tekstielstowwe kan geëvalueer word deur sterkte toetse daarop uit te voer. Hierdie toetse onderwerp tekstielstowwe aan kragte onder gekontroleerde toestande en fokus op die fisies-meganiese aspekte van die tekstielstowwe (Kadolph, 1998:158). Kadolph en Langford (2002:24,396) definieer duursaamheid as die behoud van die fisiese integriteit, voorkoms en funksionaliteit van 'n produk – om dus vir die verwagte gebruikstyd, onder normale gebruikstoestande, aan die doel te bly voldoen. Hatch (1993:2,14,15) wys daarop dat 'n tekstielproduk onder toestande van meganiese spanning vir 'n redelike tydperk sy fisiese integriteit moet behou. Deur die duursaamheid van 'n tekstielstof te bepaal, word die interaksie van die komponente van die tekstielstof en die toestande waaraan dit onderwerp word, gemeet (Kadolph, 1998:157).

## 2. Probleemstelling en doel

'n Industriële wassery het in 2003 onverwags klagtes begin kry dat handdoeke voor die verstryking van die verwagte gebruiksleeftyd 'n afname in sterkte toon. Die handdoeke kon letterlik met die hand geskeur word. By nadere ondersoek is vasgestel dat die handdoeke slegs in die inslagrigting skeur. Op die oog af het die handdoeke dus meer verswak in die skeringrigting. Hierdie probleem is nie voorheen ervaar nie.

Dié skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n nylonbasisstruktuur en katoenluspool wat na 'n buitengewoon kort gebruiksleeftyd tekens van verswakking begin toon het, het aanleiding gegee tot die vraag of skeringgebreide handdoeke met 'n basisstruktuur van sintetiese vesels bestand is teen die versorgingsprosedures wat deur industriële wasserye gevolg word, en of nylon- en poliësterbasisstrukture soortgelyke probleme sal oplewer.

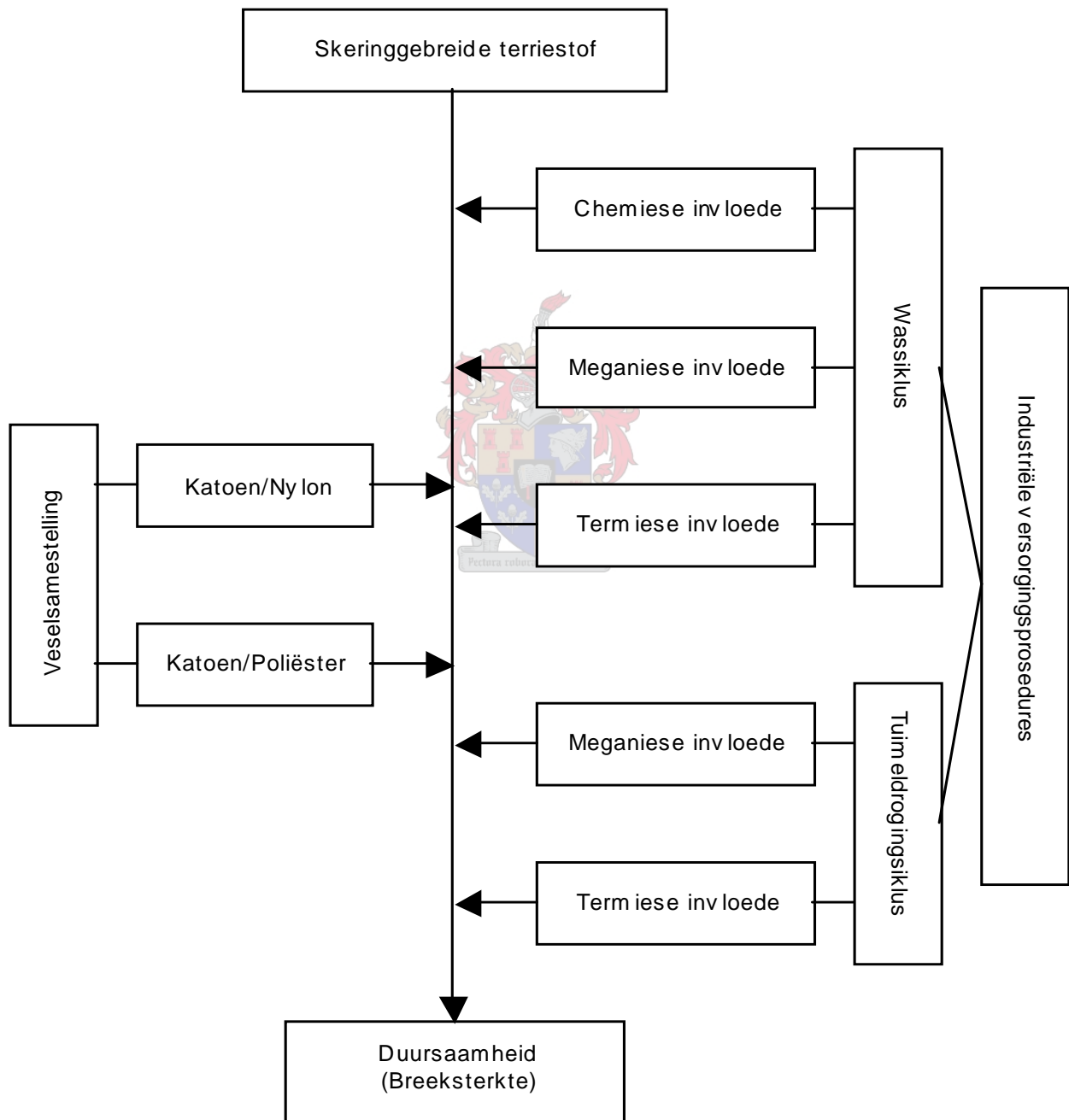
Die oorkoepelende doel van die studie was om vas te stel of katoen/nylon- en katoen/poliëster-skeringgebreide terriestofhanddoeke versoenbaar is met standaard industriële versorgingsprosedures.

Ten einde die doel te bereik, is die volgende spesifieke doelwitte vir die studie geformuleer:

1. Om die veselsamestelling en strukturele eienskappe van die twee groepe skeringgebreide terriestofhanddoeke, naamlik katoen/nylon en katoen/poliëster te beskryf en vas te stel of die handdoeke vergelykbaar is.
2. Om vas te stel wat die effek van twee komponente van die industriële versorgingsprosedures, soos uitgevoer deur 'n industriële wassery, naamlik was en tuimeldroging, op die breeksterkte van die skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur is.
3. Om vas te stel in watter mate en in watter stadium van die gebruiksleeftyd van die handdoeke, soos voorgestel deur 10, 20, 30, 40 en 50 industriële was-, asook was- en tuimeldrogingsiklusse, 'n verandering in breeksterkte plaasvind.
4. Om die breeksterkte van skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n katoenluspool en 'n nylonbasisstruktuur te vergelyk met terriestofhanddoeke met 'n katoenluspool en 'n poliësterbasisstruktuur, nadat dit aan standaard industriële versorgingsprosedures blootgestel is.

Die resultate van hierdie studie, gebaseer op empiriese navorsing, kan bydra tot verdere navorsing in die tekstielbedryf. Die inligting is van groot belang vir vervaardigers van tekstielprodukte asook vir industriële wasserye wat tekstielgoedere op groot skaal versorg. Alhoewel hierdie studie ondersoekend/verkennd van aard is, kan dit as 'n vertrekpunt en wetenskaplike model dien vir toekomstige navorsing in hierdie veld. Hierdie studie is ook van praktiese waarde, omdat dit navorsing op akademiese sowel as industriële gebied bevorder.

### 3. Konseptuele raamwerk



FIGUUR 1.1: KONSEPTUELE RAAMWERK

## **4. Operasionele definisies**

### **4.1. Duursaamheid**

Duursaamheid van 'n produk word beskou as die behoud van fisiese integriteit, voorkoms en funksionaliteit van die produk, vir die verwagte gebruikslieftyd onder normale gebruikstoestande. Vir die doel van dié studie sal duursaamheid van tekstielstowwe gemeet word deur die breeksterkte daarvan te bepaal.

### **4.2. Skeringgebreide terriehanddoekstof**

Skeringbrei is 'n proses waardeur stelle skeringrade in die skeringrigting inmekaar gelus word om 'n tekstielstof te vorm (Kadolph & Langford, 2002:405). Skeringgebreide terriehanddoekstof is saamgestel uit drie stelle skeringgarings, naamlik 'n basisstruktuur van strengelsteke, 'n tweede stel skeringgarings wat in die inslagrigting in hierdie basisstruktuur ingelus word en die poolgarings (Innovative technology makes its mark, 2004:1).

### **4.3. Industriële versorgingsprosedure**

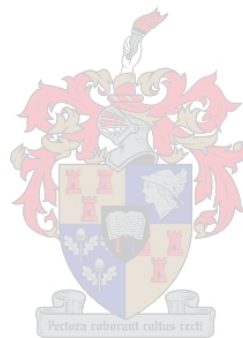
Dit verwys na die prosedure wat algemeen deur die spesifieke industriële wassery gebruik word met die was en droging van handdoeke. Die industriële versorgingsprosedure waarna in hierdie studie verwys word, bestaan uit 'n wassiklus van ongeveer 45 minute in 'n kontinue wasmasjien wat deur 'n rekenaar beheer word. Die rekenaar is geprogrammeer om sekere wasmiddels by die wasbondel te voeg en sekere temperature te bereik vir daardie spesifieke bondel wasgoed. Die industriële versorgingsprosedure sluit ook 'n tuimeldrogingsiklus in. Die handdoeke word vir ongeveer 30 tot 45 minute in industriële tuimeldroërs drooggemaak. Die tydsduur en die temperatuur van die siklus word met behulp van 'n rekenaar deur operateurs beheer.

### **4.4. Mengselstof (“mixture”)**

Tekstielstof wat saamgestel is uit garings van vesels van verskillende generiese oorsprong (Kadolph & Langford, 2002:150). Die veselinhoud van die verskillende garings, soos byvoorbeeld die skering- en inslaggarings van die tekstielstof, verskil dus van mekaar (Hatch, 1993:298).

#### 4.5. Mengelstof (“blend”)

Tekstielstof wat bestaan uit garings wat saamgestel is uit twee of meer veseltipes wat generies van mekaar verskil. Vesels van verskillende generiese oorsprong, lengte, deursnit of kleur kan saam gespin word om die garings vir die tekstielstof te vorm (Kadolph & Langford, 2002:150; Smith & Block, 1982:199).



## VERWYSINGSLYS

- ALEXANDER, PR. 1977. *Textile Products: Selection, use and care*. Boston. Houghton Mifflin Company.
- ANAND, SC & SMITH, HM. 1994. Comparative performance of woven and warp knitted towelling fabrics. *Kettenwirk-Praxis* 28(3):62-68.
- CARTY, P & BYRNE, MS. 1987. *The chemical and mechanical finishing of textile materials*. 2<sup>nd</sup> ed. Newcastle upon Tyne. Newcastle upon Tyne Polytechnic Products.
- CONSUMERS PREFER COTTON WORLDWIDE. 2004. *Cotton SA. A Journal to the Cotton Industry* 7(3):24.
- DU PLESSIS, A. 2003. Personal conversation. Hospitality service manager. Boston Launderers and First Garment Rental. Epping.
- EUROPEAN HOTEL MANAGERS ASSOCIATION. 2004. Retrieved 13 January 2005. [http://www.boomframe.jsp\\_files/redirect.html](http://www.boomframe.jsp_files/redirect.html).
- FISH, G. 2003. Personal conversation. Regional manager. Dano Textiles. Cape Town.
- HATCH, KL. 1993. *Textile science*. New York. West Publishing Company.
- HEGDE, RR, DAHIYA, A & KAMATH, MG. 2004. *Nylon fibers*. Retrieved 30 August 2004. <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Nylon%20fibers.htm>.
- HESS, KP. 1958. *Textile fibers and their use*. 6<sup>th</sup> ed. Chicago. JB Lippincott Company.
- INNOVATIVE TECHNOLOGY MAKES ITS MARK. 2004. Instruction sheet for Raschel warp-knitting machine: Wirkbau-Superpol 14123.
- JOSEPH, ML. 1988. *Essentials of textiles*. Orlando. Holt, Rinehart and Winston.
- KADOLPH, SJ. 1998. *Quality assurance for textiles and apparel*. New York. Fairchild Publications.
- KADOLPH, SJ & LANGFORD, AL. 2002. *Textiles*. 9<sup>th</sup> ed. New Jersey. Pearson Education.

- KEFFORD, C. 2001. What the textile exporter to the US & EU should know. *Textiles Unlimited* 2(2):2.
- KELLEY, N. s.a.. *Nylon...from stockings to spacesuits without a snag*. Retrieved 26 June 2003. <http://www.costumes.org/pages/textiles/NYLONArticle.htm>.
- MASON, RW. 1999. Decades later, polyester forges new image. *Textile World* 149(1):57-60.
- McCURRY, JW. 1999. Towel mills modernize to compete. *Textile World* 149(5):26-40.
- MILLER, E. 1992. *Textiles: Properties and behaviour in clothing use*. 4<sup>th</sup> ed. London. Batsford Academic and Educational.
- POTTER, MD & CORBMAN, BP. 1954. *Fiber to fabric*. 3<sup>rd</sup> ed. New York. Gregg Publishing Division.
- SCHMIDT, A, BACH, E & SCHOLLMEYER, E. 2002. Damage to natural and synthetic fibers treated in supercritical carbon dioxide at 300 bar and temperatures up to 160 deg C. *Textile Research Journal* 72(11):1023-1033.
- SMITH, BF & BLOCK, I. 1982. *Textiles in perspective*. New Jersey. Prentice-Hall.
- TAYLOR, MA. 1990. *Technology of textile properties*. 3<sup>rd</sup> ed. London. Forbes Publications.
- TORTORA, PG. 1992. *Understanding textiles*. 4<sup>th</sup> ed. New York. Macmillan Publishing.
- VERRYNE, T. 2003. Persoonlike gesprek. Bemarkingsbestuurder. Katoen SA. Pretoria.
- WALTER, NR. 1998. Manmade fiber chart 1998. *Textile World* 148(8):72-83.
- WINGATE, IB & MOHLER, JF. 1984. *Textile fabrics and their selection*. 8<sup>th</sup> ed. New Jersey. Prentice-Hall.
- WISKA. 2003. *Towel*. Retrieved 2 November 2003. [http://www.wiska.co.id/e\\_towel.htm](http://www.wiska.co.id/e_towel.htm).



## HOOFSTUK 2

### LITERATUUROORSIG

#### 1. Inleiding

Dit is vandag algemene praktyk dat instansies soos hospitale, gastehuse en hotelle die versorging van huishoudelike tekstielgoedere aan gespesialiseerde industriële wasserye uitkontrakeer. Benewens industriële oorpakke, uniforms en beddegoed, is handdoeke van die artikels wat op groot skaal industrieel gewas en gedroog word. Aangesien eienskappe soos absorbeervermoë en 'n luukse aanvoeling as prioriteite geag word in die gasvryheidsbedryf, word goeie kwaliteit handdoeke meestal gebruik. Die gevolglike hoë koste verbonde aan die vervanging van handdoeke wat ongeskik raak vir verdere gebruik, bring mee dat duursaamheid, oftewel 'n lang verwagte gebruiksleeftyd, ook 'n belangrike faktor is om in ag te neem. Die versorging van 'n tekstielstof speel 'n baie belangrike rol in die bepaling van die verwagte gebruiksleeftyd daarvan (Mohamed, 1982:38). Dit is dus van die allergrootste belang dat die versorgingsprosedures wat in industriële skoonmaakprosesse gevolg word, versoenbaar moet wees met die tipe konstruksie en veselinhoud van die betrokke tekstielstowwe.

Die doel van hierdie projek was om vas te stel hoe standaard industriële versorgingsprosedures die duursaamheid van skeringgebrede terriestofhanddoeke met 'n katoenluspool en 'n sintetiese komponent van nylon of poliëster in die basisstruktuur beïnvloed. Die tipe handdoeke en industriële versorgingsprosedures is tipies van wat in die gasvryheidsbedryf gebruik en toegepas word.

Volgens McCurry (1999:27) was daar in die VSA 'n volgehoue jaarlikse groei van 5% tot 7% in die handdoekvervaardigingsbedryf oor die afgelope paar jaar. Dit word toegeskryf daaraan dat maatskappye wat fokus op huishoudelike tekstiele, in teenstelling met klerevervaardigers, voordeel getrek het uit die sterk Amerikaanse ekonomie. Die toename in die oprigting van kleiner hotelle en die opgradering van groter hotelle het 'n opbloeï in die gasvryheidsmarkte meegebring, wat daartoe gelei het dat handdoekvervaardigers die afgelope paar jaar hul vervaardigingsprosesse gemoderniseer het om aan die groeiende vraag te voldoen en om effektiwiteit te verhoog (McCurry, 1999:29).

In Suid-Afrika het toerisme die afgelope paar jaar ook heelwat toegeneem. In 1998 was daar 5,7 miljoen buitelandse aankomste in vergelyking met 6,4 miljoen in 2002 – 'n styging van 12% binne vier jaar (South Africa Yearbook, 2003/2004:61). Die toename in toerisme, en gevolglike groei in

die gasvryheidsbedryf, sou noodwendig ook gelei het tot 'n hoër verbruik van handdoeke in Suid-Afrika. Dit, sowel as kompetisie met goedkoper, ingevoerde produkte, het plaaslike vervaardigers gedwing om hulle te begin wend tot vinniger en meer ekonomiese vervaardigingsmetodes. Skeringgebreide terriestofhanddoeke word tans al gewilder in hierdie mark (Fish, 2003; Myburgh, 2004). Dié vervaardigingsmetode is meer ekonomies as gevolg van die hoë produksiespoed (Anand & Smith, 1994:68; McCurry, 1999:40) en hou ook ander voordele soos 'n verhoogde duursaamheid in, weens die feit dat 'n sintetiese komponent in die konstruksie geïnkorporeer kan word, wat positief tot die sterkte van die stof bydra (Fish, 2003; Kadolph & Langford, 2002:41; Myburgh, 2004). Sintetiese vesels soos poliëster word volgens Kadolph & Langford (2002:41) in die basisstruktuur van veral gebreide terriestofhanddoeke gebruik om die duursaamheid daarvan te verhoog. Van belang vir die gasvryheidsbedryf is dat skeringgebreide handdoeke ook ligter en meer koste-effektief is om te vervaardig (Anand & Smith, 1994:68; McCurry, 1999:40).

McCurry (1999:29,30) wys verder daarop dat daar 'n groeiende verbruikersvraag na groot en veral sagte handdoeke is. Patel (1998:196) skryf dat goeie kwaliteit handdoeke, benewens 'n aangename, sagte aanvoeling, ook goeie absorberendheid en 'n genoegsaam verhewe en uniforme pool moet hê en dat chemiese afwerkings nie 'n waterwerende effek aan die handdoeke moet gee nie. Dit het aanleiding gegee tot 'n doelbewuste poging in die bedryf om 'n beter aanvoeling in handdoeke te bewerkstellig. Sommige Amerikaanse maatskappye het op 'n klein skaal begin om sellulosiese kunsvesels soos *Modal*, asook *Tencel* en *Lyocell* met katoen te vermeng om 'n sagter aanvoeling te verkry (McCurry, 1999:29). Katoen is die gewildste tekstielvesel vir die vervaardiging van terriestofhanddoeke (Alexander, 1977:333; Cook, 1984:73; Kadolph & Langford, 2002:41; McCurry, 1999:29; Pizzuto, 1987:29; Tortora, 1992:132; Vanderhoff, Franck & Campbell, 1973:18).

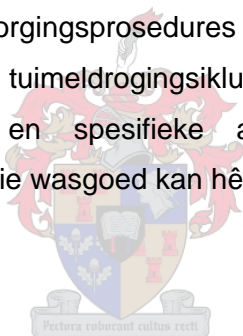
Handdoeke moet sterk en duursaam wees om gereelde gebruik en versorging te weerstaan. Die duursaamheid, met die gepaardgaande gebruiksleeftyd van tekstielgoedere, word in 'n groot mate bepaal deur die slytbestandheid en taaiheid van die tekstielvesels. Higginbotham (1976:41) wys daarop dat wrywingsbestandheid hoofsaaklik 'n funksie van die vesel tipe is. Die garing, tekstielstofstruktuur en -afwerking beïnvloed ook die duursaamheid van tekstielprodukte (Smith & Oleson, 2005). In 'n tussentydse navorsingsverslag rapporteer Hibbert (1978:308) dat lakens met 'n veselinhoud van 50/50 poliëster/*Vincel* wat aan 200 was- en gebruiksiklusse in 'n hospitaal blootgestel is, geen verwering getoon het nie en dat die kwaliteit daarvan baie bevredigend gebly het. Die dienlikheid van dié lakens word toegeskryf aan die veselsamestelling, gewig en draadtelling van die betrokke lakenstof.

Verwering van tekstielstowwe vind hoofsaaklik plaas deur slyting, wat 'n meganiese skuuraksie kan wees, óf deur deur chemiese omstandighede, wat afbraak van die veselstruktuur meebring

(Elder, 1978:4; Kadolph & Langford, 2002:25; Ulrich & Mohamed, 1982:38; Wingate & Mohler, 1984:248). Mohamed (1982:38) rapporteer dat die grootste gedeelte van die beskadiging wat gedurende die gebruikslieftyd van 'n tekstielproduk plaasvind, deur die wasproses veroorsaak word, hoewel gebruik ook 'n uitwerking op die sterkte van 'n tekstielstof het.

Kennis van die aard en eienskappe van skeringgebreide terriestowwe en die tekstielvesels waarvan die handdoeke vervaardig is, naamlik katoen, nylon en poliëster, asook van die aard van standaard industriële versorgingsprosedures, is belangrik om die effek van industriële versorgingsprosedures op die skeringgebreide terriestofhanddoeke te verklaar. In dié hoofstuk sal die struktuur van skeringgebreide terriestowwe eerstens bespreek word. Terriestofhanddoeke word tydens vervaardiging gewas, gebleik en/of gekleur. Oor die algemeen is handdoeke wat in die gasvryheidsbedryf gebruik word wit of naaswit (Myburgh, 2004). Chemiese beskadiging kan tydens die natprosessering van tekstielgoedere plaasvind en daarom word die vervaardigings- en afwerkingsprosesse wat die werkverrigting en duursaamheid van handdoeke sou kon beïnvloed, vervolgens bespreek. Daarna sal die bogenoemde tekstielvesels waaruit die handdoeke vervaardig is se fisiese struktuur, chemiese aard en eienskappe wat met gebruik en versorging verband hou, asook die geskikte versorgingsprosedures daarvan, bespreek word. 'n Volledige uiteensetting van die was- en tuimeldrogingsiklusse van 'n standaard industriële versorgingsprosedure word gegee en spesifieke aspekte wat tydens die was- en tuimeldrogingsiklusse 'n uitwerking op die wasgoed kan hê, word laastens bespreek.

## 2. Skeringgebreide terriestowwe



Terriestofhanddoeke is tradisioneel as suiwer katoenpoolstowwe geweef (Wooten, 1979:137). Om in die groeiende vraag na handdoeke te voorsien en om die effektiwiteit van vervaardiging te verhoog, het Amerikaanse handdoekvervaardigers die afgelope paar jaar nuwer produksieprosesse geïmplementeer. Deur middel van lugstraalweeftoestelle word terriestowwe van hoë gehalte byvoorbeeld vinniger geweef (McCurry, 1999:29). Skeringgebreide terriestofhanddoeke word vervaardig omdat die produksiekoste daarvan, weens die produksiespoed, ongeveer die helfte van dié van geweefde handdoeke is. Tydens dié proses kan tussen 700 en 1 000 rye per minuut geproduseer word. 'n Skeringbreimasjien wat 'n produksiesnelheid van 700 rye per minuut handhaaf, kan 45 tot 50 meter handdoekstof per uur lewer. Tradisionele metodes van handdoekvervaardiging kan op geen manier by hierdie hoë produksiesnelheid byhou nie (Anand & Smith, 1994:62; Myburgh, 2004).

Skeringgebreide poolstowwe het, in vergelyking met tradisioneel geweefde poolstowwe, ook ander voordele. Skeringgebreide poolstowwe se pooltrade word nie maklik uit die tekstielstof getrek nie en die lusse daarvan is sterker, aangesien die poollusse vervleg, en dus in die basisstruktuur

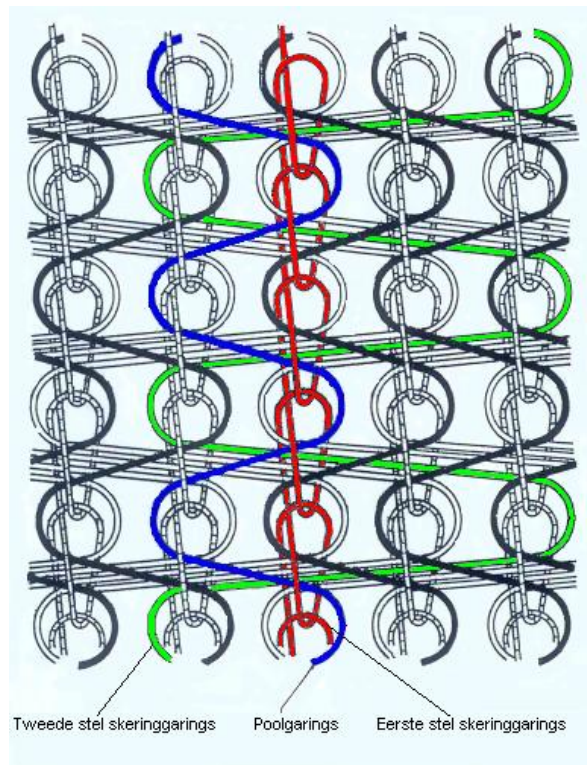
vasgeanker is (Anand & Smith, 1994:67). Skeringgebreide tekstielstowwe rafel ook nie uit nie en is ligter as geweefde stowwe. Geweefde handdoeke is ongeveer 30% swaarder as vergelykbare skeringgebreide handdoeke (Anand & Smith, 1994:68).

## 2.1. Struktuur van skeringgebreide terriestowwe

Skeringgebreide terriehanddoekstof (“warp-knitted terry towelling fabric”) word volgens SABS 1613 (2001:3) gedefinieer as ‘n tekstielstof met ‘n basiskonstruksie van aaneenlopende filamentgarings en ‘n katoenpool. Dit is die katoenterriepool wat terriestofhanddoeke hul unieke eienskap van hoër vogabsorpsie gee en wat dit so gewild maak (Wooten, 1979:136). Die skeringbreiproses word deur Kadolph en Langford (2002:414) beskryf as ‘n proses waardeur ‘n stel garings hoofsaaklik in die lengte van die tekstielstof ineengelus word. Hatch (1993:343) wys daarop dat elke skeringdraad van ‘n skeringbreistof min of meer in die rigting waarin die tekstielstof geproduseer word, lê. Gedurende skeringbrei word die garing as skeringgarings in die masjien ingevoer, minstens een garing per naald. Elke naald maak ‘n ketting van lusse van elke garing in ‘n vertikale rigting (Miller, 1992:100).

Skeringgebreide terriehanddoekstof word met ‘n Raschel-breitoestel vervaardig deur van drie stelle garings gebruik te maak (Hatch, 1993:358; Miller, 1992:108; Kadolph & Langford, 2002:235). In die Raschel-breitoestel word een naaldbed met poolpunte (“pile points”) vervang, waarom die poolgaring gelus word wanneer die poollusse gevorm word (Miller, 1992:108; Spencer, 1983:326). ‘n Basisstruktuur wat bestaan uit strengelsteke (“pillar stitches”), soortgelyk aan kettingsteke, word deur die **eerste stel skeringgarings** gevorm. Aanliggende rye se strengelsteke word nie aan mekaar verbind nie. Die **tweede stel skeringgarings** word in die inslagrigting in hierdie basisstruktuur ingelus om stabiliteit en sterkte in daardie rigting te verskaf. Die tweede stel skeringgarings lus vier kolomme strengelsteke aanmekaar. Die derde stel garings, die **poolgarings**, word gebruik om die poollusse te vorm. ‘n Stewiger poolstruktuur word verkry as die poollusse gevorm word deur oorslae in die skeringrigting in ‘n sigsag-patroon in die strengelsteke van die basisstof op die naaldbed vas te vang. Die poolgarings kan ook ingelê word (“weft insertion”) om garing te spaar en om ‘n ligter handdoekstof te vervaardig (Spencer, 1983:326). In dié geval word ‘n stapelgaring in die inslagrigting deur die lusse, en nie deur die naalde nie, gestuur. Hierdie ingelegde poolgaring kan relatief maklik uit die struktuur getrek word (Anand & Smith, 1994:66). Die tekstielstof se stabiliteit in die inslagrigting kan beheer word deur die spanning van die ingelegde garings (Miller, 1992:103). Die ingelegde garing word aan elke kolom wat dit kruis, geheg wanneer die leistaaf (“guidebar”) ‘n strengelsteek vorm. Die ingelegde garing word dus in dieselfde aantal garingkolomme as die aantal naalde wat dit oorsteek, vasgevang (Spencer, 1983:294). Die poollusse van die skeringgebreide handdoeke, wat algemeen vir die gasvryheidsbedryf vervaardig word, word op eersgenoemde manier gevorm (Myburgh, 2004).

'n Illustrasie hiervan kan in Figuur 2.1 gesien word. Die lengte van die poollusse word nie in hierdie illustrasie aangetoon nie.



**FIGUUR 2.1: ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOF (Innovative technology makes its mark, 2004:1).**

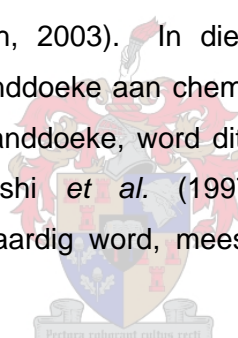
Die basisgarings van skeringgebreyde terriestowwe kan uit 'n totaal ander tipe vesel bestaan as die pool (Miller, 1992:109). Sintetiese vesels wat algemeen in die basisstruktuur gebruik word, is nylon en poliëster. Die persentasie sintetiese vesels is dikwels minder as 5% (Fish, 2003; Myburgh, 2004). Katoen word algemeen vir die pool gebruik weens die absorbeervermoë daarvan (Miller, 1992:109). 'n Belangrike voordeel is ook dat katoen nie velirritasies veroorsaak nie (Kadolph & Langford, 2002:39). In handdoeke is die tweede stel skeringgarings gewoonlik ook katoen om die absorpsievermoë so hoog moontlik te hou (Fish, 2003; Myburgh, 2004). In dié verband speel die hoë natsterkte van katoen (natsterkte: 4,5-5 g/denier; droësterkte: 3,54 g/denier) 'n belangrike rol aangesien dié garings juis sterkte en stabiliteit in die inslagrigting verskaf (Kadolph & Langford, 2002:25). Sulke skeringgebreyde handdoekstowwe kan dus beskryf word as katoen/nylon- en katoen/poliëster-mengselstowwe met 'n sintetiese komponent van minder as 5%. Volgens Amerikaanse en Europese wetgewing is vervaardigers nie verplig om die sintetiese komponent op die etiket van 'n produk aan te dui indien dit minder as 5% is nie (Kadolph & Langford, 2002:360). Hoewel Suid-Afrikaanse wetgewing nie die aanduiding van veselinhoud op tekstielgoedere vereis nie, word dit in Suid-Afrika toegepas en kan 'n etiket byvoorbeeld 'n veselinhoud van 100% katoen aandui terwyl daar tog 'n sintetiese komponent teenwoordig is (Kefford, 2001:2; Verryne, 2003). Die belangrike rol wat die strengelsteke in die struktuur van die

skeringgebreide terriestowwe speel, kan afgelei word uit die breistofstruktuur (figuur 2.1). Die sintetiese komponent sal dus 'n kritieke rol in die duursaamheid van die handdoeke speel, veral wat breeksterkte in die skeringrigting betref.

## **2.2. Afwerkingsprosesse wat die werkverrigting en duursaamheid kan beïnvloed**

Terriestof word in aaneenlopende lengtes geweef of gebrei, op só 'n manier dat daar gedeeltes sonder pool is waar dit gesny en omgesoom kan word om individuele handdoeke te produseer (Patel, 1998:195; SABS, 2001:3). Tydens vervaardiging word handdoeke, soos pasklaar kledingstukke, afsonderlik opgemaak en aan sekere afwerkings onderwerp (Patel, 1998:195).

Volgens Doshi, Doshi, Wasif en Chinta (1997:22) het strawwe kompetisie op wêreldmarkte, met die gepaardgaande vraag na koste-effektiewe en omgewingsvriendelike vervaardiging, gelei tot vinnige tegnologiese vooruitgang op die gebied van natprossesering van tekstiele. Wat katoen betref, sluit dié afwerkingsprosesse lyming, was ("scouring"), bleiking, en breedsetting ("tentering") in (Myburgh, 2004; Patel, 1998:195). Die handdoeke wat in die gasvryheidsbedryf in Suid-Afrika gebruik word, is wit of naaswit (Fish, 2003). In die geval waar handdoeke gekleur word (effekleurige handdoeke), word die handdoeke aan chemiese natprossesering onderwerp; in die geval van garinggekleurde jacquard-handdoeke, word dit in garingvorm aan die natprossesering onderwerp (Patel, 1998:195). Doshi *et al.* (1997:27) wys daarop dat garings van terriestofhanddoeke wat in Indië vervaardig word, meestal met reaktiewe kleurstowwe gekleur word.



In Suid-Afrika word kuipkleuring vir die kleuring van katoenvesels (by 70°C tot 80°C), suurkleuring vir nylonvesels (by 95°C) en dispersiekleuring vir poliëstervesels (by 130°C) tydens die vervaardiging van terriestofhanddoeke gebruik (Hughes, 2004). Kuipkleurstowwe is onoplosbaar in water, maar oplosbaar in alkaliese oplossings. Hierdie kleurstowwe kan op alle vesels gebruik word, behalwe dié wat sensitief is vir alkalië. Kuipkleurstowwe het ook uitstekende kleurvastheid teen lig en versorging. Dit is veral geskik vir sellulose vesels. Suurkleurstowwe kan geensins op sellulose vesels gebruik word nie en toon 'n lae kleurvastheid teen versorging en perspirasie, tensy dit spesiaal behandel word. Die behandeling kan meebring dat die kleur dowwer vertoon. Dispersie-kleurstowwe word deur die vesels geabsorbeer en is nie sensitief vir reaksies wat op die vesels inwerk nie. Hierdie kleurstowwe het 'n goeie bestandheid teen lig, perspirasie en versorging (Horrocks & Anand, 2000:192,198; Smith & Block, 1982:339).

Lyming is die proses waardeur katoengarings met stysel, hars of gom behandel word om dit te versterk – gewoonlik voor die weefproses (Hatch, 1993:337). Nadat die tekstielstof geweef is, moet dit ontlym word. Indien die lym wateroplosbaar is, word dit slegs uitgewas. Indien nie, moet

dit chemies verwyder word. Stysel wat nie wateroplosbaar is nie, word met 'n ensiem soos diastase verwyder, deur die onoplosbare stysel in oplosbare suikers of dekstriene te verander. Die tekstielstof kan vir 'n paar uur by 65°C in 'n oplossing van diastase geweek word of dit kan met 'n warm oplossing van diastase deurdrenk word en gelaat word om te staan. Oksideermiddels kan ook gebruik word, aangesien dit stysels sal afbreek, terwyl geen reaksie met die sellulose plaasvind nie (Trotman, 1984:169,170). Lyming en ontlyming is egter nie van toepassing op gare wat vir die skeringbreiproses gebruik word nie, aangesien daar nie soveel wrywing tydens hierdie proses as tydens die weefproses plaasvind nie (Fish, 2003). Die feit dat die garings wat tydens die skeringbreiproses gebruik word nie gelym word nie, dra by tot die omgewingsvriendelike vervaardiging van tekstielstowwe (Kadolph & Langford, 2002:218).

Dit is baie belangrik dat neweprodukte wat in een stadium van afwerking gevorm is, verwyder word voordat met 'n volgende stadium van afwerking begin word (Trotman, 1984:170,171). Volgens Myburgh (2004) en Trotman (1984:170,171) vind beskadiging van die tekstielstof hoofsaaklik plaas wanneer stysel nie behoorlik uit die tekstielstof verwyder is nie óf soutsuur byvoorbeeld nie behoorlik na behandeling uitgespoel is nie. Dit is veral van toepassing by die bleikproses, waar hipochloriet- bleikmiddels nie volledig geneutraliseer is nie. In daardie geval breek hipochloriet af om natriumhidroksied te vorm, wat in gekonsentreerde vorm die katoen in handdoeke kan beskadig. Die was- en bleikprosesse word vervolgens kortliks bespreek soos dit op skeringgebreide terriestowwe toegepas word, aangesien dit buite die omvang van dié studie val om die prosesse in meer diepte en detail te beskryf.

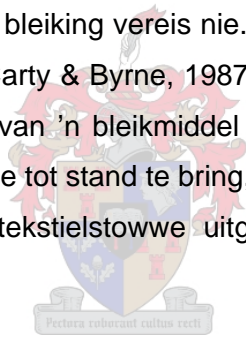
Die wasproses is 'n algemene term wat verwys na die verwydering van onsuierhede wat gedurende die vervaardigingsproses in tekstielstowwe vasgevang word (Trotman, 1984:152). Wasprosesse, waarin oppervlak-aktiewe middels normaalweg gebruik word, verskil volgens die aard van die vesels en die hoeveelheid en samestelling van die vuilheid wat verwyder moet word. Die onsuierhede wat verwyder moet word, sluit natuurlike olies en wasse, proteïene, pektiese stowwe, natuurlike kleurstowwe en bykomende vuilheid in. Kunsvesels soos nylon en poliëster is betreklik skoon en sonder onsuierhede en wasprosesse is dus nie daarvoor nodig nie (Trotman, 1984:184). Die kutikula van die katoenvesel word tydens die wasproses verwyder, wat lei tot 'n verhoging in absorberendheid van tekstielstowwe van katoen (Doshi *et al.*, 1997:22; Hatch, 1993:387). Katoenstowwe se wasproses behels dat die tekstielstof vir 'n aantal uur by hoë druk of atmosferiese druk met 'n 2% tot 4%-oplossing van natriumhidroksied behandel word. Die sellulose in katoen bly stabiel tot by kookpunt in verdunde alkaliese oplossings (Trotman, 1984:169).

Terwyl die katoenstowwe in die natriumhidroksiedoplossing gekook word, moet dit nie in kontak kom met atmosferiese suurstof nie. Dit kan lei tot die vorming van oksi-sellulose, wat meebring dat die katoenstof in daaropvolgende wassiklusse kan disintegreer (sien 3.3.4). Sodra die lug uit die

druk-kierketel verplaas is, word die uitlaatklep gesluit en vir ongeveer ses uur by 'n temperatuur van 125° tot 130°C gehou. In 'n oop kierketel moet daar altyd genoeg vloeistof wees om die tekstielgoedere te bedek. Die kookperiode daarin duur gewoonlik agt tot twaalf uur, by 'n temperatuur van 100°C (Trotman, 1984:172).

Na die wasproses word die tekstielstowwe gebleik. Bleiking is 'n proses waar oksiderende en reduserende chemikalieë gebruik word om alle kleur van 'n tekstielstof te verwyder. Die natuurlike pigmentasie in die vesels van katoengroustowwe word gebleik indien dit as wit stowwe verkoop moet word, of as dit gekleur of bedruk moet word. Die handdoeke wat in die gasvryheidsbedryf in Suid-Afrika gebruik word, is hoofsaaklik wit of naaswit, aangesien vlekke daarop maklik gedurende versorging deur bleiking verwyder kan word (Myburgh, 2004).

Bleikmiddels kan suur of alkalies wees (Kadolph & Langford, 2002:273). Bleiking vind vinniger plaas in alkaliese oplossings as in suuroplossings (Trotman, 1984:193). Mengel- en mengselstowwe van katoen en sintetiese vesels word gewoonlik gebleik met dieselfde bleikmiddels waarmee katoen normaalweg gebleik word, aangesien die sintetiese vesels gewoonlik wit genoeg is en nie verdere bleiking vereis nie. Waterstofperoksied word gewoonlik vir katoen/nylon-mengselstowwe gebruik (Carty & Byrne, 1987:55,56). Dié stowwe word na ontlyming en/of die wasproses met 'n oplossing van 'n bleikmiddel soos waterstofperoksied of hipochloriet deurweek en gestoom om die bleik-aksie tot stand te bring, terwyl 'n pH-waarde van ongeveer 10,5 gehandhaaf word. Daarna word die tekstielstowwe uitgespoel (Doshi *et al.*, 1997:23; Hatch, 1993:388).



Volgens Doshi *et al.* (1997:23) is kaliumpermanganaat 'n sterk oksideermiddel wat gebruik kan word vir die bleiking van katoen- en poliëstertekstielstowwe, asook vir katoen/poliëster-mengselstowwe. Die permanganaat-bleiking moet goed beheer word en hou dié voordele in dat dit minder tyd in beslag neem en eko-vriendelik is. In dié bleikproses hoef natriumhipochloriet, gevolg deur peroksiedbleiking in die geval van katoen, en natriumchloried in die geval van poliëster, nie gebruik te word nie. Giftige chloordioksiedgas word ook nie vrygestel nie. Die verlies aan breeksterkte, witheid en absorberendheid van katoen, asook poliëster/katoen-mengselstowwe, is vergelykbaar met dié van die konvensioneel gebleikte tekstielstowwe. Aksies om meetbare vermindering van water- en energieverbruik, asook chemiese insette wat skadelike afvalstowwe sal bekamp, geniet tans wêreldwyd en spesifiek ook in die Suid-Afrikaanse tekstielbedryf baie aandag (Jacka, 2001; Moritz, 2002).

Blackburn en Payne (2004:59) het ondersoek ingestel na die effek van tuisversorgingsprosedures op katoen handdoeke. Hulle wys daarop dat enige prosesse of behandelings wat die wasfrekwensie van produkte sal verminder, soos anti-mikrobiële afwerkings, die gebruiksliefteyd



van die produkte sal verleng en bykomend daartoe ook 'n betekenisvolle verlaging in energie-, water- en chemikalieverbruik sal meebring. Keoleian, Blackler, Denbow en Polk (1997:279) het watergebaseerde skoonmaakprosesse vir spesialiteitsitems as alternatief vir droogskoonmaak geëvalueer en gee voorkeur aan watergebaseerde skoonmaakprosesse vanuit 'n menslike gesondheids- en omgewingsvriendelike perspektief.

In Amerika beheer die *Environmental Protection Agency* die besoedeling van water, lug en geraas asook die verwydering van afvalstowwe. Die *American Textile Manufacturers Institute (ATMI)* het 'n program ingestel om omgewingsvriendelike praktyke binne die tekstielindustrie te bevorder (Kadolph & Langford, 2002:367,370).

Bleiking kan by hoë temperature in kierketels, in snoervorm "J-Box"-sisteme, deur 'n koue deurdrenk-en-lê-proses, óf in oop wydtes tekstielstowwe, met behulp van 'n reeks kombinasie-stomers gedoen word. Die snoervorm "J-Box"-bleikingsstelsel word steeds in die VSA en Italië gebruik, terwyl nuwer prosesseringseenhede soos die kombinasie-stomers in Turkye en Portugal gebruik word om oop wydtes tekstielstowwe te bleik (Patel, 1998:195). Volgens Trotman (1990:197) is die snoervorm "J-box" ontwikkel in 'n poging om die bleikproses aaneenlopend te laat plaasvind en is bleiking in kierketels meer effektief as die koue deurdrenk-en-lê-bleikingsproses.

Waterstofperoksied is 'n oksiderende bleikmiddel wat die effektiwste in 'n alkaliese oplossing werk (Kadolph & Langford, 2002:274). Bleiking met waterstofperoksied verlaag die risiko van verswakking deur oor-bleiking (Trotman, 1984:195). Doshi, *et al.* (1997:22) beskryf 'n proses waar waterstofperoksied-bleiking gelyktydig met die wasproses plaasvind. Hierdie proses kan binne een uur uitgevoer word, en die resultate daarvan is vergelykbaar met dié van die konvensionele proses. Boonop word 'n aansienlike hoeveelheid tyd, energie en water bespaar (Doshi *et al.*, 1997:22).

Doshi *et al.* (1997:22) skryf: "since the problem of AOX (absorbable organo halogen) is becoming grave, it is better to avoid the use of hypochlorite." 'n Sisteem waar katoen-mengselstowwe in die groustadium in 'n enkele stap ontlym, gewas en gebleik word met behulp van waterstofperoksied en ander byvoegings, word ook beskryf. Die resultate met betrekking tot witheid, behoud van witheid en absorberendheid is vergelykbaar met dié van die konvensionele proses (Doshi, *et al.*, 1997:22).

### 3. Katoen

Met ongeveer 44% van die wêreld se markaandeel, is katoen die vesel wat die meeste gebruik word (Cotton Australia, 2004:3). Naas klere (60%), word katoen meestal vir huishoudelike en ander instellings se tekstielgoedere (27,3%) gebruik (Hatch, 1993:164). Benewens die absorberendheid daarvan, is die feit dat katoen betreklik strawwe wasprosedures kan weerstaan, 'n belangrike voordeel van die gebruik daarvan vir handdoeke (Goynes & Rollins, 1971:226). Goynes en Rollins (1971:226) wys daarop dat een van die eienskappe van katoen wat bydra tot die wye gebruik daarvan, die verskeidenheid versorgingsprosedures is wat dit kan weerstaan, sonder dat die oorspronklike eienskappe daarvan verander.

#### 3.1. Fisiese struktuur

Die lang sel waaruit 'n katoenvesel bestaan, se struktuur is uiters kompleks (Carty & Byrne, 1987:2; Hatch, 1993:163). Uit 'n dwarsnit van katoenvesels kan 'n kutikula, primêre selwand, sekondêre selwand en lumen geïdentifiseer word. Die kutikula is 'n wasagtige film wat die primêre selwand bedek. Dié waslagie word grotendeels tydens vervaardiging in die was-en-bleikproses verwyder. Die primêre selwand is saamgestel uit 'n skede van spiraalvormige fibrille. Die sekondêre selwand, wat die grootste deel van die vesel vorm, bestaan uit konsentriese lae spiraalvormige fibrille. Die hol kanaal, wat eers die selsap bevat het, loop in die lengte van die sel. Dit val plat as die vesel droog word en sodra die sap verdamp het, en gee aanleiding tot die plat boontjievormige deursnit van die katoenvesel (Hatch, 1993:163; Kadolph & Langford, 2002:36). Onder die mikroskoop lyk 'n katoenvesel soos 'n plat, gedraaide lint (Carty & Byrne, 1987:2; Labarthe, 1975:20; Ling, 1972:53; Wingate & Mohler, 1984:229). Volgens Kadolph en Langford (2002:36) is hierdie plat, gedraaide voorkoms, met die kenmerkende kringelinge, uniek aan katoen.

Die stapellengte van katoenvesels is 'n bepalende faktor in kwaliteit, aangesien dit aanleiding gee tot die wyse waarop vesels gedurende die spinproses gehanteer word. Dit hou verband met die fynheid en sterkte van die vesels (Kadolph & Langford, 2002:35). Die lengte van katoenstapelvesels wissel van 1,87 tot 3,75 cm (Wingate & Mohler, 1984:229). Lang stapelvesels lewer gewoonlik 'n sagter en sterker tekstielstof (Kadolph & Langford, 2002:35).

#### 3.2. Chemiese aard

Die fibrille in die primêre en sekondêre spiraalvormige lae van die katoenvesel is saamgestel uit sellulose-polimere. Sellulose is relatief taai en duursaam. Dit bestaan slegs uit koolstof-, waterstof- en suurstofatome, in die formule,  $C_6H_{10}O_5$ , wat aandui dat elke sellulose-monomeer 6

koolstof-, 10 waterstof- en 5 suurstofatome bevat. Die monomere verbind om lang, lineêre kettings van glukose-eenhede met 'n graad van polimerisasie van meer as 6 000 te vorm (Hall, 1975:7; Hatch, 1993: 165; Kadolph & Langford, 2002:38).

Die chemiese reaktiwiteit van sellulose hou verband met die hidroksielgroepe (OH-groepe) van die glukose-eenheid. Hierdie groepe trek water aan en verbind daarmee. Die ruggraat van die polimeerketting is saamgestel uit koolstof-suurstof-koolstofbindings. Hierdie ruggraatstruktuur is meer blootgestel aan afbraak deur oksidasie as bindings van koolstof aan koolstof (Hatch, 1993:165). Chemikalieë soos chloorbleikmiddels breek die molekulêre ketting van sellulose af deur die suurstofatoom tussen die twee ringeenhede te beskadig en dus die ketting te laat breek. Die lengte van die ketting is 'n faktor in veselsterkte (Kadolph & Langford, 2002:38).

Ongeveer 60% tot 70% van die katoenvesel is kristallyn en 35% tot 30% is amorf (Hatch; 1993:165). Steadman (1997:29) bevestig dat kristalliniteit, wat aanleiding gee tot veseltaaiheid, 'n goeie aanduiding van garingsterkte is. Hoe hoër die kristalliniteit van 'n polimeerstruktuur, hoe hoër is die veselsterkte (Kadolph & Langford, 2002:21). Dit is dus 'n belangrike aanduiding van kwaliteit.

### **3.3. Eienskappe van belang by gebruik en versorging**

#### **3.3.1. Duursaamheid**

Katoenvesels het 'n matige breeksterkte of taaiheid (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:130). Die breeksterkte van droë katoen wissel van 3,5 tot 4,0 g per denier en die natsterkte is 4,5 tot 5,0 g per denier (Kadolph & Langford, 2002:39; Labarthe, 1975:21; Tortora, 1992:130; Wingate & Mohler, 1984:248). Katoenvesels is dus 10% tot 20% sterker wanneer dit nat is. Dit bring mee dat tekstielstowwe van katoen 'n strawwe was- en spinaksie tydens versorging kan weerstaan (Kadolph & Langford, 2002:39; Vanderhoff *et al.*, 1973:18; Wingate & Mohler, 1984:248).

Goynes en Rollins (1971:226) wys daarop dat daar ook 'n duidelike verskil tussen die nat- en droë-slytbestandheid van katoenvesels is. Droë vesels kraak of breek wanneer dit aan 'n skuuraksie blootgestel word. Veral katoenvesels is geneig tot fibrillering tydens die drogingsproses, wat 'n harde aanvoeling met 'n aansienlike verlies aan lywigheid tot gevolg het. Hieruit kan afgelei word dat 'n tuimeldrogingsproses nie langer as wat nodig is, moet aanhou nie (Lloyd & Adams, 1989:77).

Die duursaamheid van katoen word ook beïnvloed deur die uitwerking van chemiese stowwe, soos toegepas tydens vervaardiging en afwerking (sien 2.2), asook tydens versorging, wanneer was- of

bleikmiddels daarop gebruik word. Die effek van laasgenoemde sal onder afdeling 3.4 van dié hoofstuk bespreek word.

### 3.3.2. Absorbeervermoë

Van die vernaamste funksies van handdoeke is om vog te absorbeer. Hierin speel die vesels, garings, tipe konstruksie van die tekstielstof en afwerkingsprosesse 'n belangrike rol. Katoenvesels het 'n uitstekende absorbeervermoë en is dus uiters geskik vir die vervaardiging van handdoeke (Joseph, 1988:66; Ling, 1972:56; Taylor, 1981:24; Tortora, 1992:123). Katoen se absorbeervermoë hou verband met die hidroksielgroepe van die glukose-eenhede waaruit katoen bestaan (Kadolph & Langford, 2002:38). Die buitenste laag van die katoenvesel, die kutikula, wat aanvanklik 'n mate van waterwerendheid het, word grootliks tydens die was- en bleikingsprosesse tydens vervaardiging verwyder, wat ook tot groter absorberendheid van die katoenvesels aanleiding gee (Hatch, 1993:164). In vergelyking met sintetiese vesels, het katoen die vermoë om relatief groot hoeveelhede vloeistof te absorbeer (Carty & Byrne, 1987:2). Katoen het 'n vogbyslag van 7% tot 11%, in vergelyking met dié van poliëster, wat 0,4% is, en nylon, wat wissel tussen 2,8% en 5% (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:131). Selfs in tekstielstowwe waarin katoen met ander vesels, soos poliëster, vermeng word, word die goeie absorberendheid behou (Joseph, 1988:66).

Mercerisering is 'n afwerking wat op katoengarings en -tekstielstowwe toegepas word om die absorberendheid, glans en sterkte daarvan te verhoog. Tydens dié proses word die katoen met natriumhidroksied behandel (Kadolph & Langford, 2002:404). Die natriumhidroksied laat die vesels swel, wat 'n ronder dwarsnit en minder kringelinge tot gevolg het. Daar vind 'n herrangskikking in die molekulêre struktuur plaas, wat meer hidroksielgroepe beskikbaar stel, sodat meer water en substansie met 'n waterbasis geabsorbeer kan word. Dit laat die vogbyslag van die garings met ongeveer 11% verhoog (Kadolph & Langford, 2002:275; Trotman, 1984:49). Volgens Hughes (2004) word katoen wat in die vervaardiging van skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik word egter normaalweg nie gemerceriseer nie.

Katoengarings se absorberendheid verminder hoe stywer die garings gedraai word (Tortora, 1992:278). 'n Lae tot matige draaiing word dus vir katoenstapelgarings vir poolstowwe gebruik (Kadolph & Langford, 2002:155). Deur die geskikte tekstielstofkonstruksie, soos poolbinding, te gebruik word die absorberendheid van die eindprodukte verder verhoog (Ling, 1972:57).

Tekstielstowwe van katoen word nie maklik droog nie (Ling, 1972:57; Tortora, 1992:131). Dit kan daaraan toegeskryf word dat die watermolekules met die hidroksielgroepe van die glukose-eenhede bind en dan tydens verdamping uit die vesel vrygelaat moet word (Kadolph, 1998:200).

### **3.3.3. Dimensionele stabiliteit**

Alle katoentekstielstowwe krimp (Joseph, 1988:66; Kadolph & Langford, 2002:39), veral gedurende die eerste paar versorgingsiklusse, en veral in die skeringrigting, as gevolg van ontspanningskrimping (Carty & Byrne, 1987:19; Hatch, 1993:60; Tortora, 1992:131). Wanneer die tekstielstof in aanraking kom met water, vind 'n strukturele herrangskikking in die konstruksie van die geweefde tekstielstof plaas (Hatch, 1993:60). Breistowwe krimp omdat die breilusse tydens vervaardiging verleng en die tekstielstof gedurende die wasproses ontspan, sodat elke breilus terugkeer na sy oorspronklike posisie (Kadolph & Langford, 2002:297). Katoentekstielstof wat in warm water gewas en in 'n warm tuimeldroër drooggemaak word, sal meer krimp as wanneer dit by 'n laer temperatuur versorg word (Kadolph & Langford, 2002:39). Die krimping verhoog die weef- of breidigtheid van tekstielstowwe en by die toetsing van breeksterkte vóór en ná versorgingsiklusse moet 'n aanpassing hiervoor gemaak word, sodat dieselfde aantal garings se breeksterkte getoets word (Ulrich & Mohamed, 1982:39). In die geval van breistowwe, word die persentasie krimping in berekening gebring wanneer die breeksterkte bepaal word.

### **3.3.4. Effek van temperatuur**

Katoen is nie termoplasties nie en sal nie smelt in die teenwoordigheid van hitte nie (Tortora, 1992:131). Normale blootstelling aan hitte gedurende roetine-versorgingsprosedures sal katoen nie beskadig nie. Wit katoenstowwe kan in baie warm (95°C) water gewas word, maar gekleurde katoenstowwe moet nie bo 60°C gewas word nie. Katoen kan ook by hoë temperature (220°C) gestryk word. Minder kreukeling vind plaas wanneer katoenstowwe getuimeldroog word (Carty & Byrne, 1987:3; Joseph, 1988:67; Kadolph & Langford, 2002:39). Die temperatuur in 'n tuimeldroër behoort nie hoër as 93°C te styg nie, aangesien dit degradasie kan versnel (Trotman, 1984:44). Indien katoen vir etlike ure aan droë hitte by 120°C blootgestel word, sal dit begin vergeel. Die blootstelling aan droë hitte by ongeveer 150°C sal geleidelike afbreking veroorsaak in die teenwoordigheid van suurstof, as gevolg van oksidasie en die vorming van oksi-sellulose. Temperature bo 250°C sal die beskadiging versnel (Cook, 1984:69; Joseph, 1988:67; Tortora, 1992:131; Trotman, 1984:44).

## **3.4. Geskikte versorgingsprosedures**

Soos in afdeling 3.3.1 van die hoofstuk vermeld, kan katoen tydens versorgingsprosedures 'n strawwe was-aksie weerstaan. As gevolg van katoen se hidrofiliese aard, is die vesels geneig om vuilheid uit water te absorbeer. Vuilheid word in die kringelinge van die vesels vasgevang en dit vereis 'n strawwe was-aksie by 'n hoë temperatuur om te verwyder (Hatch, 1993:167). Kadolph en Langford (2002:39) wys daarop dat katoen alle tipes vuilheid geredelik loslaat, selfs in koue water, mits die items nie baie vuil is nie.

Katoen, wat hoofsaaklik uit sellulose bestaan, is hoogs bestand teen alkalië, maar word afgebreek deur sure, oksideermiddels en chloorbleikmiddels (Cook, 1984:70; Hall, 1975:7; Kadolph & Langford, 2002:40; Labarthe, 1975:21; Tortora, 1992:132; Vanderhoff *et al.*, 1973:18). Die meeste sintetiese detergente en natuurlike sepe is alkalies, en katoen kan dus selfs in sterk detergente gewas word (Joseph, 1988:67; Kadolph & Langford, 2002:39; Wingate & Mohler, 1984:248). Katoen word ook nie deur vetoplosmiddels geaffekteer nie (Ruth, 1972:10).

Sellulosemolekules word gehidroliseer deur sure. Hidrolise verlaag die graad van polimerisasie en gevolglik die sterkte van die vesel. Die tempo en mate van hidrolise sal afhang van die tipe suur, die pH-waarde en die konsentrasie daarvan asook die temperatuur van die oplossing (Carter, 1972:5; Trotman, 1984:39). Katoen word vinnig deur gekonsentreerde sure soos swawelsuur, soutsuur en salpetersuur vernietig, veral teen hoë temperature. Selfs verdunde sure verswak katoen (Carty & Byrne, 1987:3; Joseph, 1988:67; Labarthe, 1975:21; Ling, 1972:58). Indien verdunde suur-oplossings toegelaat word om op die tekstielstof droog te word sonder dat dit afgespoel is, kan dit ook die katoentekstielstof vernietig (Wingate & Mohler, 1984:231).

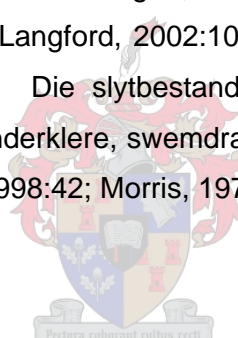
In teenstelling met bogenoemde literatuur skryf Joseph (1988:68) dat natriumperboraat en ander suurstofbleikmiddels op katoen gebruik kan word. Jokelainen en Kujala (1984:336) waarsku in dié verband dat 'n verhoging in die wastemperatuur na 90°C kan lei tot 'n afname in die sterkte en taaiheid van katoen, omdat die oksidasie-reaksie van natriumperboraat by hierdie temperatuur 'n maksimum vlak bereik. Katoen reageer egter met chloorbleikmiddels en kan verswak word deur die oormatige gebruik daarvan, veral in hoë konsentrasies en by hoë temperature (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:123). Bleikmiddels moet dus onder beheerde toestande gebruik word, volgens vervaardigers se voorskrifte (Ling, 1972:58; Wingate & Mohler, 1984:231). Soos voorheen gemeld, breek chloorbleikmiddels die molekulêre ketting van sellulose af deur die suurstofatoom tussen die twee ringeenhede te beskadig. Die lengte van die ketting is 'n faktor in veselsterkte (Kadolph & Langford, 2002:38). Koue verdunde chloorbleikmiddels soos *Jik* en *Javellewater* ('n helder oplossing van natriumchloried en natriumhipochloriet), is nie skadelik vir die katoenvesels nie en kan selfs oor 'n lang tydperk op wit katoen gebruik word. Dit moet net deeglik uit die tekstielstof gespoel word (Ling, 1972:28,56). Indien bleikmiddels onverdund gebruik word of nie behoorlik uitgespoel word nie, word oksid-sellulose uit die sellulose van die vesels gevorm deur middel van 'n oksidasie-reaksie (Trotman, 1984:39). Oksi-sellulose is oplosbaar in alkalië. Katoen wat te veel gebleik is, is permanent beskadig en sal geleidelik gedurende daaropvolgende wassiklusse disintegreer. Hoewel die produkte van oksidasie nie noodwendig 'n afbreking in die polimeerketting van die vesels veroorsaak nie, word die vorming van oksid-sellulose nogtans gekenmerk deur 'n afname in die graad van polimerisasie (Ling, 1972:28,56; Ruth, 1972:10; Trotman, 1984:40; Wingate & Mohler, 1984:231).

Soos in 3.3.4 van dié hoofstuk bespreek, sal normale blootstelling aan hitte tydens roetine-versorgingsprosedures katoen nie beskadig nie. Wit katoen kan baie warm (95°C) wastemperature weerstaan, maar gekleurde katoen behou kleur beter as dit net in warm water (50°C) gewas word (Jakobi & Löhr, 1987:195,199; Joseph, 1988:67; Kadolph & Langford, 2002:39; Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur, 1991:3; Taylor, 1981:24; Tortora, 1992:123; Wingate & Mohler, 1984:231). Wat tuimeldroging betref, moet katoen, soos in afdelings 3.3.1 en 3.3.4 van die hoofstuk vermeld, nie oormatig gedroog word nie.

#### 4. Nylon

Elf persent (11%) van alle kunsvesels wat in 2003 geproduseer is, was nylon (Man-made fibres since 1970, 2004:2). Nylon se voordelige eienskappe, soos duursaamheid, veelsydigheid en dat dit min sorg vereis, bring mee dat dit baie algemeen gebruik word (Man-made fibres since 1970, 2004:2; Kadolph & Langford, 2002:102; Wingate & Mohler, 1984:365). Die feit dat nylon met ander vesels vermeng kan word om eienskappe soos sterkte, slytbestandheid, goeie dimensionele stabiliteit en vormbehoud aan die tekstielstof te gee, dra by tot die gewildheid daarvan (Hegde, Dahiya & Kamath, 2004:1; Kadolph & Langford, 2002:102; Kelley, s.a.:1; Lyle, 1982:146; Morris, 1977:32; Vanderhoff *et al.*, 1973:63). Die slytbestandheid van nylon maak dit geskik vir 'n verskeidenheid gebruike, waaronder onderklere, swemdrag, sportdrag en selfs gebruike in motors gelys word (Joseph, 1988:98; Isaacs, 1998:42; Morris, 1977:32; Vanderhoff *et al.*, 1973:64).

##### 4.1. Fisiese struktuur



Gewone nylon het 'n perfek uniforme, ronde dwarssnit en dit word in 'n verskeidenheid diktes en sterktes vervaardig (Kadolph & Langford, 2002:97; Ling, 1972:120). Nylon is as filament- of stapelwesels beskikbaar en kan in verskillende deursnitvorme en -groottes geëkstraheer word om verskillende eienskappe aan tekstielstowwe te verskaf (Kadolph & Langford, 2002:97).

##### 4.2. Chemiese aard

Nylon word deur die "Federal Trade Commission" gedefinieer as 'n kunsvesel waarvan die veselvormende substans enige langketting- sintetiese poliamied is, waarvan minder as 85% van die amiedbindings direk aan twee aromatiesse ringe verbind is (Kadolph & Langford, 2002:97; Labarthe, 1975:126; Lyle, 1982:143; Tortora, 1992:179). Die amiedgroepe waaruit nylon saamgestel is, bestaan uit die elemente koolstof, suurstof, stikstof en waterstof, wat lang, reguit molekulêre kettings, sonder sykettings of kruisbindings, vorm (Hall, 1975:58; Kadolph & Langford, 2002:98; Isaacs, 1998:41). Die lineêre sigsag-formasie van die polimeerkettings laat baie stywe pakking van polimere in die polimeerstrukture en 'n hoë graad van kristalliniteit toe.

Waterstofbindings tussen die  $-C=O-$  en  $-N-H$ -groepe dra verder by tot die sterkte van die vesels (Hatch, 1993:203). Hegde *et al.* (2004:1) skryf ook dat nylon se hoë sterkte, taatheid, slytbestandheid en goeie chemiese weerstand toegeskryf kan word aan die amiedgroepe wat waterstofbindings tussen poliamiedkettings verskaf. Die veseleienskappe van verskillende soorte nylon verskil na gelang van die chemiese samestelling van die nylon. Nylon 6.6 is byvoorbeeld moeiliker om te kleur as nylon 6, maar kan hoër temperature weerstaan (Hatch, 1993:204; Kadolph & Langford, 2002:97). Nylon 6 en nylon 6.6 is soortgelyk in vorm, maar nylon 6 word deur een verbinding, kaprolaktaan, met slegs ses koolstofatome gevorm, terwyl nylon 6.6 deur die polimerisasie van twee substansie, heksametileen-diamien en adipiensuur, gevorm word, met ses koolstofatome per molekule (Miller, 1992:47). Albei materiale lewer produkte met uitstekende veselvormende eienskappe (Carty & Byrne, 1987:5).

Sekere eienskappe soos taatheid en sterkte word deur koudtrekking van die filamente, met gepaardgaande verbetering in molekulêre oriëntasie, beheer. Tydens koudtrekking word die molekulêre kettings in die amorfiese areas in die rigting van die vesel-as georiënteer, wat lei tot hoë kristalliniteit, met gepaardgaande verhoging in sterkte en taatheid en verlaging van absorbeervermoë. In die geval van nylon gly die polimere, wat met waterstofbindings aanmekaar gehou word, gedurende hierdie proses by mekaar verby om die georiënteerde struktuur te vorm (Hegde *et al.*, 2004:2).

### 4.3. Eienskappe van belang by gebruik en versorging

#### 4.3.1. Duursaamheid

Bykomend tot die uitstekende sterkte (3,7 tot 7,2 g/denier), het nylon ook 'n besondere slytbestandheid (Joseph, 1988:97; Kadolph & Langford, 2002:25,99). Nylonvesels swel en die sterkte daarvan neem met sowat 15% af wanneer dit nat is (Hatch, 1993:207; Kadolph & Langford, 2002:100; Taylor, 1981:15; Wingate & Mohler, 1984:361). Die verandering vind plaas omdat die waterstofbindings in die amorfiese areas van die vesel breek wanneer watermolekules geabsorbeer word. Die reaksie word vererger by hoë temperature (Hatch, 1993:207).

In teenstelling met katoen wat tydens vervaardiging en afwerking beskadig kan word, is kunsvesels wit, skoon en sonder onsuiverhede en is was en bleiking daarvan nie nodig nie (sien afdeling 2.2). Mengelstowwe van katoen en nylon word tydens vervaardiging met dieselfde was- en bleikmiddels behandel as waarmee katoen normaalweg behandel sou word. Die chemiese weerstand van nylon is oor die algemeen goed en die uitwerking van chemiese stowwe op nylon sal in meer detail in afdeling 4.4 van dié hoofstuk bespreek word.



### **4.3.2. Absorbeervermoë**

Nylon het 'n lae absorbeervermoë, wat veroorsaak dat die tekstielstof vinnig sal droog word nadat dit gewas is (Nylon: Silky to Super Strong, 1997:62; Joseph, 1988:99; Kadolph & Langford, 2002:99; Ling, 1972:122; Lyle, 1982:146; Miller, 1992:48; Tortora, 1992:183). Nylon se vogbyslag is die hoogste van alle sintetiese vesels met 4,0% tot 4,5% vir nylon 6.6 en 2,8% tot 5,0% vir nylon 6 (Kadolph & Langford, 2002:99).

### **4.3.3. Dimensionele stabiliteit**

Nylonvesels en -tekstielstowwe is dimensioneel stabiel indien dit gehitteset is (Tortora, 1992:183). Dit sal dus nie krimp of onder gewone gebruiksomstandighede vorm verloor nie (Isaacs, 1998:42).

### **4.3.4. Effek van temperatuur**

Nylon is termoplasties en sal dus beskadig word indien dit in kontak kom met warm oppervlakke bo 110°C (Carty & Byrne, 1987:5; Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur, 1991:5; Hall, 1975:63; Joseph, 1988:99). Die smeltpunt van nylon wissel tussen 210°C en 260°C, afhangend van die tipe nylon (Labarthe, 1975:133; Ling, 1972:122). Joseph (1988:99) en Tortora (1992:183) noteer 'n smeltpunt van ongeveer 260°C vir nylon 6.6 en 210°C vir nylon 6. Hierdie verskille kan toegeskryf word aan die feit dat nylon 6 en nylon 6.6 uit verskillende substansie gevorm word, soos in 4.2 genoem is. Van besondere belang vir dié studie is dat Ling (1972:123) aanvoer dat katoen/nylon-mengelstowwe by temperature van tot 70°C gewas en 93°C drooggemaak kan word, maar laag tot matige temperature word aanbeveel (Hatch, 1993:207; Tortora, 1992:183). Volgens Morris (1977:32) kan die waardes waarby nylon versag egter met soveel as 70°C verminder in die teenwoordigheid van vog.

## **4.4. Geskikte versorgingsprosedures**

Die keuse van die strafheid van die wasproses en die manier waarop vuilheid van nylon-tekstielstowwe verwyder word, word beïnvloed deur die feit dat nylon in die teenwoordigheid van water swel, die termoplastiese aard van nylon en die effek van hierdie reaksies op die vesels se meganiese eienskappe, soos breeksterkte, verlenging en slytbestandheid (Hatch, 1993:206; Joseph, 1988:98). 'n Warm wastemperatuur van 50°C, met 'n matige wrywingsaksie tydens was-, spin- en drogingsiklusse, word aanbeveel (Hatch, 1993:206).

Die chemiese weerstand van nylon is oor die algemeen goed. Nylonvesels het uitstekende bestandheid teen alkalië en die meeste detergente en vlekverwyderaars sal dit nie beskadig nie (Joseph, 1988:68; Kelley, s.a.:2; Miller, 1992:48; Walter, 1998:75). Nylon word nie ernstig beïnvloed deur verdunde sure nie, alhoewel dit deur sterk sure beskadig word (Ling, 1972:121; Tortora, 1992:183; Vanderhoff *et al.*, 1973:63). Die meeste bleikmiddels, insluitend chloor- en

ander suurstofbleikmiddels, kan met veiligheid op nylon- tekstielstowwe gebruik word (Carter, 1971:94; Joseph, 1988:101; Walter, 1998:75; Wingate & Mohler, 1984:360).

## **5. Poliëster**

Schmidt, Bach en Schollmeyer (2002:1023) rapporteer dat poliëster 'n markaandeel van 34% in die wêreld het. Poliëster het 63% van alle kunsvesels wat gedurende 2003 geproduseer is, uitgemaak (Man-made fibres since 1970, 2004:2). Volgens Hatch (1993:213) word ongeveer 17% van poliëstervesels vir huishoudelike tekstielgoedere aangewend. Aangesien poliëster 'n sterk vesel is en vir 'n verskeidenheid gebruike geskik is, voldoen dit aan die vraag van verskeie industrieë in die mark (Mason, 1999:58).

Die algemene vraag na onder andere ligter tekstielstowwe het volgens Ford (1994:10) gelei tot die vermenging van poliëster in katoenstowwe. In mengelstowwe dra poliëster by tot maklike versorging, sterkte en slytbestandheid en in poliëster/katoen-mengelstowwe word die minsorg-eienskappe van poliëster gekombineer met die goeie absorberendheid van katoen (Joseph, 1988:109; Ling, 1972:186). Poliëster-filamentgarings word waarskynlik in skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik om die sterkte en duursaamheid te verbeter.

### **5.1. Fisiese struktuur**

Gewone poliëstervesels is staafvormig met 'n ronde dwarssnit en kan as filament- of stapelvesels in verskeie diktes en sterktes vervaardig word. Poliëstervesels in filamentvorm is baie veelsydig, terwyl stapelvesels met baie ander vesels vermeng kan word om die positiewe eienskappe daarvan verder uit te brei. Aangesien poliëster deur die smeltspinningsproses vervaardig word, kan 'n groot verskeidenheid vorms, soos drielobbige of ovaalvormige vesels, geproduseer word, afhangend van die veseleienskappe wat verlang word (Kadolph & Langford, 2002:104; Ling, 1972:127; Vanderhoff *et al.*, 1973:66).

### **5.2. Chemiese aard**

Poliëster word deur die Federal Trade Commission gedefinieer as kunsvesels waarvan die veselvormende substans enige langketting- sintetiese polimeer is, wat bestaan uit minstens 85% (per gewig) van 'n ester of 'n plaasvervangende aromatiese karboksiesuur, wat tereftalaat-eenhede insluit, maar nie daartoe beperk is nie, en para-plaasvervangende hidroksie-bensoaat-eenhede (Kadolph & Langford, 2002:104; Labarthe, 1975:154; Tortora, 1992:191).

Ongeveer 65% van 'n poliësterveselarea is amorf, terwyl die res van die veselarea kristallyn is. Selfs in die amorfiese areas is die polimere hoogs georiënteerd tot die vesel-as en kan dit stewig saampak (Kadolph & Langford, 2002:104). Poliëstervesels word volgens 'n smeltspinningsproses vervaardig en die vesels word warmgetrek om die molekules dan verder te oriënteer en sodoende die sterkte, verlengbaarheid en taaiheid daarvan te verhoog. Die blootstelling van termoplastiese vesels aan hoë temperature tydens trekking verhoog die mate van uitrekking wat plaasvind en dit lei tot hoë sterkte (Hegde *et al.*, 2004:3).

### **5.3. Eienskappe van belang by gebruik en versorging**

#### **5.3.1. Duursaamheid**

Die slytbestandheid, sterkte en taaiheid van poliëster is uitstekend, maar nie so hoog soos dié van nylon nie (Carty & Byrne, 1987:6; Ling, 1972:128; Taylor, 1981:15; Walter, 1998:75). Daar is nie 'n noemenswaardige verskil tussen die nat en droë sterkte (2,4 tot 7,0 g/denier) van poliëster nie (Kadolph & Langford, 2002:25,105).

Soos in afdeling 2.2 van hierdie hoofstuk vermeld, is kunsvesels skoon en sonder onsuiverhede en is die was en bleiking daarvan, tydens vervaardiging, nie nodig nie. Die chemiese weerstand van poliëster is oor die algemeen baie goed. Die effek van chemiese stowwe op poliëster sal in meer detail in afdeling 5.4 van die hoofstuk bespreek word.

#### **5.3.2. Absorbeer vermoë**

Poliëster se absorbeer vermoë is baie laag (Carty & Byrne, 1987:6; Joseph, 1988:105; Ling, 1972:128; Taylor, 1981:31; Vanderhoff *et al.*, 1973:66; Wooten, 1979:137). Dit het 'n vogbyslag van 0,4% (Kadolph & Langford, 2002:25). Tekstielstowwe wat van poliëster vervaardig is, word dus vinnig droog (Kadolph & Langford, 2002:106; Mason, 1999:58). Wanneer poliëster in mengselstowwe saam met katoen vermeng word, word die minorg-eienskappe van poliëster gekombineer met die goeie absorberendheid van katoen (Ling, 1972:186). Poliëster-filamentgarings word dikwels in 'n gedeelte van die skeringgebreide terriestofhanddoeke se basisstruktuur gebruik, waarskynlik weens die sterkte, taaiheid en laer koste van poliëster in vergelyking met dié van katoen.

#### **5.3.3. Dimensionele stabiliteit**

Poliëster word nie deur water geaffekteer nie en daar is nie 'n verskil in die nat en droë sterkte, taaiheid en slytbestandheid van die vesels nie. Poliëstervesels en -tekstielstowwe is, soos nylon, dimensioneel stabiel indien dit gehitteset word. Dit sal dus nie onder gewone gebruiksomstandighede krimp nie. Weens slytbestandheid, veerkragtigheid en dimensionele stabiliteit kan dit herhaalde was- en drogingsiklusse weerstaan (Kadolph & Langford, 2002:104).

#### 5.3.4. Effek van temperatuur

Poliëster is 'n termoplastiese vesel wat 'n smeltpunt tussen 250°C en 288°C het (Carty & Byrne, 1987:6; Joseph, 1988:106; Ling, 1972:127; Taylor, 1981:31; Tortora, 1992:195; Wingate & Mohler, 1984:372). Poliëster het die beste termiese weerstand van al die sintetiese vesels (Hatch, 1993:219). Die hitesensitiwiteit van poliëster is soortgelyk aan dié van nylon 6.6, maar heelwat hoër as dié van nylon 6 (Miller, 1992:50; Schmidt *et al.*, 2002:1030). Schmidt *et al.* (2002:1030) wys daarop dat poliëster stabiel bly tot 'n temperatuur van 120°C. Dit moet in warm water (50°C) gewas word met die nodige wrywingsaksie tydens was- en spinsiklusse. Baie warm water (60°C) mag nodig wees om olierige vuilheid te verwyder, aangesien poliëster oleofilies van aard is. Dit kan egter kreukeling en kleurverlies meebring. Drogings-temperatuur van laer as 150°C word vir poliëster aanbeveel (Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur, 1991:3). Hatch (1993:219) skryf dat poliëster 70% tot 80% taaieheid behou, selfs by verlengde blootstelling aan temperature bokant 150°C. Die vermoede bestaan dat mengsels van katoen en poliëster ook by hoër temperature gewas en gedroog kan word, soos Ling (1972:123) vermeld het met betrekking tot katoen- en nylonmengelstowwe.

#### 5.4. Geskikte versorgingsprosedures

Poliëster word oor die algemeen maklik versorg. Poliëstertekstielstowwe word vinnig droog en bly stabiel na herhaalde wasse, aangesien die hoë slytbestandheid en sterkte van poliëster nie deur die teenwoordigheid van water beïnvloed word nie (Joseph, 1988:108; Kadolph & Langford, 2002:107; Mason, 1999:60; Wingate & Mohler, 1984:371).

Die chemiese bestandheid van poliëster is uitstekend. Dit kan met detergente gewas word en is bestand teen chloor- en ander suurstofbleikmiddels (Carty & Byrne, 1987:6; Kadolph & Langford, 2002:107; Ling, 1972:128; Mason, 1999:58; Miller, 1992:50; Tortora, 1992:195; Wingate & Mohler, 1984:372). Poliëster word gedegradeer in baie sterk alkalië (Kadolph & Langford, 2002:28).

Soos in 5.3.2 gerapporteer word, dra die byvoeging van poliëster by katoen in mengelstowwe tot maklike versorging by en reageer die mengelstowwe goed tydens wasprosesse (Joseph, 1988:109; Ling, 1972:186).

### 6. Standaard industriële versorgingsprosedures

Die was en skoonmaak in 'n vloeibare wasoplossing is 'n interaktiewe proses waartydens verskeie fisiese en chemiese aspekte 'n rol speel. Dié proses kan breedweg as die verwydering van onoplosbare vuilheid en partikels met behulp van water en/of 'n vloeibare oppervlak-aktiewe

oplossing en die oplossing van wateroplosbare partikels gedefinieer word (Jakobi & Löhr, 1987:7). Die was en versorging van tekstielgoedere is nie alleen nodig vir die behoud van voorkoms nie; dit moet ook higiënies en skoon gehou word. Die toestand tydens die was- en drogingsiklusse asook tydens die stryk van tekstielgoedere hang daarvan af of dit in 'n industriële wassery of tuis uitgevoer word (Jakobi & Löhr, 1987:199). Volgens die Fabric Care Research Association (1993:3) behoort items wat in industriële wasserye versorg word, so na as moontlik aan die oorspronklike toestand herstel te word, sonder dat onnodige wrywing en chemiese verandering plaasvind óf dat dit 'n verandering in voorkoms en aanvoeling ondergaan. Die effektiwiteit van die versorgingsprosesse word dan gemeet in terme van die tyd, middels, energie en arbeid wat gebruik is om dié doel te bereik.

In industriële wasserye is die gebruik van lot-tipe wasmasjiene voordelig wanneer 'n verskeidenheid kleiner wasbondels versorg moet word. Hierdie masjiene het egter baie toesig nodig, wat die gebruik daarvan duurder maak. Die vraag na minder handarbeid het gelei tot die ontwikkeling van die kontinue wasmasjiene wat ononderbroke werk en dus bedryfskoste laag hou. Hierdie wasmasjiene is ideaal vir gebruik in wasserye wat groot hoeveelhede groot wasbondels, soortgelyk in aard, moet hanteer. Industriële wasserye gebruik ook eerder hoëdrukstoom as bron van hitte, as om die water wat tydens die wasproses gebruik word, elektries te verhit. Die hitte van die stoom word direk of indirek na die wasoplossing gelei, wat dan die verhitting laat plaasvind en sodoende die wasproses aansienlik verkort (Jakobi & Löhr, 1987:219).

Die wasprosedures en -toerusting en die faktore wat 'n rol tydens die wasproses speel sal vervolgens bespreek word. Daar sal ook spesifiek verwys word na die was- en drogingsiklusse wat op hierdie studie van toepassing was. Klem word gelê op die chemikalieë wat tydens die wasprosedures gebruik word, aangesien dit 'n groot invloed op die duursaamheid van tekstielstowwe kan hê.

## **6.1. Wassiklus**

### **6.1.1. Wasprosedures**

Kommersiële wasprosedures word in 'n groter mate beheer en wasladings is ook heelwat groter as huishoudelike wasprosedures (Higginbotham, 1976:43; Tortora, 1992:528). Sodra vuil wasgoed die industriële wassery binnekom, moet etikette daaraan geheg word, aangesien wasserye 'n hele aantal kliënte terselfdertyd moet bedien (Tortora, 1992:528). Kleuroordrag, krimpings en die vorming van donsies word voorkom deur die wasbondels voor die wasproses te sorteer (Commercial Laundering, 2003). Die wasbondels word normaalweg op grond van hul versorgingsetiket geklassifiseer, maar kan ook volgens die temperatuur en graad van agitatie wat tydens die wasproses plaasvind, gesorteer word (Jakobi & Löhr, 1987:203).

Kontinue wasmasjiene word hoofsaaklik in twee groottes verkry, wat onderskeidelik ladings van 36 kg of 50 kg kan hanteer. 'n Masjien wat 36 kg-ladings kan hanteer, bestaan gewoonlik uit 'n maksimum van 21 kompartemente, terwyl masjiene wat 50 kg-ladings hanteer, uit nie meer as 15 kompartemente bestaan nie (Barrie, 1994:221; Fabric Care Research Association, 1993:9). Volgens Jakobi & Löhr (1987:221) is dit baie belangrik dat masjiene met die regte grootte lading gelaai word. Die betrokke kontinue wasmasjien wat tydens hierdie studie gebruik is, hanteer ladings van 35 kg en bestaan uit twaalf kompartemente; daarom word wasbondels, nadat dit gemerk en gesorteer is, geweeg om te verseker dat die wasmasjien nie onder- of oorlaai word nie. Hierdie wasbondels word dan op 'n vervoerband gelaai wat dit in die kontinue wasmasjien invoer om gewas te word.

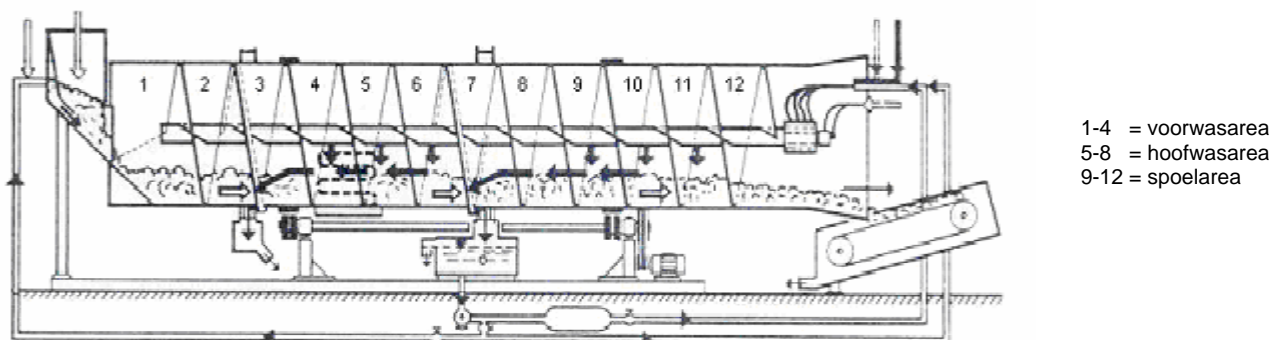
Tydens die wasproses word die nat wasgoed geskommel deur die beweging van die wasmasjien. Vuilheid word afgebreek en die kleiner deeltjies deur die detergent geëmulgiseer en dan van die wasgoed afgelig deur die aksie van die detergentmolekules. Die detergent wat die vuilheid omring, voorkom dat dit weer op die wasgoed neerslaan gedurende die wasproses. Wanneer die wasgoed uitgespoel word, word die vuilheid saam met die detergent weggespoel (Tortora, 1992:513).

Volgens Tortora (1992:528) gebruik verskillende wasserye verskillende detergentformules en prosedures. Items wat gebleik kan word, word aan verskeie behandelings met seep of detergente onderwerp. Temperature tydens die wasproses wissel tussen 52°C en 71°C. Chloorbleiking vind vir drie tot vyf minute plaas by 71°C. Die wasgoed wat gebleik kan word, word ook drie tot vier maal gespoel. Elke spoelsiklus se temperatuur is laer as dié van die vorige. Daarna word die wasgoed in 'n suuroplossing gewas en laastens met optiese kleurverhelderaar behandel. Tydens die spoelproses kan stysel bygevoeg word. Die doel van die was in 'n suuroplossing is om die alkaliniteit van die water te neutraliseer, ystervlekke te verwyder, bakterieë dood te maak en om oortollige bleikmiddel te neutraliseer. Tipiese sure wat gebruik word, is asynsuur, natriumbisulfiet en oksaalsuur. Oortollige water word na die finale spoel deur middel van 'n ekstraheerder van die tekstielstowwe verwyder. Na ekstrahering word die wasbondel deur middel van 'n vervoerband na 'n spindroër vervoer. Die artikels word eers van mekaar losgemaak en dan na 'n tuimeldroër vervoer om drooggemaak te word (Jakobi & Löhr, 1987:221; Tortora, 1992:528). Die wasprosedure in 'n kontinue wasmasjien soos dié wat in die studie gebruik is, behoort net minder as 33 minute te duur (JohnsonDiversey, 2004).

### **6.1.2. Wasapparaat**

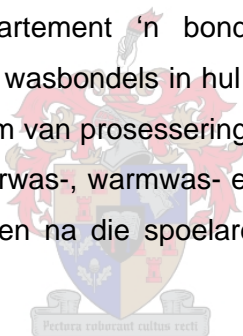
Sommige industriële wasserye maak gebruik van wasmasjiene wat uit 'n roterende silindriese houder bestaan, waarin die wasoplossing gehou word. Die kontinue wasmasjien sal in meer detail beskryf word, aangesien die handdoeke wat in hierdie studie gebruik is, daarin gewas is. Soos

hierbo vermeld, is hierdie masjien gebaseer op 'n sisteem van kontinue prosessering deur die inlaai, was, water-ekstraksie en tuimeling van wasgoed (Fabric Care Research Association, 1993:3,4). 'n Illustrasie van 'n kontinue wasmasjien word in Figuur 2.2 gegee.



**FIGUUR 2.2 ILLUSTRASIE VAN 'N TIPIESE KONTINUE WASMASJIE (Jakobi & Löhr, 1987:221).**

Die binnekant van die tunnel van die kontinue wasmasjien is ontwerp in die vorm van 'n Archimedes-skroef, waar elke kompartement 'n bundel wasgoed hanteer. Die normale wasbeweging van die skroef behou die wasbondels in hul afskortings, maar 'n draai van 360° laat die wasbondels na die volgende stadium van prosessering beweeg. Die tunnel is dus opgedeel in kompartemente wat deel vorm van voorwas-, warmwas- en spoelareas. Die wasbondels beweeg vanaf die voorwasarea deur die masjien na die spoelarea (Fabric Care Research Association, 1993:4; Jakobi & Löhr, 1987:221).



Die kontinue wasmasjien is ontwerp om water, stoom en chemikalieë te bespaar. Die kontravloei-sisteem word gebruik, waarin die vloei van water en die beweging van die wasbondels in teenoorgestelde rigtings plaasvind. 'n Interne herwinnings-sisteem maak die beste gebruik van water (Barrie, 1994:221; Fabric Care Research Association, 1993:4,9; Jakobi & Löhr, 1987:221). Barrie (1994:221) wys daarop dat die kontinue wasmasjiene 7000 tot 10 000 kg bedlinne daagliks kan hanteer. Skoon water word in kompartement elf (in die spoelarea) by die wasbondel gevoeg, waarna dit terugwaarts vloei na kompartement agt in die hoofwasarea. Daarna word die water gedreineer en weggevoer na waar dit tydens die voorwasproses (kompartemente een tot vier) gebruik sal word. Die water wat deur die pars geëkstraheer word na die was- en spoelprosesse word ook herwin en in die voorwasarea gebruik (Fabric Care Research Association, 1993:10,14).

### **6.1.3. Faktore wat 'n rol speel in die wasproses**

#### **6.1.3.1. Ladingsvlak ("degree of loading")**

Die ladingsvlak word deur die Fabric Care Research Association (1993:6) gedefinieer as die gewig van die wasbondel in verhouding tot die volume van die kompartement van die wasmasjien. Dit

word uitgedruk as gewig per volume. Die regte ladingsvlak is uiters noodsaaklik vir effektiwiteit en vir die behoud van hoë standarde tydens die wasproses. Oorlaaiing inhibeer die effektiewe verwydering van vuilheid en spoel van items aangesien daar nie genoeg plek in die kompartement is vir die wasbondel om rond te beweeg nie. Wanneer wasmasjiene nie vol genoeg gelaai word nie, beteken dit 'n afname in produktiwiteit. Dit veroorsaak egter ook dat die items aan meer wrywing blootgestel word as gevolg van verhoogde agitatie (Fabric Care Research Association, 1993:2).

#### **6.1.3.2. Vlak van vloeistof in die masjienkompartement (“dip”)**

Daar is hoofsaaklik drie redes waarom die vlak van vloeistof in die masjienkompartemente belangrik is gedurende enige stadium van die wasproses. Eerstens word die hoeveelheid meganiese wrywing waaraan die wasbondel blootgestel word, beheer deur die regulering van die watervlak in die betrokke kompartement. Hoe laer die watervlak is, hoe meer wrywing sal die tekstielstof in die wasbondel ondergaan. Die watervlak is nie konstant deur die kontinue wasmasjiene nie, aangesien die wasgoed meer wrywing in die laaste deel van die wassiklus nodig het om hardnekkige vuilheid te verwyder. Tweedens word die konsentrasie van die wasoplossings beheer deur die hoeveelheid water wat by die wasbondel gevoeg word. Indien die vlak van water nie korrek is nie, sal die wasoplossing nie die korrekte konsentrasie wees nie, aangesien die hoeveelhede detergente en byvoegings tot die was presies volgens die verwagte hoeveelheid water en gewig van die wasbondel bereken word. Spesiale sorg moet gedra word om te verseker dat die korrekte konsentrasie bleikmiddel by die wasbondel gevoeg word, aangesien bleikmiddels sommige tekstielstowwe kan beskadig. Derdens verseker die korrekte watervlak die effektiewe spoel van tekstielstowwe gedurende die wasproses. Indien die watervlak in die kompartement te laag is, word 'n kleiner hoeveelheid vuil water uit die wasbondel verwyder en is die kans groter dat vuilheid na die volgende stadium in die wasproses oorgedra kan word (Fabric Care Research Association, 1993:3).

#### **6.1.3.3. Temperatuur**

Die beheer van die temperatuur tydens elke proses of stadium van die wasproses is noodsaaklik, aangesien verskillende tekstielstowwe by verskillende temperature gewas moet word en omdat die effektiwiteit van die wasproses en wasmiddels ook daardeur beïnvloed word. So moet daar byvoorbeeld vir vuil wit items 'n hoë temperatuur in die finale was gebruik word, om te verseker dat die skoonmaakproses voldoende is. Baie chemiese reaksies kan nie plaasvind tensy hitte nie toegevoeg word nie. Hoë temperature kan egter weer hittesensitiewe tekstielstowwe beskadig. Sekere vlekke in tekstielstowwe bly behoue en word moeilik verwyder indien hoë temperature gedurende die eerste deel van die wasproses gebruik word. Instruksies op versorgingsetikette moet dus ook noukeurig nagekom word (Fabric Care Research Association, 1993:3,9). Die meeste chemiese reaksies word bevorder deur die verhoging van temperatuur sodat vuilheid deur



middel van chemiese en fisiese aksie verwyder kan word. Die hoogste temperatuur wat deur industriële wasmasjiene bereik kan word, is 100°C. Volgens die Fabric Care Research Association (1993:9) vind die mees effektiewe verwydering van vuilheid by 'n temperatuur van 85°C plaas. Die temperatuur in kontinue wasmasjiene, soos wat in hierdie studie gebruik is, word deur termostate beheer. Die temperatuur van die afsonderlike kompartemente in die wasmasjiene word deur 'n rekenaar beheer (Fabric Care Research Association, 1993:6).

Temperatuurbeheer is veral belangrik by die gebruik van hipochloriet-bleikmiddels, aangesien tekstielstowwe ernstig beskadig kan word indien die maksimum temperatuur oorskry word (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:123). Aan die ander kant is termiese ontsmetting daarvan afhanklik dat die korrekte temperatuur bereik word. 'n Genoegsame standaard van ontsmetting kan slegs bereik word indien die temperatuur van die wasmasjiene akkuraat beheer word (Fabric Care Research Association, 1993:3,9). Volgens Steyn (1994:216) is 'n hoë wastemperatuur (54°C+) noodsaaklik om die doeltreffende verwydering van mikro-organismes te verseker. Veral in hospitale en hotelle is dit belangrik om handdoeke en beddegoed te ontsmet, aangesien hierdie artikels baie deur verskillende mense gebruik word. Ontsmetting is noodsaaklik om die verspreiding van siektes en kieme te voorkom. Wasgoed word ontsmet deur dit vir tien minute teen 65°C te was. In die praktyk word wasgoed egter vir 'n korter tydspan (drie minute) by 'n hoër temperatuur (71°C) gewas om sodoende die wasproses te verkort (Fabric Care Research Association, 1993:9).

#### **6.1.3.4. Tydsduur**

Die lengte van die wasprosedure moet beheer word sodat genoeg tyd beskikbaar is om die artikels voldoende skoon te maak, terwyl die prosedure nie onnodig uitgerek word nie. Die verwydering van vuilheid vanaf tekstielgoedere vind nie dadelik plaasvind nie. Die mees effektiewe tydspan wat 'n wasbondel in een waskompartement van die wasmasjiene moet bly, is ses minute. Daar is gevind dat die hardnekkigste vuilheid reeds in daardie tyd van die tekstielstowwe verwyder is. Indien die tekstielstowwe vir langer aan dieselfde wasoplossing blootgestel word, is die kans groter vir herdeponering van vuilheid op die wasgoed. Dit veroorsaak ook onnodige wrywing op die tekstielstowwe. Lang wasprosedures lei verder tot 'n afname in produktiwiteit (Fabric Care Research Association, 1993:3,11).

#### **6.1.3.5. Meganiese aksie**

Meganiese aksie word deur die kragtige bewegings van die skroef in die kontinue wasmasjiene meegebring. Die wieg-aksie van die skroef se rotasie gedurende die wasproses wissel van 180° tot 330°. Wanneer die wasmasjiene 360° roteer, beweeg die wasbondel na die volgende kompartement; dus is 330° die maksimum rotasie wat kan plaasvind sonder om die wasbondel te laat voortbeweeg. Die kompartemente is meestal met kloppers toegerus, maar dit word beperk tot

dié areas waar die wasbondels gewas word. Die was-aksie bestaan uit rol- en vryfbewegings met samepersing terwyl die wasbondels omrol (Fabric Care Research Association, 1993:9).

Die spoed van die bewegings, grootte en gewig van die wasbondel en tydsduur beïnvloed die mate van meganiese aksie wat op die wasbondel toegepas word (Fabric Care Research Association, 1993:5). Tekstielstowwe waarvan die vesels 'n afname in slytweerstand toon wanneer dit nat is, word aan 'n sekere mate van verwering blootgestel tydens die vryf-aksie in die wasproses (Taylor, 1981:172).

In 'n studie van Lord (1971:326) is daar ondersoek ingestel na die effek van wastoestande, tesame met gebruik, op bedlakens. Daar is gevind dat heelwat beskadiging tydens die gebruik van 'n tekstielgoedere plaasgevind het. Dit het die vraag laat ontstaan of die algemene praktyk van vergelyking van tekstielstowwe of -artikels wat herhaaldelik gewas is, maar nie gebruik is nie, betroubaar is. In teenstelling hiermee wys Goynes en Rollins (1971:227) daarop dat die wasproses 'n belangrike bron van verwering van wasbare tekstielgoedere is en dat ongeveer die helfte van meganiese beskadiging tydens die wasproses kan plaasvind. Die aard van die tekstielgoedere sal uiteraard die mate van beskadiging wat kan plaasvind, beïnvloed. Kadolph (1998:158) wys daarop dat die gebruik van produkte doelbewus by standaard toetsmetodes uitgelaat word omdat gebruikstoestande so varieer onder verbruikers.

In die studie van Goynes en Rollins (1971:230) is gevind dat katoen-tekstielstowwe wat masjiengewas en getuimeldroog is, aan beide nat en droë wrywing blootgestel was. Nat wrywing tydens die wasproses laat vesels swel in water en die meganiese aksie van die masjien kan vesels laat fibrilleer. Enige verdere wrywingsaksie in die masjien sal bydra tot hierdie verwering. Terwyl die water van die vesels verwyder word in die tuimeldroër, is die vesels geneig om plat te val en word die waterstofbindings in die sellulose-polimere sterker. Die fibrillêre eenhede word stywer gebind, wat veroorsaak dat die styfheid van die vesels toeneem en dit bros word. Die toename in die brosheid van vesels bring mee dat dit maklik breek as dit aan verdere wrywing blootgestel word (Goynes & Rollins, 1971:230).

#### **6.1.3.6. Wasmiddels**

Die ontwikkeling van kontinue industriële wastoestelle wat water en energie effektief gebruik en 'n hoë omset lewer, het gelei tot die ontwikkeling van toepaslike kombinasies van detergente. Die vraag van industriële wasserye na meer effektiewe middels wat vir spesifieke artikels en tipes vuilheid in die wasproses gebruik kan word, het ook aanleiding gegee tot die ontwikkeling van verskeie detergentkombinasies. Detergente word op groot skaal in industriële wasserye gebruik en moet aan die spesiale behoeftes daarvan voldoen (Jakobi & Löhr, 1987:121).

Die toename in gewildheid van kontinue wasmasjiene het gelei tot die afname in die gebruik van tradisionele voor- en hoofwasdetergente asook detergente wat perboraat bevat. Detergente wat geen perboraat bevat nie, word algemeen in kontinue wasmasjiene met 'n kontravloeisistiem gebruik. Daar is ook vir wasserye 'n keuse van die bleikmiddel wat in die wasproses gebruik sal word, naamlik 'n suurstof- of chloorbleikmiddel. Bleikmiddels kan ook bygevoeg of weggelaat word na gelang van die wasbondels wat gewas word. Spesialiteitsdetergente wat vir spesifieke doeleindes geproduseer is, kan tydens die kontinue wasproses gebruik word. Hierdie detergente kan byvoegings soos ensieme, ontsmettingsmiddels en verhelderaars bevat om sekere funksies te verrig (Jakobi & Löhr, 1987:124).

Terwyl water deur die kontinue wasmasjien beweeg, word chemikalieë, bleikmiddels en ander wasmiddels op sekere plekke in die masjien by die wasbondels gevoeg. Die byvoegings vind gewoonlik deur middel van titrasie plaas, om die korrekte konsentrasies te verseker (Fabric Care Research Association, 1993:4,6). Skoonmaakmiddels word gekies op grond van hul vermoë om vreemde materiaal van die vesels te verwyder en hul versoenbaarheid met die tipes vesels in die tekstielstof (Tortora, 1992:78).

Taylor (1981:172,191) wys daarop dat chemiese byvoegings tot die was wel tot die verswakking van tekstielstowwe lei. Higginbotham (1976:43) rapporteer sistematiese navorsing wat deur die Shirley Institute uitgevoer is om die effek van versorging tesame met gebruik van bedlakens, te kwantifiseer. In die eerste studie (waar bleikmiddels in die detergent teenwoordig was) het chemiese en meganiese beskadiging ewe veel bygedra tot beskadiging van die tekstielgoedere. In die tweede studie (waar min of geen bleikmiddels in die detergent teenwoordig was) was die meganiese beskadiging meer. Laasgenoemde studie is in 'n industriële wassery uitgevoer en die gebruikstoetse is by 'n skool en koshuis uitgevoer. Uit hierdie navorsing maak Higginbotham (1976:43) die volgende afleidings: Tydens die versorgingsproses vind beide chemiese en meganiese beskadiging plaas; die teenwoordigheid van bleikmiddels in detergente, gewoonlik natriumperboraat, verhoog die chemiese beskadiging van tekstielgoedere tydens die versorgingsproses. Natriumperboraat veroorsaak aansienlike degradering van sellulose. Die variërende aard van die wasaksie van huishoudelike wasmasjiene bring egter mee dat daar nie veralgemeen kan word nie.

Rollins, De Gruy, Hensarling en Carra (1970:903) het die afbraak van katoenvesels met behulp van elektronmikroskoopfoto's bestudeer nadat dit in 'n laboratorium aan geselekteerde wrywings- en wastoetse blootgestel is. Daar is gevind dat meer verwering as gevolg van fibrillering plaasgevind het by katoenstowwe wat in detergentoplossings gewas is as in dié wat in water sonder detergente gewas is. Raheel en Lien (1985:102) het tekstielvesels van tekstielstowwe met 'n durende persafwerking na 50 en 400 wassiklusse onder 'n elektronmikroskoop bestudeer en die

bogenoemde bevindings bevestig. Dieselfde effek is in beide die groepe monsters wat 50 en 400 keer gewas is, waargeneem, maar die verhoogde aantal wassiklusse het 'n meer nadelige uitwerking gehad. Dié nadelige effek is bevestig deur breeksterktetoetse.

Raheel en Lien (1982:555) beskryf die meganisme van beskadiging van katoenvesels deur meganiese aksie in die wasproses soos volg: Die oppervlak van die geswelde nat katoenvesels skilfer af en fibrilleer as gevolg van wrywing. Dié fibrillasie vind plaas wanneer die waterstofbindings tussen die sellulose-kettings uitermatig uitgereek word en breek. Volgens Mackay, Anand en Bishop (1999:252) kan die fibrillering van katoenvesels toegeskryf word aan die klop-aksie van die wasmasjien tydens die wasproses op die geswelde vesels. Dit is daarom moontlik dat 25 wassiklusse met normale wrywing dieselfde beskadiging as 50 wassiklusse met ligte wrywing, kan meebring.

In teenstelling met Higginbotham (1976:43) se verslag en Rollins *et al.* (1970:903) asook Raheel en Lien (1985:102) se navorsing, is daar in 'n studie van Ulrich en Mohamed (1982:38,40,41) gevind dat minder slytasie tydens die wasproses plaasgevind het, indien detergente gebruik is. Ulrich en Mohamed (1982:38) het ondersoek ingestel na die effek van 'n verskeidenheid versorgingsbehandelings op, onder meer, die slyting van gemergeriseerde dierend gepersde 60/40% katoen/poliëster tekstielstowwe wat aan 50 versorgingsiklusse blootgestel is. In Taylor (1978:70) se studie word genoem dat die detergent in 'n wasoplossing as 'n smeermiddel kan dien om beskadiging te beperk.

Dit is egter ook moontlik dat chemiese invloede tydens die vervaardigingsproses van die skeringgebreide handdoeke 'n nadelige uitwerking op die sterkte van die tekstielstowwe kan hê. Chemiese toetse kan ook uitgevoer word om die mate van chemiese beskadiging op tekstielvesels te bepaal. Hierdie toetse sluit kuprammonium fluïditeitstoetse op katoen in (Taylor, 1981:172,191).

Van die belangrikste wasmiddels word vervolgens bespreek:

#### **a) Sepe en sintetiese detergente**

Sepe en sintetiese detergente word gebruik om vuilheid te verwyder en om dit te suspendeer, die effek van harde water te verminder en om die oppervlakspanning van oplosmiddels, wat water insluit, te verlaag (Kadolph & Langford, 2002:248; Tortora, 1992:513). Sepe is verbindinge van lineêre langketting-vetsure wat vervaardig word van natuurlike dierlike of plantaardige vette of olies. Die vetsure in sepe reageer met die minerale in harde water om onoplosbare skuim of skifels te vorm wat 'n olierige, grys laag op tekstiele agterlaat. Sepe verwyder olierige vlekke effektief, maar is nie sterk verwyderingsagense van vuilheid nie. Die gebruik van sepe is meestal deur sintetiese detergente vervang (Kadolph & Langford, 2002:350; Tortora, 1992:513).

Detergente word beskryf as substansie wat die vermoë het om vuilheid te verwyder. Volgens die Fabric Care Research Association (1993:4) is sepe een van die goedkoopste en mees effektiewe beskikbare detergente.

Sintetiese detergente vorm nie skifels wanneer dit met harde water in aanraking kom nie. In teenstelling met huishoudelike wasprosedures waar die alkaliese detergente tot 'n hoë pH-waarde in die wasmedium lei, word industriële wassiklusse dus soms by 'n lae pH-waarde (suurmedium) uitgevoer. Alhoewel sintetiese detergente goeie benattings- en vuilverwyderingsvermoë het, is sepe se suspenderingskragte groter (Fabric Care Research Association, 1993:4; Tortora, 1992:514). Aangesien industriële wasserye slegs van sintetiese detergente gebruik maak gedurende die wasproses, sal daar in die volgende paragrawe spesifiek gefokus word op die werking daarvan.

Detergente verbeter water se vermoë om skoon te maak. Die byvoeging van die detergent by die water verminder die oppervlakspanning van die water, wat die benattingsvermoë daarvan vermeerder om sodoende tekstiele deegliker nat te maak (Tortora, 1992:513). Sintetiese detergente is mengsels wat uit verskillende bestanddele bestaan. Die formules daarvan verskil ten opsigte van die tipe vuilheid waarop, en die watertoestand waarin dit gebruik gaan word (Kadolph & Langford, 2002:348). Vervolgens word die komponente waaruit sintetiese detergente bestaan, bespreek.

Oppervlak-aktiewe middels is die belangrikste groep byvoegings tot detergente wat in alle detergente voorkom (Smulders & Sung, 2002). Dit is organiese samestellings wat in harde water oplosbaar is en nie skifels vorm nie. Dit is ook sterk vuilverwyderingsagense. Nie-ioniese oppervlak-aktiewe middels word in vloeistowwe by koue of warm temperatuur gebruik, aangesien dit nie goed oplosbaar is by hoër temperatuur nie. Anioniese oppervlak-aktiewe middels verwyder olierige vuilheid goed en is ook bio-afbreekbaar. In poeiervorm is hierdie oppervlak-aktiewe middels die effektiefste in warm en baie warm water. Kationiese oppervlak-aktiewe middels word hoofsaaklik as ontsmettingsmiddels en tekstielstofversagmiddels gebruik (Kadolph & Langford, 2002:348; Tortora, 1992:514).

Boustowwe, wat normaalweg in huishoudelike detergente voorkom, dien as waterversagmiddels en maak die oplossings alkalies, aangesien 'n pH-waarde van 8 tot 10 ideaal is vir maksimum skoonmaakeffektiwiteit. Dit sluit fosfate, karbonate, sitrate en silikate in. Fosfaatbouers is die effektiefste oor 'n breë spektrum van wastoestande. Minerale wat in harde water voorkom, word deur karbonaatbouers in 'n onoplosbare neerslag verander. Hierdie neerslag kan nadelig wees vir die wasmasjien en die tekstielgoedere wat gewas word. Sitraatbouers versag harde water nie so

effektief nie en word in vloeibare detergente gebruik (Kadolph & Langford, 2002:348; Tortora, 1992:514).

Ensieme soos proteases, amilases en lipases vorm die aktiewe bestanddele in baie van die detergente en poeievorm bleikmiddels wat tans beskikbaar is (Hemachander & Puvanakrishnan, 2000:809; Wang, 2002:1). Die ensieme dra daartoe by dat vlekke, wat moeilik is om met konvensionele oppervlak-aktiewe middels alleen te verwyder, afgebreek word. Amilases kataliseer byvoorbeeld die afbraak van vlekke met 'n styselbasis, terwyl proteases proteïenmolekules hidroliseer deur die peptiedbindings te verbreek (Wang, 2002:1). Onder optimale omstandigheide dra lipases in die teenwoordigheid van 'n detergent by tot die verwydering van sebum van tekstielstowwe, wat andersins moeilik sou wees om onder normale wasomstandighede te verwyder (Hemachander & Puvanakrishnan, 2000:809).

Sellulases en verwante ensieme word tans in die tekstiel- en tekstielversorgingsindustrië benut. Sellulases wat in wasdetergente voorkom, bring 'n verandering in die struktuur van die sellulosefibrille van katoen- en katoenmengelstowwe mee om die kleurhelderheid, aanvoeling en verwydering van vuilheid daarvan te verbeter (Bhat, 2000:369).

Ensieme verwyder byvoorbeeld ook donsies wat as gevolg van die wrywing van sellulosevesels tydens die wasproses gevorm word. Die gebruik van bio-afbreekbare ensieme kan egter die tekstielstof se leeftyd effens verkort, aangesien 'n klein deel van die vesels met elke wassiklus vernietig word (Kadolph & Langford, 2002:349). Die aktiwiteit van ensieme is afhanklik van die temperatuur en pH-waarde van die wasoplossing. Die aktiwiteit van ensieme neem vinnig af wanneer die temperatuur van die wasoplossing bo 55°C styg (Smulders & Sung, 2002).

Verbleikwerende middels ("Antifading agents") help dat tekstielstowwe nie tydens die wasproses kleur afgee nie, terwyl middels wat die oordrag van kleurstowwe inhibeer, voorkom dat die kleurstof nie op ander tekstielstowwe geherdeponeer word nie. Dit laat dus wit en gekleurde tekstielstowwe langer nuut lyk, al is dit al 'n aantal keer gewas (Smulders & Sung, 2002). Vullers word gebruik om lywigheid ("bulk") aan sintetiese detergente te gee, 'n uniforme mengsel van die bestanddele te vorm, dele van die wasmasjien te beskerm en om die vorming van klonte in detergentpoeiers te voorkom. Anti-herdeponeringsagense voorkom dat tekstielstowwe vuilheid uit die wasoplossing opneem. Die gebruik van parfuums in sintetiese detergente verbloem die chemiese reuk daarvan (Kadolph & Langford, 2002:349).

Fluoresserende witmakers of optiese verhelderaars is organiese samestellings wat 'n gedeelte van die onsigbare ultravioletlig in 'n langer golflengte verander om sigbare blou lig te vorm (Smulders & Sung, 2002). Dit laat wit tekstielstof witter vertoon. Hierdie bestanddeel dra nie tot vuilverwydering

by nie, maar verbloem vuilheid en laat vaal en geel tekstielstowwe weer wit vertoon. Ander bestanddele wat in huishoudelike sintetiese detergente gevind kan word, is tekstielstofversagmiddels, bleikmiddels en skuimbeheermiddels (Kadolph & Langford, 2002:349; Tortora, 1992:516).

#### **b) Alkalië**

Alkalië word normaalweg saam met seep in die wasproses gebruik, maar die meerderheid vuil tekstielstowwe bevat deeltjies wat reageer met die seep en sodoende lei tot die afbreking en vermindering in effektiwiteit van die seep. 'n Detergentoplossing met 'n pH-waarde van hoër as tien is egter meer effektief in die wasproses. Alkalië beskik oor goeie vuilverwyderingsvermoë tydens verhoogde temperature, wat ideaal is vir die was van wit tekstielstowwe. Natriummetasilikaat, wat tydens die was van wit handdoeke deur industriële wasserye gebruik word, is 'n sterk alkali wat baie effektief is met vuilverwydering (Fabric Care Research Association, 1993:16).

Soos in afdeling 3.4 van die hoofstuk bespreek, beskadig alkalië nie sellulosevesels nie en dit kan selfs by hoë temperature gebruik word. Dit kan wel radikale fisiese veranderinge in sekere vesels veroorsaak. Sommige vesels soos wol en sy word deur alkalië beskadig, terwyl poliëster deur sterk alkalië gedegradeer word (Kadolph & Langford, 2002:28). Baie sterk sepe en detergente bevat alkalië om hul skoonmaakvermoë te verhoog. Hierdie detergente en sepe moet vermy word indien die betrokke vesels sensitief is vir alkalië (Tortora, 1992:77).

Die skeringgebreide terriestofhanddoeke wat tydens die studie gebruik is, se basisstruktuur bestaan uit nylon of poliëster. Die meeste sepe of detergente kan op hierdie handdoeke gebruik word, aangesien nylon sowel as poliëster uitstekend bestand is teen die alkalië wat in hierdie wasmiddels gebruik word (Carty & Byrne, 1987:6; Kadolph & Langford, 2002:107; Kelley, s.a.:2; Ling, 1972:128; Mason, 1999:58; Miller, 1992:50; Tortora, 1992:195; Wingate & Mohler, 1984:372).

#### **c) Sure**

Soos in afdeling 3.4 van die hoofstuk beskryf, word sellulose as gevolg van hidrolise deur sterk sure vernietig, en moet selfs flou sure goed uitgespoel word omdat dit die katoen beskadig. Indien sellulosevesels oor 'n verlengde tydperk daaraan blootgestel word, kan hidrolise plaasvind en vesels kan begin oplos. Tydens hidrolise word die langketting-molekules afgebreek in korter kettings. In hierdie gevalle, is die bindings wat die subeenhede verbind, onstabiel in die teenwoordigheid van suur en die gevolg is 'n verlies aan sterkte en taaiheid (Tortora, 1992:76). Die sintetiese vesels wat in die skeringgebreide terriestofhanddoeke gevind word, is oor die algemeen bestand teen sure, alhoewel nylon deur sterk sure beskadig kan word en soms selfs deur flou sure verswak kan word. Sure hidroliseer die amiedbindings in die nylonpolimeerketting

en kan tot fragmentasie lei. Hierdie fragmentasie kan verder lei tot verswakking van die interpolimeerbindings, wat vesels laat verswak (Hatch, 1993:207; Ling, 1972:121; Tortora, 1992:183; Vanderhoff *et al.*, 1973:63). Dit is belangrik dat hierdie eienskap van nylon in gedagte gehou word wanneer die pH-waarde van die waswater in industriële wasprosesse bepaal word.

#### **d) Bleikmiddels**

Die meeste bleikmiddels wat by sintetiese detergente gevoeg word, is oksideermiddels. Die bleiking word deur aktiewe suurstof in die bleikmiddels veroorsaak. Bleikmiddels kan suur of alkalies wees en is gewoonlik, veral in die teenwoordigheid van vog, onstabiel. Die temperatuur van die wasoplossing en die konsentrasie van die bleikmiddel moet versigtig beheer word, aangesien beskadiging as gevolg van die bleikproses makliker by hoër temperature en konsentrasies plaasvind (Kadolph & Langford, 2002:350; Tortora, 1992:517). Volgens Kadolph en Langford (2002:350) kan enige bleikmiddel beskadiging van tekstielstowwe veroorsaak.

Die keuse van 'n bleikmiddel berus by die tipe vesel wat in die tekstielstof teenwoordig is. Suurstofbleikmiddels in poeivorm kan op alle veseltipes gebruik word. Natriumperboraat reageer met water om waterstofperoksied te vorm, wat op alle vesels gebruik kan word (Kadolph & Langford, 2002:350). In afdeling 3.4 van die hoofstuk is aangedui dat katoen deur die oormatige gebruik van chloorbleikmiddels - veral by hoë konsentrasies en hoë temperature - verswak word, maar dat koue verdunde bleikmiddels, soos hipochloriet of chloorbleikmiddels, nie skadelik is nie en selfs oor langer tydperke op wit katoen gebruik kan word, mits dit ook goed uitgespoel word. Daar is ook aangedui dat dit nie ander vesels soos poliëster of nylon beskadig nie. Bleikmiddels soos natriumperboraat sal vlekke oksideer sonder om die vesels te beskadig (Carter, 1971:94; Kadolph & Langford, 2002:107; Tortora, 1992:78,195).

#### **e) Aanvullende middels**

Die gebruik van tekstielstofversagmiddels verminder statiese elektrisiteit en kreukeling en maak tekstielstowwe sagter (Kadolph & Langford, 2002:350). Tekstielstofversagmiddels is geneig om op tekstielstowwe op te bou en sodoende 'n oliërige lagie te vorm wat lei tot laer absorbeervermoë. Daarom moet 'n versagmiddel nie met elke versorgingsiklus gebruik word nie (Kadolph & Langford, 2002:350).

Waterversagmiddels kan ook apart by 'n wasoplossing gevoeg word om sodoende die effektiwiteit van die detergente te verhoog indien die water hard is. Ontsmettingsmiddels word weer veral met die was van bed- en badkamerlinne bygevoeg (Kadolph & Langford, 2002:350).

Tydens die was van skeringgebreide terriestofhanddoeke in 'n industriële wassery, word tekstielstofversagmiddels in die laaste kompartement van die kontinue wasmasjien gevoeg,



hoofsaaklik om die tekstielstof 'n sagter aanvoeling te gee. Statiese elektrisiteit is nie 'n probleem in handdoeke nie, aangesien dit uit katoen vervaardig is.

In die industriële wassery waar die handdoeke gewas is, het die byvoegings van chemikalieë in die kontinue wasmasjien soos volg plaasgevind: In die eerste kompartement, 'n voorwasarea, is 'n detergent en 'n vloeibare nie-ioniese versterker by die wasbondel gevoeg. In die vierde kompartement, ook 'n voorwasarea, is dieselfde detergent weer bygevoeg. In die sesde kompartement, die hoofwasarea, word 'n vloeibare peroksied-bleikmiddel, of sogenaamde ontvlekker bygevoeg. In die laaste kompartement, die spoelarea, word 'n anorganiese suur en 'n versagmiddel by die wasbondel gevoeg (JohnsonDiversey, 2004). Hierdie byvoegings word deur titrasie in die spesifieke kompartemente bygevoeg.

## **6.2. Tuimeldrogingsiklus**

### **6.2.1. Tuimeldrogingsprosedures**

Om wasgoed effektief droog te maak, moet hitte en onversadigde lug teenwoordig wees sodat die water in die tekstielstof kan verdamp. Oortollige water kan na die wasproses deur 'n kort spinproses in 'n spindroër of deur wringing verwyder word. Tuimeldroging is egter die mees effektiewe manier om tekstielgoedere binnenshuis droog te maak (Kadolph & Langford, 2002:100). Kommersiële tuimeldroërs het aanleiding gegee tot die ontwikkeling van huishoudelike tuimeldroërs. Tuimeldroging het dié voordeel bo ander drogingsmetodes dat tekstielgoedere gewoonlik sagter is en makliker is om te stryk. Moontlike krimpings van materiale is 'n belangrike nadeel van tuimeldroging (Deans, 2001:977). Dit is goed om soveel vog moontlik van die tekstielgoedere te verwyder deur middel van 'n spindroër of wringer, voordat dit in die tuimeldroër geplaas word. Die tekstielstof word dan drooggemaak deur dit in 'n stroom warm lug te tuimel. Die meeste tuimeldroërs het temperatuurkontroles waarmee die temperatuur beheer kan word. 'n Lae hittestelling moet verkieslik gebruik word, veral wanneer sintetiese stowwe drooggemaak word (Hatch, 1993:207; Kadolph & Langford, 2002:100; Ling, 1972:123,243; Tortora, 1992:527).

### **6.2.2. Tuimeldrogingsapparaat**

Tuimeldroërs wat oor die algemeen in industriële wasserye gebruik word, kan ladings van 50 kg hanteer (Du Plessis, 2003) en word gestel om 'n temperatuur van tot 120°C te bereik. Die tydsduur wat die tekstielprodukte getuimeldroog word, wissel volgens die grootte van die wasgoedbondel.

### **6.2.3. Faktore wat 'n rol speel in die tuimeldrogingsiklus**

#### **6.2.3.1 Ladingsvlak**

Net soos in die geval van was, beïnvloed die ladingsvlak van die tuimeldroër die meganiese aksie of wrywing wat die wasbondel ondergaan. Hoe hoër die ladingsvlak is, hoe minder plek is daar vir die tekstielstof om rond te beweeg en wrywing te ondergaan. Die beskadiging van die tekstielstof sal dus afneem hoe hoër die ladingsvlak is. Die ladingsvlak beïnvloed ook die tydsduur om die wasbondel droog te maak. Hoe groter die wasbondel is, hoe langer sal dit neem om dit droog te kry, aangesien lug dan nie vrylik deur die tekstielstof kan vloei nie en vog nie maklik daaruit kan verdamp nie (Du Plessis, 2003).

#### **6.2.3.2 Temperatuur**

Die invloed van die temperatuur waarby wasbondels getuimeldroog word, is soortgelyk aan dit wat tydens die wasproses (sien 6.1.3.1) ondervind word, behalwe dat droë hitte tydens die tuimeldrogingsproses toegepas word. Tuimeldroërs wat in industriële wasserye gebruik word, het termostate wat die temperatuur binne die tuimeldroër reguleer.

Alle tekstielvesels is vatbaar vir beskadiging by hoë temperature, wat die gebruiksleeftyd van 'n tekstielstof verkort. Verhitting veroorsaak afbreking en kan tekstielstof verswak. Katoen versag nie by hoë temperature nie, maar vergeel metertyd. Nylon versag of smelt en word bros (Kadolph & Langford, 2002:39,100).

Nylon kan temperature van tot 60°C vir etlike ure weerstaan. Verlengde blootstelling aan temperature soos gevind in normale gebruik, lei egter tot 'n verlaging in taaiheid en sterkte asook vergeling. In teenstelling hiermee behou poliëster 70% tot 80% van sy taaiheid of sterkte na verlengde blootstelling aan temperature bo 150°C (Hatch, 1993:207,219). Sorg moet dus gedra word om terriestofhanddoeke nie teen 'n te hoë temperatuur droog te maak nie, aangesien sintetiese vesels vervorm kan word en katoen kan skroei (Hall, 1975:103; Tortora, 1992:527). Die temperatuur moet dus versigtig beheer word wanneer handdoeke met 'n sintetiese komponent getuimeldroog word – al is die sintetiese komponent baie klein, speel dit 'n belangrike rol in die struktuur van die tekstielstof.

#### **6.2.3.3 Meganiese aksie en tydsduur**

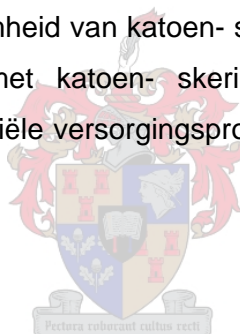
Soos in afdeling 6.2.3.1 genoem is, word die tydsduur wat dit neem om 'n wasbondel droog te maak, beïnvloed deur die grootte van die wasbondel. Die meganiese aksie van die tuimeldroër en die tydsduur van die meganiese aksie gee aanleiding tot die mate van wrywing wat op tekstielgoedere toegepas word, met gepaardgaande verwerking. Die slytbestandheid van katoen is laer as dié van nylon en poliëster, wat sterk, taai vesels is. In die geval van katoen vind daar ook

'n groter mate van verwerking plaas. Soos voorheen vermeld, moet katoenstowwe dus nie langer as wat nodig is aan die tuimeldrogingsproses blootgestel word nie. Gedurende tuimeldroging word 'n groot hoeveelheid dons van die wasgoed verwyder wat deur 'n filter vasgevang word en gereeld skoongemaak moet word (Ling, 1972:244).

## 7. Slot

In hierdie hoofstuk is spesifiek op die vervaardiging en afwerking van skeringgebreide terriestowwe asook die fisiese struktuur, chemiese aard en eienskappe van katoen, nylon en poliëster gefokus. Verder is standaard industriële versorgingsprosedures bespreek, aangesien skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n katoenluspool en 'n sintetiese basisstruktuur tydens hierdie studie in 'n industriële wassery versorg is.

Hoofstukke drie en vier neem die vorm van twee joernaalmanuskripte aan wat vir publikasie voogelê sal word. Die doel van die eerste navorsingsprojek, wat in hoofstuk drie uiteengesit word, was om vas te stel wat die effek van industriële versorgingsprosedures op die duursaamheid van skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur is. Die doel van die tweede navorsingsprojek was om die duursaamheid van katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n nylonbasisstruktuur te vergelyk met katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n poliësterbasisstruktuur, wat aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is. Dié projek word in hoofstuk vier uiteengesit.



## VERWYSINGSLYS

- ALEXANDER, PR. 1977. *Textile products: Selection, use, and care*. Boston. Houghton Mifflin Company.
- ANAND, SC & SMITH, HM. 1994. Comparative performance of woven and warp-knitted towelling fabrics. *Kettenwirk-Praxis* 28(3):62-68.
- BARRIE, D. 1994. How hospital linen and laundry services are provided. *Journal of Hospital Infection* 27(3):219-235.
- BHAT, MK. 2000. Cellulases and related enzymes in biotechnology. *Biotechnology Advances* 18:355-383.
- BLACKBURN, R & PAYNE, J. 2004. Life cycle analysis of cotton towels: impact of domestic laundering and recommendations for extending periods between washing. *Green Chemistry*. Retrieved 14 December 2004. <http://web20.epnet.com/citation.asp>.
- CARTER, ME. 1972. *Essential fiber chemistry*. New York. Marcel Dekker.
- CARTY, P & BYRNE, MS. 1987. *The chemical and mechanical finishing of textile materials*. 2<sup>nd</sup> ed. Newcastle upon Tyne. Newcastle upon Tyne Polytechnic Products.
- COMMERCIAL LAUNDERING. 2003. Retrieved 27 July 2003. <http://www.oznet.ksu.edu/atid/Timely%20Topics/commerci.htm>.
- COOK, JG. 1984. *Handbook of textile fibres: Man-made fibres*. Durham. Merrow Publishing.
- COTTON AUSTRALIA. Retrieved 30 August 2004. [www.cottonaustralia.com.au/LI\\_exportmarketing.html](http://www.cottonaustralia.com.au/LI_exportmarketing.html).
- DEANS, J. 2001. The modelling of a domestic tumbler dryer. *Applied Thermal Engineering* 21(9):977-990.
- DIREKTORAAT KULTUURSAKE: DEPARTEMENT VAN ONDERWYS EN KULTUUR. 1991. *Tekstielversorgingsetikettering*. 2de uitg. Kaapstad. Departement van Onderwys en Kultuursake.

- DOSHI, SM, DOSHI, BS, WASIF, AI & CHINTA, SK. 1997. Textile wet processing. *Indian Textile Journal* 107(7):22-28.
- DU PLESSIS, A. 2003. Personal conversation. Hospitality Service Manager. Boston Launderers and First Garment Rental. Epping.
- ELDER, HM. 1978. Wear of textiles. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 2:1-13.
- FABRIC CARE RESEARCH ASSOCIATION. 1993. *Washing technology*. SDML Consultancy & Training (RSA).
- FISH, G. 2003. Personal conversation. Regional Manager. Dano Textiles. South Africa.
- FORD, J. 1994. The polycotton story. *Textiles Magazine* 94:8-11.
- GOYNES, WR & ROLLINS, ML. 1971. A scanning electron-microscope study of washer-dryer abrasion in cotton fibers. *Textile Research Journal* March:226-232.
- HALL, AJ. 1975. *The standard handbook of textiles*. 8<sup>th</sup> ed. London. Newnes-Butterworths.
- HATCH, KL. 1993. *Textile science*. New York. West Publishing Company.
- HEGDE, RR, DAHIYA, A & KAMATH, MG. 2004. *Nylon fibers*. Retrieved 30 August 2004. <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Nylon%20fibers.htm>.
- HEMACHANDER, C & PUVANAKRISHNAN, R. 2000. Lipase from *Ralstonia pickettii* as an additive in laundry detergent formulations. *Process Biochemistry* 35(8):809-814.
- HIBBERT, D. 1978. Field trials on polyester/Vincel sheets in a hospital: Interim report. *Textile Institute and Industry* Oct:308-310.
- HIGGINBOTHAM, RS. 1976. Deterioration of textiles in use. *Textiles* 5(2):40-47.
- HORROCKS, AR & ANAND, SC. 2000. *Handbook of technical textiles*. Florida. Woodhead Publishing.
- HUGHES, R. 2004. Personal conversation. Warp-knitting manager. Dano Textiles. Durban.

INNOVATIVE TECHNOLOGY MAKES ITS MARK. 2004. Instruction sheet for Raschel warp-knitting machine: Wirkbau-Superpol 14123.

ISAACS, M. 1998. DuPont nylon undergoes renewal at 60. *Textile World* 148(11):41-46.

JACKA, C. 2001. *Standards and responsibilities for green textile production in an emerging economy*. Retrieved 3 October 2004.

[http://www.pursuit.co.za/archive/augsep\\_environment.htm](http://www.pursuit.co.za/archive/augsep_environment.htm).

JAKOBI, G & LÖHR, A. 1987. *Detergent and textile washing: Principles and practice*. New York. Cambridge.

JOHNSON DIVERSEY. 2004. *Information sheet*. Johnson Diversey. Wadeville.

JOKELAINEN, A & KUJALA, T. 1984. The effect of the oxidation reaction of sodium perborate on the damage to the cotton during washing. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 8:333-338.

JOSEPH, ML. 1988. *Essentials of textiles*. 4<sup>th</sup> ed. USA. Saunders College Publishing.

KADOLPH, SJ. 1998. *Quality assurance for textiles and apparel*. New York. Fairchild Publications.



KADOLPH, SJ & LANGFORD, AL. 2002. *Textiles*. 9<sup>th</sup> ed. New Jersey. Pearson education.

KEOLEIAN, GA, BLACKLER, CE, DENBOW, R & POLK, R. 1997. Comparative assessment of wet and dry garment cleaning. *Journal of Cleaner Production* 5(4):279-289.

KEFFORD, C. 2001. What the textile exporter to the US & EU should know. *Textiles Unlimited* 2(2):2.

KELLEY, N. s.a. *Nylon...From stockings to spacesuits without a snag*. Retrieved 26 June 2003. <http://www.costumes.org/pages/textiles/NYLONArticle.htm>.

LABARTHE, J. 1975. *Elements of textiles*. New York. Macmillan Publishing Company.

LING, EM. 1972. *Modern household science*. London. Mills & Boon.

- LLOYD, J & ADAMS, C. 1989. Domestic laundering of textiles. *Textiles* 18(3):72-79.
- LORD. 1971. The serviceability of bed sheets in institutional use. *Journal of the Textiles Institute* 62:304-327.
- LYLE, DS. 1982. *Modern textiles*. 2<sup>nd</sup> ed. New York. John Wiley & Sons.
- MACKAY, C, ANAND, SC & BISHOP, DP. 1999. Effects of laundering on the sensory and mechanical properties of 1 x 1 rib knitwear fabrics. Part II: Changes in sensory and mechanical properties. *Textile Research Journal* 69(4):252-260.
- MAN-MADE FIBRES SINCE 1970: PRODUCTION SINCE 1970. 2004. Retrieved 30 August 2004. <http://www.ivc-ev.de/englisch/statistics2.htm>.
- MASON, RW. 1999. Decades later, polyester forges new image. *Textile World* 149(1):57-60.
- McCURRY, JW. 1999. Towel mills modernize to compete. *Textile World* 149(5):26-40.
- MILLER, E. 1992. *Textiles: Properties and behaviour in clothing use*. 4<sup>th</sup> ed. London. Batsford Academic and Educational.
- MOHAMED, SS. 1982. Comparison of phosphate and carbonate built detergents for laundering polyester/cotton. *American Dyestuff Reporter of Journal of the Textile Chemist & Colorist* March:37-39.
- MORITZ, CL. 2002. *Clean up your act*. Retrieved 3 October 2004. [http://www.pursuit.co.za/archive/aprmay02\\_clean.htm](http://www.pursuit.co.za/archive/aprmay02_clean.htm).
- MORRIS, WJ. 1977. Nylon. *Textiles* 6(2):30-35.
- MYBURGH, D. 2004. Personal conversation. Managing director. Colibri Towelling Western Cape. Somerset West.
- NYLON: SILKY TO SUPER STRONG. 1997. *Textile World* 147(9):62-68.
- PATEL, P. 1998. Finishing of terry towels. *Journal of the Textile Association* 58(5):195-197.
- PIZZUTO, JJ. 1987. *Fabric science*. 5<sup>th</sup> ed. New York. Fairchild Publications.

- RAHEEL, M & LIEN, MD. 1982. Modifying wear life of all-cotton fabrics. *Textile Research Journal* 52(9):555-561.
- RAHEEL, M & LIEN, MD. 1985. The use of scanning electron microscopy for studying abrasion phenomena in laundered fabric. *Textile Chemist and Colorist* 17(5):101/23-103/25.
- ROLLINS, ML, DE GRUY, IV, HENSARLING, TP & CARRA, JH. 1970. Abrasion phenomena in durable-press cotton fabrics. A microscopical view. *Textile Research Journal* 40(10):903-915.
- RUTH, B. 1972. *Textiles and laundry work*. London. Heinemann Educational Books.
- SCHMIDT, A, BACH, E & SCHOLLMEYER, E. 2002. Damage to natural and synthetic fibers treated in supercritical carbon dioxide at 300 bar and temperatures up to 160 deg C. *Textile Research Journal* 72(11):1023-1033.
- SMITH, BF & BLOCK, I. 1982. *Textiles in perspective*. New Jersey. Prentice-Hall.
- SMITH, JA & OLESON, BC. 2005. Selecting tailored shirts and blouses. Retrieved 13 January 2005. <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/5548.html>.
- SMULDERS, E & SUNG, E. 2002. Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry. New York. Wiley.
- SOUTH AFRICA YEAR BOOK, 2003/2004. Pretoria. Government Communications.
- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS. 2001. *Warp-knitted terry towelling fabric and articles*. SABS 1613. Pretoria. SABS.
- SPENCER, DJ. 1983. *Knitting technology*. Oxford. Pergamon Press.
- STEADMAN, RG. 1997. Cotton testing. *Textile Progress* 27(1):1-36.
- STEYN, HJH. 1994. *Die invloed van wasmiddels en wastemperatuur op die groei en afsterwing van Escherichia Coli*. Doktorale proefskrif. Universiteit van die Oranje-Vrystaat.
- TAYLOR, HM. 1978. *Shrinkage of textiles*. *Textiles* 7(3):70-73.



- TAYLOR, MA. 1981. *Technology of textile properties: An introduction*. 2<sup>nd</sup> ed. Engeland. Forbes Publications Ltd.
- TORTORA, PG. 1992. *Understanding textiles*. 4<sup>th</sup> ed. New York. Macmillan Publishing Co, Ltd.
- TROTMAN, ER. 1984. *Dyeing and chemical technology of textile fibres*. 6<sup>th</sup> ed. London. Charles Griffin & Company.
- ULRICH, MM & MOHAMED, SS. 1982. Effect of laundry conditions on abrasion of mercerized DP natural blend cotton/PET. *American Dyestuff Reporter* 71(7):38-41.
- VANDERHOFF, M, FRANCK, L & CAMPBELL, L. 1973. *Textiles for homes and people*. Lexington. Ginn and Company.
- VERRYNE, T. 2003. Personal conversation. Marketing manager. Cotton SA. Pretoria.
- WALTER, NR. 1998. Manmade fiber chart 1998. *Textile World* 148(8):72-83.
- WANG, N. 1996. Enzymes in Laundry Detergents. Retrieved 12 January 2005.  
<http://www.scirus.com/srsapp/sciruslink>.
- WINGATE, IB & MOHLER, JF. 1984. *Textile fabrics and their selection*. 8<sup>th</sup> ed. New Jersey. Prentice-Hall.
- WOOTEN, HL. 1979. What's new in terry towel preparation. *Textile Chemist and Colorist* 11(6):136-138.

## HOOFSTUK 3

### DIE INVLOED VAN INDUSTRIËLE VERSORGINGSPROSEDURES OP DIE DUURSAAMHEID VAN KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFHANDDOEKE MET 'N BASISSTRUKTUUR VAN SINTETIESE VESELS

#### Abstract

Large institutions such as hotels and hospitals often use specialised industrial laundries for laundering sheets, towels and uniforms. Continuous washing machines, used by industrial launderers faced with large amounts of relatively uniform laundry, are designed for efficient water and energy use. The laundering process involves interaction of numerous physical and chemical effects on the laundry. The main purpose of this study was to determine the effect of industrial laundering procedures on the durability of cotton warp-knitted terry towels with a synthetic ground structure. The tensile strength of fabric samples was determined in both the warp and weft direction during and after 10, 20, 30, 40 and 50 washing as well as washing/tumble-drying cycles. Data was analysed with a two-way ANOVA and subsequent one-way ANOVAs if interaction was significant. The tensile strength in the warp direction of the terry towelling samples decreased gradually throughout the 50 washing cycles as well as throughout the washing/tumble-drying cycles. The tensile strength in the weft direction showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) after 50 washing cycles. Although the increase was considerable after 10 washing cycles ( $p < 0.001$ ), a gradual decrease took place thereafter. The tensile strength showed a similar pattern throughout the washing and washing/tumble-drying cycles. The mean tensile strength of the samples that were washed did not differ much from the samples that were washed and tumble-dried. It is concluded that the industrial washing process initially had a more deteriorating effect than the tumble-drying process on warp-knitted terry towelling fabric samples. A deteriorating effect of the tumble-drying process became evident only after 40 washing/tumble-drying cycles.

#### Key words:

Warp-knitted terry towelling; industrial laundering; continuous washing machines; tumble-drying; hospitality industry; durability.

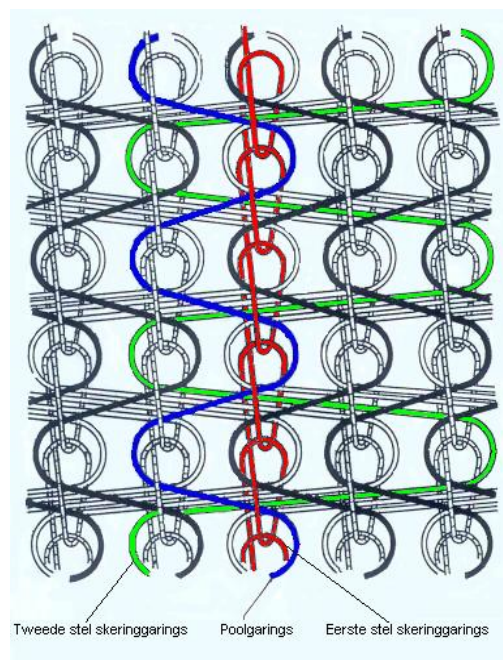
#### 1. Inleiding

Dit is algemene praktyk vir groot instansies soos gastehuse, hotelle en hospitale om die versorging van huishoudelike tekstielgoedere aan gespesialiseerde industriële wasserye uit te kontrakteer. Veral beddegoed en handdoeke word op groot skaal industrieel versorg. Eienskappe soos absorbeervermoë, 'n luukse aanvoeling en duursaamheid, oftewel 'n lang gebruikslieftyd,

word as prioriteite geag in die gasvryheidsbedryf en daarom word goeie kwaliteit handdoeke gebruik.

Terriestofhanddoeke is aanvanklik meestal deur die slapspanningweefmetode vervaardig (Kadolph & Langford, 2002:210). Verskeie faktore, soos goedkoper ingevoerde produkte en 'n toename in toerisme, met die gepaardgaande groei in die gasvryheidsbedryf, het Suid-Afrikaanse handdoekvervaardigers gedwing om hulle tot vinniger en meer ekonomiese vervaardigingsmetodes te wend. Dit het daartoe aanleiding gegee dat skeringgebreide terriestofhanddoeke al gewilder geword het vir gebruik in die gasvryheidsbedryf (Fish, 2003; Myburgh, 2004).

Skeringgebreide terriestof word met 'n Raschel-breimasjien vervaardig deur van drie stelle skeringgarings gebruik te maak (Hatch, 1993:358; Miller, 1992:108; Kadolph & Langford, 2002:235). 'n Basisstruktuur wat bestaan uit strengelsteke ("pillar stitches"), soortgelyk aan kettingsteke, word deur die **eerste stel skeringgarings** gevorm. Aanliggende rye se strengelsteke is nie met mekaar verbind nie. 'n **Tweede stel skeringgarings** word in die inslagrigting in hierdie basisstruktuur ingelus om aanliggende rye strengelsteke aanmekaar te bind en om stabiliteit en sterkte in daardie rigting te verskaf. Die tweede stel skeringgarings lus vier kolomme strengelsteke aanmekaar. Die **derde stel garings**, die **poolgarings**, word gebruik om die poollusse te vorm. Om 'n poolstof te brei, word een naaldbed vervang met poolpunte ("pile points"), waarom die poolgaring gelus word wanneer die poollusse gevorm word (Miller, 1992:108; Spencer, 1983:326). 'n Illustrasie hiervan kan in Figuur 3.1 gesien word. Die lengte van die poollusse word nie in hierdie illustrasie aangetoon nie.

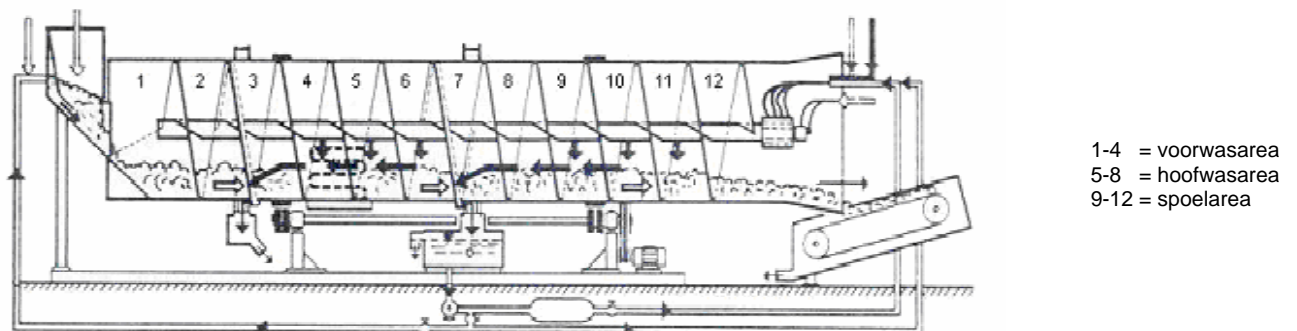


**FIGUUR 3.1: ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOF**  
(Innovative technology makes its mark, 2004:1)

Die basisgarings van skeringgebreide terriestowwe kan uit 'n totaal ander tipe vesel bestaan as die pool (Miller, 1992:109). Skeringgebreide terriehanddoekstof ("warp-knitted terry towelling fabric") word volgens SABS-metode 1613 (2001:3) beskryf as 'n tekstielstof met 'n basiskonstruksie van aaneenlopende filamentgarings en 'n katoenpool. Sintetiese vesels wat algemeen in die basisstruktuur gebruik word, is nylon en poliëster (Wiska, 2002). Die persentasie sintetiese vesels is dikwels minder as 5% (Fish, 2003; Myburgh, 2004), maar selfs so 'n klein persentasie het 'n belangrike effek op die tekstielstofeienskappe, aangesien dit die sterkte daarvan verhoog sonder om die absorbeervermoë te beïnvloed (Fish, 2003; Kadolph & Langford, 2002:41; Myburgh, 2004). Katoen word algemeen vir die pool van skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik, omdat dit 'n uitstekende absorbeervermoë het (Miller, 1992:109). Die tweede stel skeringgarings is gewoonlik ook van katoen om die absorpsievermoë so hoog moontlik te hou en omdat katoen relatief goedkoop en sterk is (Fish, 2003; Miller, 1992:109; Myburgh, 2004). Sulke skeringgebreide terriestowwe kan dus as katoen/nylon- en katoen/poliëster-mengselstowwe beskryf word.

Die versorging van tekstielgoedere speel 'n baie belangrike rol in die bepaling van die verwagte gebruiksleef tyd daarvan (Mohamed, 1982:38). Dit is dus van die allergrootste belang dat die versorgingsprosedures wat deur industriële wasserye gevolg word, versoenbaar moet wees met die veselinhoud en tipe konstruksie van die betrokke tekstielstowwe.

Industriële wasserye wat groot hoeveelhede soortgelyke wasgoed versorg, is redelik algemeen toegerus met kontinue wasmasjiene (Jakobi & Löhr, 1987:221). In Figuur 3.2 word die ontwerp van 'n tipiese kontinue wasmasjien soos wat in industriële wasserye gebruik word, geïllustreer. Die voorwasarea van die kontinue wasmasjiene wat tydens die studie gebruik is, strek van kompartement een tot vier, terwyl die hoofwasarea kompartemente vyf tot agt beslaan en die spoeling van die wasbondels in kompartemente nege tot twaalf plaasvind.



**FIGUUR 3.2: ILLUSTRASIE VAN 'N TIPIESE KONTINUE WASMASJEN (Jakobi & Löhr, 1987:221).**

Die binnekant van die kontinue wasmasjien is ontwerp in die vorm van 'n Archimedes-skroef, waar elke kompartement 'n bondel wasgoed hanteer. Die normale wasbeweging van die skroef behou die wasbondels in hulle afskortings, maar 'n draai van 360° laat die wasbondels na die volgende stadium van prosessering beweeg. Die tunnel is dus opgedeel in kompartemente wat deel vorm van voorwas-, hoofwas- en spoelareas. Die wasbondels beweeg vanaf die voorwasarea deur die masjien na die spoelarea (Barrie, 1994:221; Fabric Care Research Association, 1993:4; Jakobi & Löhr, 1987:221).

Die kontinue wasmasjien is ontwerp met 'n interne herwinningsstelsel om water, stoom en chemikalieë te bespaar. Dit het 'n kontravloei-stelsel, waarin die vloei van water en die beweging van die wasbondels in teenoorgestelde rigtings plaasvind (Barrie, 1994:221; Fabric Care Research Association, 1993:4,9; Jakobi & Löhr, 1987:221). In die kontinue wasmasjien waarmee die studie uitgevoer is, word skoon water in kompartement elf (in die spoelarea) by die wasbondel gevoeg, waarna dit terugwaarts vloei na kompartement agt in die hoofwasarea. Daarna word die water gedreineer en weggevoer na waar dit tydens die voorwasproses (kompartemente een tot vier) gebruik sal word. Die water wat ná die was- en spoelprosesse deur 'n pars geëkstraheer word, word ook herwin en in die voorwasarea gebruik (Fabric Care Research Association, 1993:10,14).

**Industriële wasprosedures** Industriële wasprosedures vind meer beheer plaas as huishoudelike wasprosedures, veral ten opsigte van temperatuur en die byvoeging van wasmiddels (Higginbotham, 1976:43). Wasladinge is ook heelwat groter (Barrie, 1994:221; Tortora, 1992:528). Tydens die wasproses word die nat wasgoed geskommel deur die beweging van die wasmasjien. Vuilheid word afgebreek en die kleiner deeltjies word deur die detergent geëmulgiseer en dan van die wasgoed afgelig deur die aksie van die detergentmolekules. Die detergent wat die vuilheid omring, voorkom dat dit weer gedurende die wasproses op die wasgoed neerslaan. Wanneer die wasgoed uitgespoel word, word die vuilheid saam met die detergent in die water weggespoel (Tortora, 1992:513).

Detergente word op groot skaal in industriële wasserye gebruik en moet aan die spesiale behoeftes daarvan voldoen (Jakobi & Löhr, 1987:121). Terwyl water deur die kontinue wasmasjien beweeg, word chemikalieë, bleikmiddels en ander wasmiddels in spesifieke kompartemente in die masjien by die wasbondels gevoeg. Die byvoegings vind deur middel van titrasie plaas, om die regte konsentrasie te verseker (Fabric Care Research Association, 1993:4,6). 'n Toename in die gebruik van kontinue wasmasjiene met 'n kontravloei-stelsel het gelei tot 'n afname in die gebruik van tradisionele voor- en hoofwas-detergente en detergente wat perboraat bevat. Wasserye het 'n keuse van watter bleikmiddel in die wasproses gebruik sal word, naamlik suurstof- of chloorbleikmiddels. Bleikmiddels kan ook bygevoeg of weggelaat word na gelang van die wasbondels wat gewas word. Skoonmaakmiddels word gekies op grond van hul vermoë om

vreemde materiaal van die vesels te verwyder en hul versoenbaarheid met die tipes vesels in die tekstielstof (Tortora, 1992:78). Spesialiteitsdetergente wat spesifieke funksies verrig, soos ensieme, ontsmettingsmiddels en verhelderaars, kan ook tydens die kontinue wasproses bygevoeg word (Jakobi & Löhr, 1987:124).

Wasbondels word geweeg nadat dit gemerk en gesorteer is om te verseker dat die wasmasjien nie onder- of oorlaai word nie. 'n Tipiese lading weeg 35 kg. Wasbondels word daarna op 'n vervoerband gelaai en in die kontinue wasmasjien ingevoer om gewas te word (JohnsonDiversey, 2004). In die kontinue wasmasjien beweeg die wasgoed deur 'n voorwas-, hoofwas- en spoelarea, wat elk uit verskillende kompartemente – altesaam twaalf – bestaan, waartydens wasmiddels in verskillende stadiums bygevoeg word.

Die beheer van die temperatuur tydens elke stadium van die wasproses is noodsaaklik, omdat verskillende tekstielstowwe verskillende wastemperature vereis en omdat temperatuur ook die effektiwiteit van die wasproses en wasmiddels beïnvloed. Vuil wit items vereis byvoorbeeld 'n hoë temperatuur in die finale was om te verseker dat die skoonmaakproses voldoende is. Baie chemiese reaksies vereis hitte, terwyl hoë temperature weer hitesensitiewe tekstielstowwe kan beskadig (Fabric Care Research Association, 1993:3,9). Die hoogste temperatuur wat deur industriële wasmasjiene bereik kan word, is 100°C. Volgens die Fabric Care Research Association (1993:9) vind die mees effektiewe verwydering van vuilheid by 'n temperatuur van 85°C plaas. Temperatuurstellings vir die afsonderlike kompartemente in die wasmasjien word deur 'n rekenaar en termostate beheer (Fabric Care Research Association, 1993:6).

Die volgende faktore speel 'n rol in die industriële wasproses:

**Ladingsvlak (“degree of loading”)** Die ladingsvlak word deur die Fabric Care Research Association (1993:6) gedefinieer as die gewig van die wasbondel in verhouding tot die volume van die kompartement van die wasmasjien. Die regte ladingsvlak is noodsaaklik vir effektiwiteit tydens die wasproses. Oorlaaiing inhibeer die effektiewe verwydering van vuilheid en die spoel van items, omdat daar dan te min plek in die kompartement is vir die wasbondel om rond te beweeg. Wasmasjiene wat nie vol genoeg gelaai word nie, lei tot 'n afname in produktiwiteit en die items word aan meer wrywing blootgestel as gevolg van verhoogde skommeling (Fabric Care Research Association, 1993:2).

**Vlak van vloeistof in die masjienkompartemente (“dip”)** Die vlak van vloeistof in die masjienkompartemente is belangrik in alle stadiums van die wasproses. Eerstens word die hoeveelheid meganiese wrywing waaraan die wasbondel blootgestel word, beheer deur die regulering van die watervlak in die betrokke kompartement. Hoe laer die watervlak is, hoe meer

wrywing sal die tekstielstof in die wasbondel ondergaan. Die watervlak is nie dieselfde deur die kontinue wasmasjien nie, aangesien die wasgoed meer wrywing in die laaste deel van die wassiklus nodig het om hardnekkige vuilheid te verwyder. Tweedens word die konsentrasie van die wasoplossings beheer deur die hoeveelheid water wat by die wasbondel gevoeg word. Derdens verseker die korrekte watervlak die effektiewe spoel van tekstielstowwe gedurende die wasproses (Fabric Care Research Association, 1993:3).

**Temperatuur** Die beheer van die temperatuur tydens elke stadium van die wasproses is noodsaaklik, aangesien verskillende tekstielstowwe by verskillende temperature gewas moet word en omdat die effektiwiteit van die wasproses en wasmiddels ook daardeur beïnvloed word. Sekere vlekke in tekstielstowwe bly behoue en word daarna moeilik verwyder indien hoër temperature gedurende die eerste deel van die wasproses gebruik word. Hoër wastemperature laat katoen tekstielstowwe meer krimp as laer wastemperature (Kadolph & Langford, 2002:39). Instruksies op versorgingsetikette moet dus ook noukeurig nagekom word (Fabric Care Research Association, 1993:3,9).

Die beheer van temperatuur is veral belangrik by die gebruik van hipochloriet-bleikmiddels, aangesien tekstielstowwe ernstig beskadig kan word indien die maksimum temperatuur oorskry word (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:123). Termiese ontsmetting van tekstielstowwe is egter afhanklik daarvan dat die korrekte temperatuur bereik word (Fabric Care Research Association, 1993:3,9). Volgens Steyn (1994:216) is 'n hoër wastemperatuur (54°C+) noodsaaklik om die doeltreffende verwydering van mikro-organismes te verseker. In die praktyk word wasgoed ontsmet deur dit vir tien minute teen minstens 65°C te was. Wasgoed word egter dikwels vir 'n korter tydskuur (drie minute) by 'n hoër temperatuur (71°C) gewas om sodoende die wasproses te verkort (Fabric Care Research Association, 1993:9).

**Tydsduur** Die tydskuur van die wasprosedure moet beheer word sodat genoeg tyd beskikbaar is om die artikels voldoende skoon te maak, maar die prosedure nie onnodig uitgereek word nie. Die mees effektiewe tydskuur wat 'n wasbondel in een waskompartement van die wasmasjien moet bly, is ses minute. Daar is gevind dat die mees hardnekkige vuilheid reeds na dié tyd van die tekstielstowwe verwyder is. Indien die tekstielstowwe vir langer aan dieselfde wasoplossing blootgestel word, is die kans groter dat herdeponering van vuilheid op die wasgoed kan plaasvind. Onnodig lang wasprosesse is onproduktief en veroorsaak ook onnodige wrywing op die tekstielgoedere (Fabric Care Research Association, 1993:3,11).

**Meganiese aksie** Meganiese aksie word deur die kragtige bewegings van die skroef in die kontinue wasmasjien meegebring. Die spoed van die bewegings, grootte en gewig van die wasbondel en die tydskuur beïnvloed die mate van meganiese aksie wat op die wasbondel

toegepas word (Fabric Care Research Association, 1993:5). Ongeveer die helfte van die meganiese beskadiging van tekstielstowwe vind tydens die wasproses plaas (Goynes & Rollins, 1971:227). Ulrich en Mohamed (1982:38,40,41) het gevind dat minder slytasie tydens die wasproses plaasvind indien detergente gebruik word. Gericke (2001:101) het soortgelyke resultate gevind in 'n studie waar onder meer ondersoek ingestel is na die effek van die meganiese wasaksie van verskillende huishoudelike wasmasjiene op die verwerking van tekstielstowwe. Taylor (1978:70) bevestig hierdie bevinding en voer aan dat die detergent in 'n wasoplossing as 'n smeermiddel kan dien.

**Wasmiddels** Wasmiddels sluit onder meer sintetiese detergente, alkalië, bleikmiddels en sure in:

**Sintetiese detergente** is dikwels alkalies en word gebruik om vuilheid te verwyder deur dit te suspendeer, die effek van harde water te verminder en om die oppervlakspanning van oplosmiddels, soos water, te verlaag om sodoende die skoonmaakvermoë daarvan te verbeter. Detergente bestaan uit verskeie komponente soos oppervlak-aktiewe middels, wat sterk vuilverwyderingsagense is. Boustowwe soos fosfate, karbonate, sitrate en silikate, wat as waterversagmiddels dien, word ook ingesluit. Ensieme vorm die aktiewe bestanddele in baie detergente wat tans beskikbaar is. Dié ensieme, soos proteases, amilases en lipases breek vlekke met byvoorbeeld 'n stysel- en proteïenbasis asook sebum onderskeidelik af, wat moeilik is om met oppervlak-aktiewe middels alleen te verwyder (Hemachander & Puvanakrishnan, 2000:809; Wang, 2002:1). Ander byvoegings sluit anti-herdeponeringsagense, optiese verhelderaars en parfuums in (Kadolph & Langford, 2002:248; Tortora, 1992:513).

**Alkalië** verskaf alkaliese mediums om die verwydering van vuilheid by verhoogde temperature te versnel, wat ideaal is vir die was van wit tekstielstowwe. 'n pH-Waarde van hoër as tien in 'n detergentoplossing verhoog die effektiwiteit van die wasproses (Fabric Care Research Association, 1993:16). Alkalië beskadig nie sellulosevesels nie - selfs by hoë temperature (Hatch, 1993:168; Tortora, 1992:77). Beide nylon en poliëster, wat in die basisstruktuur van skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik word, het goeie weerstand teen die alkalië wat in detergente gebruik word (Kadolph & Langford, 2002:28; 107; Tortora, 1992:195). Poliëster word egter beskadig deur sterk alkalië soos alkaliese bleikmiddels (Hatch, 1993:68; Kadolph & Langford, 2002:28).

Die keuse van **bleikmiddel** (suurstof- of chloorbleikmiddel) sal afhang van die tipe vesel wat in die tekstielstof teenwoordig is. Katoen word deur die oormatige gebruik van chloorbleikmiddels beskadig, hoewel poliëster nie beïnvloed word nie. Nylon word egter deur chloorbleikmiddels beskadig en vergeel (Hatch, 1993:168,207,218). Die temperatuur van die wasoplossing en die konsentrasie van die bleikmiddel moet versigtig beheer word, aangesien beskadiging as gevolg



van die bleikproses makliker by hoër temperature en konsentrasies plaasvind (Kadolph & Langford, 2002:107,350; Tortora, 1992:78,517).

**Sure** word dikwels in wasprosesse gebruik om die alkaliniteit van detergente te neutraliseer. Sellulosevesels soos katoen word deur sterk sure beskadig, maar selfs flou sure kan katoen verswak en moet goed uitgespoel word (Wingate & Mohler, 1984:231). Wat die sintetiese vesels wat in skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik word, betref, is poliëster bestand teen sure, maar nylon is sensitief vir soutsuur en word deur sterk sure soos swawelsuur beskadig (Kadolph & Langford, 2002:28,31,101; Tortora, 1992:76,183).

Die wasprosedure in 'n kontinue wasmasjien soos dié wat in dié studie gebruik is, neem net minder as 33 minute om te voltooi (JohnsonDiversey, 2004). Oortollige water word na die finale spoel deur middel van 'n ekstraheerder van die tekstielstowwe verwyder. Na ekstrahering word die wasbondel deur middel van 'n vervoerband na 'n spindroër vervoer. Die artikels word eers van mekaar losgemaak deur die wasbondel te tuimel en dan na 'n tuimeldroër vervoer om drooggemaak te word (Jakobi & Löhr, 1987:221; Tortora, 1992:528).

**Industriële tuimeldroging** Wasgoed word algemeen in industriële wasserye deur tuimeldroging drooggemaak. Tekstielstowwe word in industriële tuimeldroërs, waar die tydsduur en temperatuur deur die operateur beheer word, drooggemaak. Die tuimeldroër word dus gestel om 'n spesifieke temperatuur te bereik.

Die **ladingsvlak** van die tuimeldroër beïnvloed die mate van wrywing waaraan die wasbondel tydens tuimeldroging blootgestel word, sowel as die tydsduur wat dit sal neem om droog te word. Die **meganiese aksie** van die tuimeldroër en die **tydsduur** van die meganiese aksie gee ook aanleiding tot die mate van wrywing op tekstielgoedere met gepaardgaande verwering (Kadolph & Langford, 2002:352).

Deans (2001:979) wys daarop dat droging in 'n tuimeldrogingsdrom nie homogeen is nie. Beide die verspreiding van tekstielgoedere in die tuimeldrogingsdrom en variasie van die lug-, wasgoed- en tuimeldrogingsdrom-wandtemperatuur hang af van die tipe tekstielstof, voginhoud en pakkingsdigtheid van die wasgoed wat getuimeldroog word. Deans (2001:979) verduidelik voorts dat die tipe tekstielstof die mate wat die vog na die oppervlak van die tekstielgoedere migreer sowel as die kohesie van die items in die wasgoedbondel, beïnvloed. Die pakkingsdigtheid beïnvloed die beweging van die wasgoed en vermoë van die drom om die wasgoed te gooi. Die verspreiding van wasgoed in die tuimeldroër hang ook af van die massa en voginhoud van die wasgoedbondel.

Katoenvesels is geneig tot fibrillering tydens die drogingsproses, wat 'n harde aanvoeling met 'n aansienlike verlies aan lywigheid tot gevolg het. Die tuimeldrogingsproses moet dus nie langer as wat nodig is aanhou nie (Lloyd & Adams, 1989:77). Die slytbestandheid van beide nylon en poliëster is baie goed (Kadolph & Langford, 2002:99,105).

Sorg moet gedra word dat skeringgebreide katoenterriestowwe met 'n sintetiese basisstruktuur nie teen 'n te hoë **temperatuur** drooggemaak word nie. Vir beide nylon en poliëster word drogingstemperatuur van laer as 150°C aanbeveel (Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur, 1991:3). Blootstelling aan droë hitte by ongeveer 150°C sal ook geleidelike afbreking van katoen veroorsaak in die teenwoordigheid van suurstof, as gevolg van oksidasie en die vorming van oksi-sellulose (Cook, 1984:69; Tortora, 1992:131). Nylon kan smelt en vervorm wanneer dit by hoë temperatuur versorg word (Kadolph & Langford, 2002:39,100,107; Tortora, 1992:198). Volgens Schmidt, Bach en Schollmeyer (2002:1030) bly poliëster stabiel tot by 'n temperatuur van 120°C. Hatch (1993:219) wys egter daarop dat poliëster 70% tot 80% taaheid behou, selfs by verlengde blootstelling aan temperatuur hoër as 150°C.

In die lig van die bogenoemde bespreking het die volgende vraag ontstaan: Wat is die uitwerking van industriële versorgingsprosedures, naamlik was en tuimeldroging, op die duursaamheid van katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur?

## 2. Doelstelling

Die oorkoepelende doel van die studie was om vas te stel wat die effek van industriële versorgingsprosedures op die duursaamheid van katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur is. Om dié doel te bereik is daar eerstens ondersoek ingestel na die uitwerking van herhaalde blootstelling aan die twee komponente van die industriële versorgingsproses, naamlik was en tuimeldroging. Tweedens is daar vasgestel in watter stadium, deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse, 'n verandering in sterkte plaasgevind het. Dertens is die effek van was en was/tuimeldroging deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse met mekaar vergelyk.

## 3. Navorsingsprosedure

Beide tipes katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n basisstruktuur van sintetiese vesels wat in dié studie aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is, is van dieselfde Suid-Afrikaanse handdoekvervaardiger verkry. Die handdoeke is met die hulp van die industriële wassery verkry.

By die aanvang van die projek is kuprammonium fluïditeitstoetse op katoenvesels uit die ongewaste katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriehanddoekstowwe uitgevoer om vas te stel of daar moontlik reeds enige chemiese beskadiging van die katoenvesels tydens die vervaardiging plaasgevind het. Die fluïditeitswaarde van beide tekstielmonsters was  $<1$  en die graad van polimerisasie (GP-waardes)  $>3000$ , wat daarop dui dat daar in daardie stadium nog geen chemiese beskadiging plaasgevind het nie.

Om die terriestofmonsters te beskryf is die persentasie veselsamestelling, die strukturele eienskappe en die massa van die ongewaste terriestowwe bepaal. Die **persentasie veselsamestelling** van die katoen- skeringgebreide terriestowwe met 'n sintetiese basisstruktuur is volgens die SABS-metode ISO 1833 bepaal (SABS, 1977). In die geval van die katoen/nylon-skeringgebreide terriestof is die toetsprosedure presies gevolg deur die nylonkomponent met metanoësuur op te los en die res van die monster agtereenvolgens met warm water, 'n ammoniak-oplossing en koue water te was om die suur uit die vesels te spoel. In die geval van die katoen-skeringgebreide terriestof met 'n poliëster-basisstruktuur, is die katoenkomponent met 'n oplossing van 83% swawelsuur opgelos deur dit vir 15 minute tot  $50^{\circ}\text{C}$  in 'n waterbad te verhit terwyl die monster daarin geweek het. Verder is die voorskrifte in die SABS-metode gevolg om die gemiddelde persentasie veselinhoud te bereken.

Die **strukturele eienskappe** is bepaal deur die breistofstruktuur met 'n vergrootglas (10x vergroting) te ontleed en dit 100x onder 'n mikroskoop te vergroot. Die gemiddelde breidigheid van die terriestofmonsters is bepaal volgens die SABS-metode 1120 (SABS, 1988). Die **gemiddelde massa** van die terriehanddoekstowwe is volgens die SABS-metode 79 bepaal (SABS, 1993).

Die **duursaamheid** van 'n tekstielstof is 'n aanduiding van die interaksie van die komponente van die tekstielstof en die toestande waaraan dit onderwerp word (Kadolph, 1998:157). Kadolph en Langford (2002:24,396) definieer duursaamheid as die behoud van die fisiese integriteit, voorkoms en funksionaliteit van 'n produk onder normale gebruikstoestande. Hatch (1993:2,14,15) wys daarop dat 'n tekstielproduk onder toestande van meganiese spanning vir 'n redelike tydperk sy fisiese integriteit moet behou. Die duursaamheid van tekstielstowwe kan geëvalueer word deur sterkte-toetse daarop uit te voer. Hierdie toetse onderwerp tekstielstowwe aan kragte onder gekontroleerde toestande en fokus op die fisies-meganiese aspekte van die tekstielstowwe (Kadolph, 1998:158).

Die duursaamheid van die skeringgebreide terrie-handdoekstowwe is bepaal deur die breeksterktes van die toetsmonsters in die skering- en inslagrigting volgens SABS-metode ISO 13934-1 met 'n *Instron Universal Testing Machine* (Model 4444) te meet (SABS, 1999). Die

toetsmonsters, elk 5 cm x 30 cm, is geknip en nie gerafel nie, aangesien skeringbreistof nie uitgerafel kan word nie. Sorg is gedra dat verskillende monsters wat in die skeringrigting gesny is, nie dieselfde stel skeringdrade bevat nie en ook akkuraat volgens kolomme gesny is. Waar die toetsmetode aanbeveel om ses toetsmonsters in die skering- sowel as die inslagrigting per tekstielmonster te toets, is daar in hierdie studie tien toetsmonsters in beide rigtings per handdoekmonster wat aan 'n spesifieke behandelingskombinasie onderwerp is, getoets om te verseker dat 'n verteenwoordigende gemiddeld bereken kan word. In elke stadium (10, 20, 30, 40 en 50 siklusse) van die versorgingsproses (was asook was/tuimeldroging) is daar drie handdoekmonsters getoets. Die gemiddelde breeksterkte van 30 toetsmonsters is dus in elke rigting in elke stadium van die versorgingsproses vir katoen/nylon- en katoen/poliëster-skeringgebreide terriestofhanddoeke bereken. Bykomend hiertoe is die dimensionele stabiliteit van die terriestowwe volgens SABS-metode 960 bepaal deur die loop en na afloop van die toepassing van die industriële versorgingsprosedures, om aanpassings in die berekening van die breeksterktes te maak indien die dimensies van die monsters sou verander nadat dit aan die industriële versorgingsprosedures onderwerp is (SABS, 1994) (Addendum A). Na aanleiding hiervan word daar in die resultate na 'korrekte breeksterkte' verwys aangesien die aanpassings aan die oorspronklike breeksterktes reeds gedoen is. Volgens dié toetsmetode moet die gemiddelde breeksterkte van die toetsmonsters in Newton aangedui word (SABS, 1999:9). Die gemiddelde breeksterkte van die toetsmonsters is deurgaans in Newton aangedui (soos in die toetsmetode gespesifiseer) (SABS, 1999:9).

In aansluiting by die doel van die studie is daar eerstens vasgestel wat die effek van die twee komponente van die industriële versorgingsprosedures op die katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur is, deur die breeksterktes van die handdoekmonsters na 50 wassiklusse en 50 was/tuimeldrogingsiklusse in beide die skering- en inslagrigting te vergelyk.

Tweedens is daar vasgestel in watter stadium deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse daar 'n verandering in die gemiddelde breeksterkte van die handdoekstowwe plaasgevind het deur die breeksterktes van die ongewaste handdoekstowwe en handdoekstowwe wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas is, asook monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas en getuimeldroog is, in beide die skering- en inslagrigtings te bepaal.

Derdens is die effek van was en was/tuimeldroging vergelyk deur die breeksterktes van die ongewaste handdoekstowwe en handdoekstowwe wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas is asook monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas en getuimeldroog is, te vergelyk. Dié vergelyking is vir die skering- sowel as die inslagrigting getref.

Ter voorbereiding is elke skeringgebreide terriestofhanddoekmonster wat tydens die studie gebruik is, gemerk deur nommers met 'n merkpen daarop aan te bring. Gekleurde linte is aan die selfkante van die handdoeke vasgestik om identifikasie tydens die versorgingsproses te vergemaklik en handdoeke wat slegs gewas is van dié wat gewas en getuimeldroog is te onderskei. Die terriestofmonsters is tydens hierdie studie aan versorgingsprosedures soos wat tans by industriële wasserye in gebruik is, onderwerp deur dit saam met ander handdoeke wat tans in gebruik was, te versorg sodat die werklike prosedures in die praktyk nageboots kon word.

Standaard industriële versorgingsprosedures sluit 'n wassiklus in 'n kontinue wasmasjien en 'n tuimeldrogingsiklus in. Die versorgingsprosedures is onder toesig van die navorser uitgevoer, sodat streng beheer oor die was- en tuimeldrogingsiklusse uitgeoefen kon word. Kontinue wasmasjiene wat in industriële wasserye gebruik word, is toegerus met 'n rekenaar wat die wasproses beheer.

Elke bondel wasgoed is vooraf geweeg (35 kg) om die korrekte ladingsvlak met gepaardgaande konsentrasie van wasmiddels tydens die wasproses te verseker. Vir die wasproses is wasbondels in kompartemente op 'n vervoerband gelaai en in die wasmasjien ingevoer. Die byvoeging van wasmiddels is bereken per 35 kg waslading en het soos volg plaasgevind: In die eerste kompartement, 'n voorwasarea, is 'n detergent (115ml) en 'n vloeibare nie-ioniese versterker (128ml) by die wasbondel gevoeg. In die vierde kompartement, ook 'n voorwasarea, is dieselfde detergent (71ml) weer bygevoeg. In die sesde kompartement, die hoofwasarea, is 'n vloeibare peroksiedbleikmiddel, of sogenaamde ontvlekker (82ml), bygevoeg. In die laaste kompartement, die spoelarea, is 'n anorganiese suur en 'n versagmiddel by die wasbondel gevoeg (JohnsonDiversey, 2004). Volgens Du Plessis (2003) word die presiese inhoud van die wasmiddels wat in die industriële wassery gebruik word in samewerking met die verskaffer van die chemikalieë bepaal en saamgestel. Inligting in dié verband word as vertroulik beskou en dit is nie gereedelik beskikbaar nie. Nadat 'n wasbondel uit die wasmasjien beweeg het, is die oortollige water uit die wasgoed gepars. Daarna is dit op 'n vervoerband na 'n tuimelaar (nie 'n tuimeldroër nie) vervoer om die wasitems los van mekaar te kry.

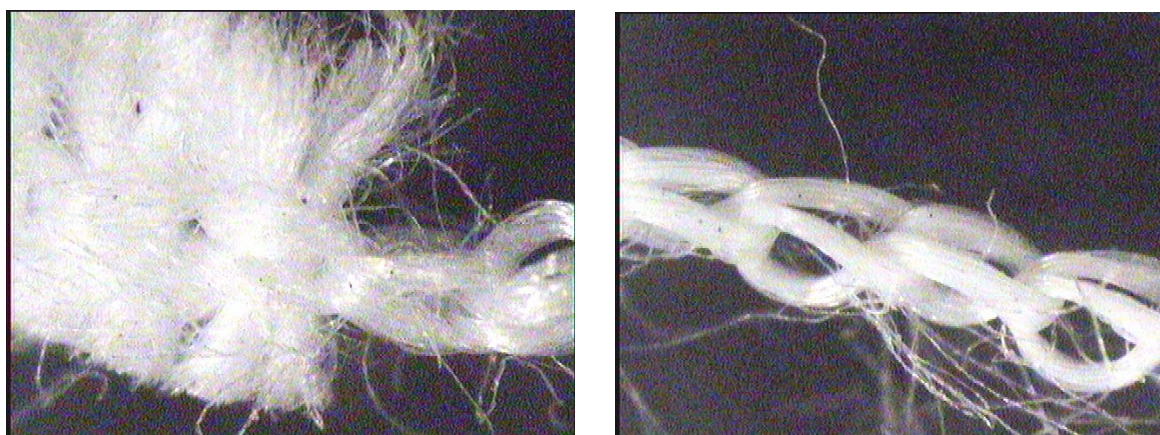
In die eerste kompartement in die voorwasarea van die kontinue wasmasjien word daar nie 'n spesifieke temperatuur vereis nie. In die tweede kompartement word 'n temperatuur van 30°C bereik. In die volgende twee kompartemente, steeds in die voorwasarea, word 'n temperatuur van 78°C bereik. In die hoofwasarea, in kompartemente vyf tot agt, is die temperatuur ook 78°C. In die spoelarea neem die temperatuur geleidelik af tot 55°C en 45°C onderskeidelik, in die negende en tiende kompartemente. In die laaste twee kompartemente is daar weereens nie 'n vereiste temperatuur wat bereik moet word nie.

Die industriële tuimeldroërs is gestel om 'n maksimum temperatuur van 120°C te bereik. Tydens die studie is daar van temperatuurstrookies gebruik gemaak om die werklike temperatuur binne-in die tuimeldroër te meet. Die drogingstemperatuur in die tuimeldroër het gewissel tussen 104°C en 110°C. 'n Lading handdoeke kon tussen 30 en 45 minute neem om droog te word, afhangend van die grootte daarvan.

Alle toetsmonsters is volgens standaardprosedures vir 24 uur in gekontroleerde atmosferiese toestande ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  en  $65 \pm 2\%$  relatiewe humiditeit) gekondisioneer voordat die toetse daarop uitgevoer is (SABS, 1972).

#### 4. Beskrywing van die toetsmonsters

Die gemiddelde sintetiese inhoud van die skeringgebreide terriestofmonsters was 4,42% (katoen/nylon-terriestof: 4,40% en katoen/poliëster-terriestof: 4,43%). Dit blyk uit die ondersoek met die vergrootglas en die mikroskoopvergrotings dat die skeringgebreide terriestof 'n basisstruktuur van strengelsteke, soortgelyk aan kettingsteke, het wat nie direk aan mekaar verbind is nie. 'n Tweede stel skeringgarings is in die inslagrigting in hierdie basisstruktuur ingelus om aanliggende rye strengelsteke aanmekaar te bind. 'n Derde stel garings, die poolgarings, is in 'n sigsagformasie in die basisstruktuur vasgevang, soortgelyk aan die struktuur wat hierbo beskryf is. Foto's van mikroskoopvergrotings (100x) van 'n strook strengelsteke met die tweede stel skeringdrade daarin gelus en die basisstruktuur van filamentgarings word in Figuur 3.3 getoon. In die eerste foto (links) is die tweede stel skeringgarings geknip en deels uit die strengelsteke uitgepluis.



**FIGUUR 3.3: LINKS: 'N STROOK STRENGELSTEKE MET DIE TWEDE STEL SKERINGGARINGS GEKNIP EN DEELS UIT DIE STRENGELSTEKE UITGEPLUIS [100X VERGROOT]. REGS: BASISSTRUKTUUR VAN STRENGELSTEKE VAN SINTETIESE FILAMENTGARING.**

Die skeringgebreide terriehanddoekstowwe het gemiddeld 47,3 kolomme en 64,1 rye per 10 cm. Die gemiddelde massa van die terriehanddoekstowwe was 541,15 g/m<sup>2</sup>.

## 5. Data-analise

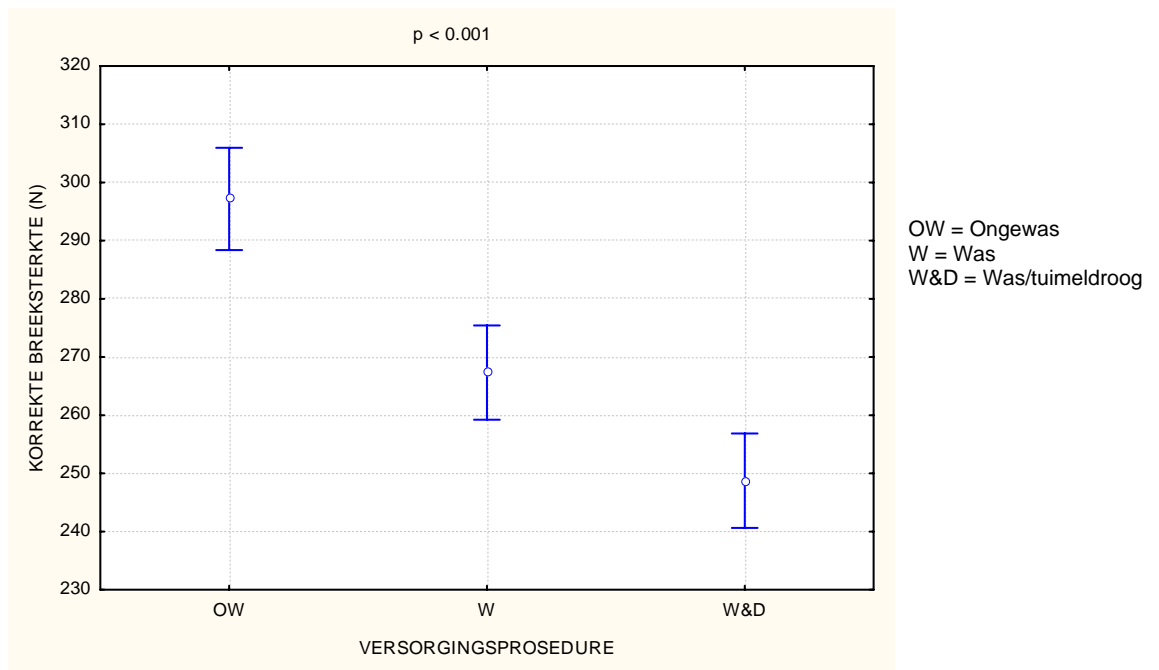
Om die gemiddelde breeksterktes te vergelyk is 'n tweerigting-kruisklassifikasie-variensie-analise (ANOVA) met faktore industriële versorgingsprosedure en aantal versorgingsiklusse gebruik (Milton & Arnold, 1990:531). Indien die interaksie-effekte nie beduidend was nie, is die hoofeffekte direk geïnterpreteer; andersins is verskeie eenrigting-ANOVA's by elk van die vlakke van industriële versorgingsprosedures gedoen om vas te stel of die breeksterktes betekenisvol van mekaar verskil. 'n Bonferroni meervoudige vergelykingsprosedure is telkens gebruik om vas te stel waar die verskille is tussen hoofeffekte. In hierdie studie is daar deurgaans van 'n 5%-betekenispeil gebruik gemaak. Indien die residue van die gepaste eenrigting-variensie-analises nie normaal verdeel was nie, is daar van die Kruskal–Wallis nie-parametriese variensie-analise gebruik gemaak om te toets of daar verskille tussen die industriële versorgingsprosedures, asook oor die aantal industriële versorgingsiklusse heen was. Vir die doel van die analises het die versorgingsprosedures ongewas, was en was/tuimeldroging ingesluit. Die aantal versorgingsiklusse het 10, 20, 30, 40, 50 keer gewas, 10, 20, 30, 40, 50 keer gewas en getuimeldroog, asook nie gewas en getuimeldroog, ingesluit.

## 6. Resultate en Bespreking

### 6.1. Effek van industriële was en tuimeldroging op katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur

Om vas te stel wat die effek van die twee komponente van die industriële versorgingsprosedures, naamlik was en tuimeldroging, op die katoen- skeringgebreide terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur is, is die breeksterktes van handdoekmonsters na 50 wassiklusse en 50 was/tuimeldrogingsiklusse in die skering- sowel as die inslagrigting bepaal.

Die gemiddelde **breeksterkte in die skeringrigting** van die ongewaste katoen- skeringgebreide terriestofmonsters met 'n sintetiese basisstruktuur was 297,18 N. Die terriestofmonsters wat aan 50 wassiklusse blootgestel is, se gemiddelde breeksterkte was 267,32 N, terwyl dié wat aan 50 was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, 248,73 N was. Die resultate van die gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.4).



**FIGUUR 3.4: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) (50 WASSIKLUSSE) EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE (W&D) (50 WAS/TUIMELDROOGING-SIKLUSSE) KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOWWE MET 'N SINTETIESE BASISSTRUKTUUR.**

Die variansie-analise wat op die resultate in die skeringrigting uitgevoer is, word in Tabel 3.1 uiteengesit.



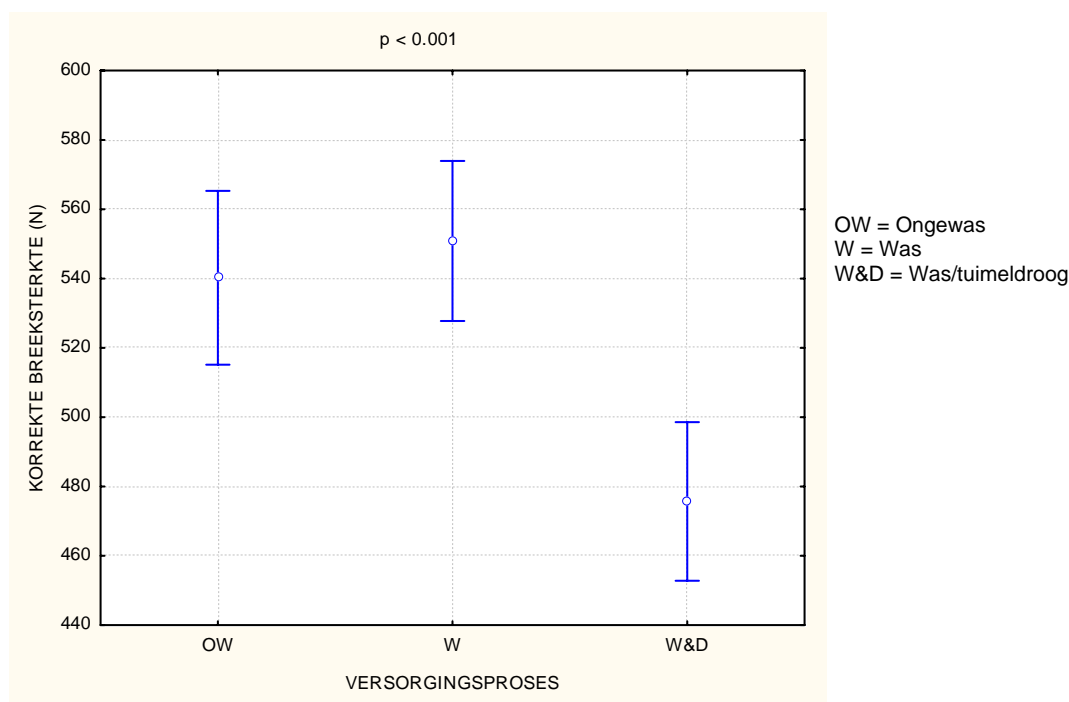
**TABEL 3.1: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE, GEWASTE EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOF-HANDDOEKE MET 'N SINTETIESE BASISSTRUKTUUR**

BREEKSTERKTE					
BRON VAN VARIASIE	SK	VG	GK	F	p
Versorgingsprosedure	65236	2	32618	32.21	$p < 0.001$
Fout	170129	168	1013		

Uit Figuur 3.4 en Tabel 3.1 is dit duidelik dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) was; derhalwe is eenrigting-ANOVA's by elke vlak van versorging gedoen. Die breeksterktes in die skeringrigting van die gewaste terriestofmonsters het betekenisvol ( $p < 0.001$ ) afgeneem na 50 wassiklusse. Daar was ook 'n betekenisvolle ( $p < 0.001$ ) verskil tussen die ongewaste en gewas/getuimeldroogde terriestofmonsters. Geen betekenisvolle verskil ( $p > 0.05$ ) is tussen monsters wat gewas is en monsters wat gewas en getuimeldroog is, gevind nie.



Die gemiddelde **breeksterkte in die inslagrigting** van die ongewaste katoen- skeringgebrede terriestofmonsters met 'n sintetiese basisstruktuur, was 540,23 N. Die terriestofmonsters wat aan 50 wassiklusse blootgestel is se gemiddelde breeksterkte was 550,85 N, terwyl dié wat aan 50 was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, 475,72 N was. Die resultate van die gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.5).



**FIGUUR 3.5: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) (50 WASSIKLUSSE) EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE (W&D) (50 WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE) KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOWWE MET 'N SINTETIESE BASISSTRUKTUUR.**

Die variansie-analise wat op die resultate in die inslagrigting uitgevoer is, word in Tabel 3.2 uiteengesit.

**TABEL 3.2: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE, GEWASTE EN GEWAS EN GETUIMELDROOGDE KATOEN- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFHANDDOEKE MET 'N SINTETIESE BASISSTRUKTUUR**

BREEKSTERKTE					
BRON VAN VARIASIE	SK	VG	GK	F	p
Versorgingsprosedure	194096	2	97048	12.037	$p < 0.001$
Fout	1338412	166	8063		

Uit Figuur 3.5 en Tabel 3.2 blyk dit dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) is; derhalwe is eenrigting-ANOVA's by elke vlak van versorging gedoen. Die breeksterkte in die inslagrigting van die gewaste terriestofmonsters het, in teenstelling met die breeksterkte in die skeringrigting, na 50 wassiklusse effens toegeneem, hoewel dié toename nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) was nie. Die toename in breeksterktes van die terriestofmonsters kan dus nie onomwonde aan die krimpings van die katoengarings toegeskryf word nie aangesien aanpassings in die berekening van gemiddelde breeksterkte van die monsters gemaak is (Addendum A). Die terriestofmonsters se breeksterkte in die inslagrigting het wel betekenisvol ( $p < 0.01$ ) afgeneem van ongewaste sowel as gewaste na 50 was/tuimeldrogingsiklusse soos dié in die skeringrigting.

By beide soorte handdoekmonsters (katoen/nylon en katoen/poliëster) het daar krimpings in beide rigtings voorgekom. Meer krimpings het egter in die skeringrigting voorgekom as in die inslagrigting. Die krimpings in die skeringrigting kan waarskynlik toegeskryf word aan ontspanningskrimpings (Kadolph & Langford, 2002:297) van die skeringbreistof terwyl dié in die inslagrigting toegeskryf kan word aan die krimpings van die tweede stel skeringgarings wat van katoen is (Joseph, 1988:66; Kadolph & Langford, 2002:39).

Die effek van die was en was/tuimeldroging op die sintetiese komponent in die basisstruktuur van die terriestofmonsters het waarskynlik aanleiding gegee tot die groter afname in die gemiddelde breeksterkte in die skeringrigting. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die hoë temperatuur ( $78^{\circ}\text{C}$ ) wat in 'n gedeelte van die voorwasproses en tydens die hoofwasproses in die kontinue wasmasjien bereik word. Die feit dat die effek van hoë temperature vererger met tuimeldroging onderskryf hierdie aanname, omdat daar tydens tuimeldroging juis langdurige blootstelling aan hoë temperature is.

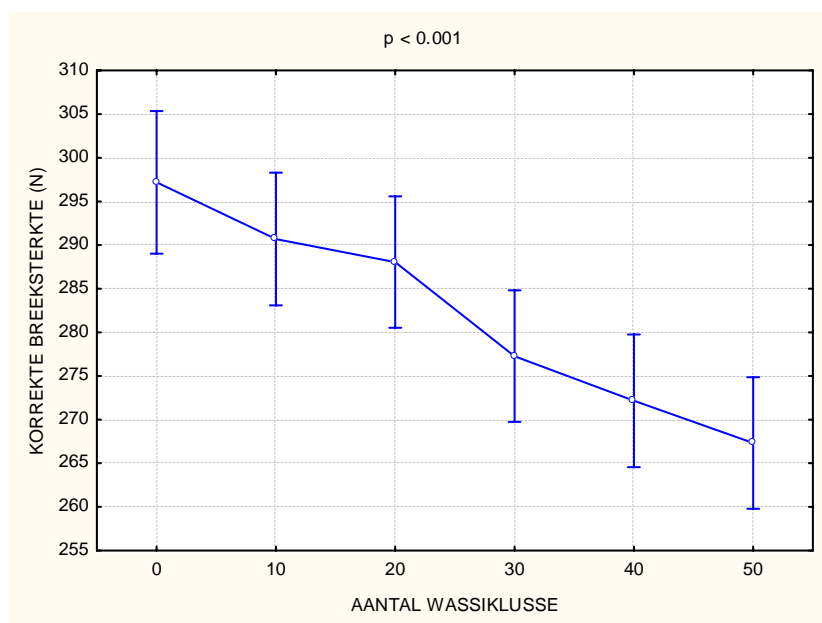
## **6.2. Verandering in breeksterkte deur die loop van die was- en was/tuimeldroging-siklusse van skeringgebreide terriestofhanddoeke**

Om vas te stel in watter stadium deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse van die skeringgebreide terriestofhanddoeke daar 'n verandering in die gemiddelde **breeksterkte in die skeringrigting** plaasgevind het, is die gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting van die ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas, asook van monsters wat gewas en getuimeldroog is, bepaal. Dié breeksterktes word in Tabel 3.3 weergegee.

**TABEL 3.3: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES (IN NEWTON) IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE VERSORGINGSIKLUSSE (WAS EN WAS/TUIMELDROOG) BLOOTGESTEL IS**

Versorgings- Prosedure	Aantal siklusse					
	0	10	20	30	40	50
Was	297,18	290,69	288,06	277,27	272,16	267,32
Was/tuimeldroog	297,18	290,02	267,83	269,90	261,75	248,73

Die resultate van die breeksterktes in die skeringrigting van monsters wat ongewas en gewas is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.6).



**FIGUUR 3.6: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

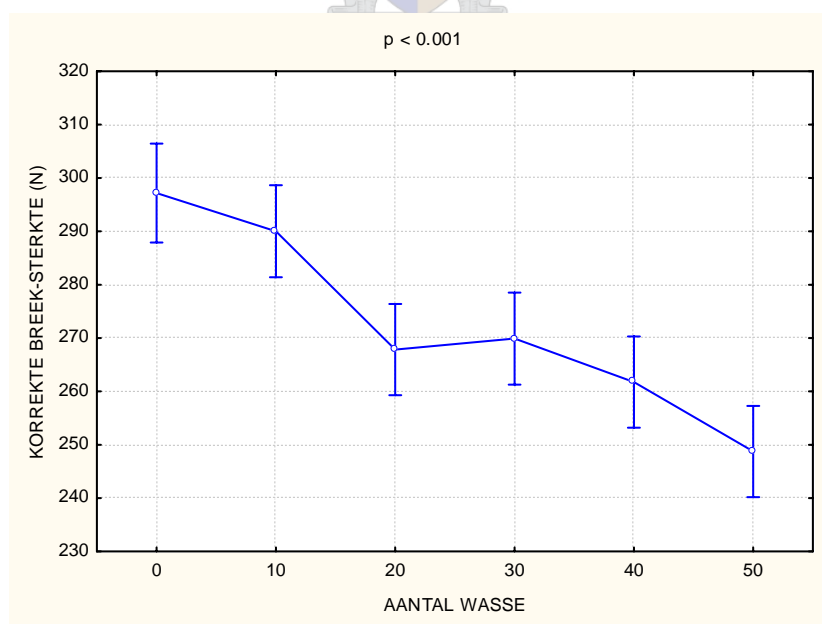
Die variansie-analise van breeksterktes in die skeringrigting van die ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas is, word in Tabel 3.4 weergegee.

**TABEL 3.4: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS**

BREEKSTERKTE					
BRON VAN VARIASIE	SK	VG	GK	F	p
Aantal wassiklusse	38365	5	7673	8.72	$p < 0.001$
Fout	301938	343	880		

Uit Figuur 3.6 en Tabel 3.4 blyk dit dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) was; derhalwe is eenrigting-ANOVA's gedoen by verskillende vlakke van die aantal wassiklusse. Vir die doel van dié studie was dit slegs van belang om kennis te neem dat die breeksterktes in die skeringrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters wat aan 10, 20, 30, 40 en 50 industriële wassiklusse blootgestel is, geleidelik afgeneem het. Dié afnames in breeksterkte van die ongewaste monsters na die monsters wat aan 10, en ook aan 20, 30, 40 en 50 wassiklusse onderwerp is, was nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) nie. Die monsters wat 40 en 50 keer gewas is verskil wel betekenisvol ( $p < 0.001$ ) van ongewaste monsters asook monsters wat 10 en 20 keer gewas is.

Die resultate van die breeksterktes in die skeringrigting van monsters wat ongewas asook van monsters wat gewas en getuimeldroog is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.7).



**FIGUUR 3.7: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

Die variansie-analise van gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting van ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas en getuimeldroog is, word in Tabel 3.5 weergegee.

**TABEL 3.5: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERING-RIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS**

BREEKSTERKTE						
BRON	VAN	SK	VG	GK	F	p
VARIASIE						
Aantal was/tuimeldroging-siklusse		91581	5	18316	16.15	$p < 0.001$
Fout		389067	343	1134		

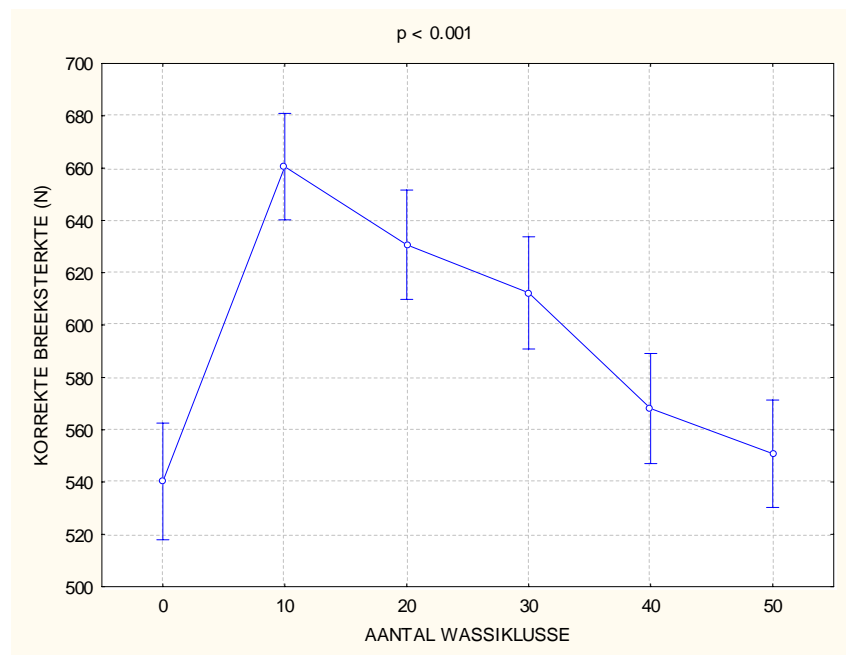
Uit Figuur 3.7 en Tabel 3.5 blyk dit dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) was; derhalwe is eenrigting-ANOVA's gedoen by die verskillende vlakke van was/tuimeldrogingsiklusse. Die gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters wat aan 10, 20, 30, 40 en 50 industriële was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, het 'n betekenisvolle ( $p < 0.001$ ) afname getoon van ongewas na monsters wat 20 was/tuimeldrogingsiklusse en meer, ondergaan het. Die afname in die breeksterkte van 10 na 20 was/tuimeldrogingsiklusse was ook betekenisvol ( $p < 0.01$ ). Tussen 20 en 30 was/tuimeldrogingsiklusse was daar 'n effense toename in die breeksterkte van die monsters, hoewel dié toename nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) was nie. Daarna het die breeksterktes van die monsters weer afgeneem. Dié afnames in breeksterkte tussen 30 en 40, en tussen 40 en 50 was/tuimeldrogingsiklusse was nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) nie.

Om vas te stel in watter stadium deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse van die skeringgebrede terriestofhanddoeke daar 'n verandering in **breeksterkte in die inslagrigting** plaasgevind het, is die gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting van die ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas, asook monsters wat gewas en getuimeldroog is, bepaal. Dié breeksterktes word in Tabel 3.6 weergegee.

**TABEL 3.6: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES (IN NEWTON) IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE VERSORGINGSIKLUSSE (WAS EN WAS/TUIMELDROOG) BLOOTGESTEL IS**

Versorgings-prosedure	Aantal siklusse					
	0	10	20	30	40	50
Was	540,23	660,55	630,70	612,30	568,09	550,85
Was/tuimeldroog	540,23	670,63	625,41	621,43	533,29	475,72

Bogenoemde resultate van die breeksterktes in die inslagrigting van ongewaste monsters en monsters wat gewas is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.8).



**FIGUUR 3.8: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

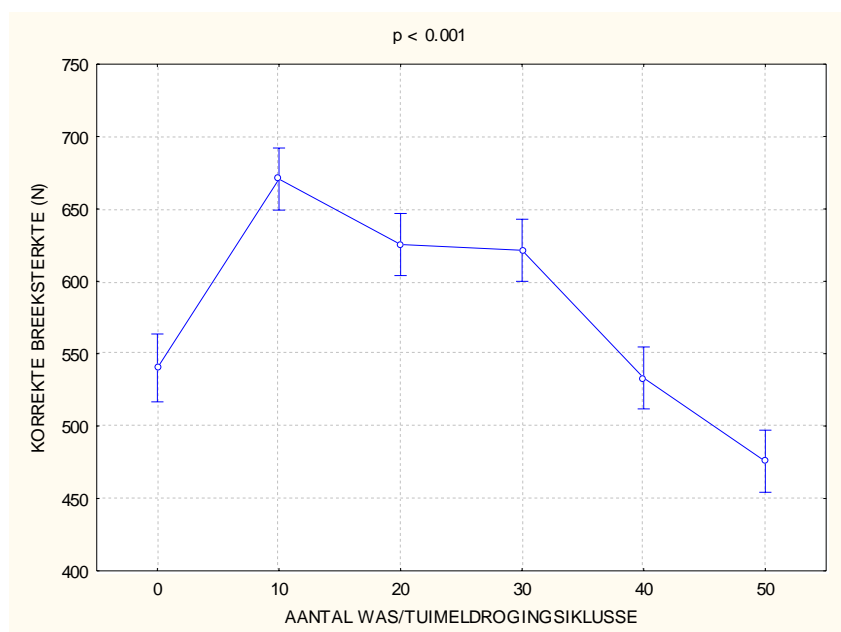
Die variansie-analise van gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting van ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas is, word in Tabel 3.7 weergegee.

**TABEL 3.7: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS**

<b>BREEKSTERKTE</b>					
<b>BRON VAN VARIASIE</b>	<b>SK</b>	<b>VG</b>	<b>GK</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Aantal wassiklusse</b>	652160	5	130432	20.30	$p < 0.001$
<b>Fout</b>	2120529	330	6426		

Uit Figuur 3.8 en Tabel 3.7 blyk dit dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) was; derhalwe is eenrigting-ANOVA's gedoen by die verskillende vlakke van wassiklusse. Die gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters het na die eerste tien industriële wassiklusse hoogs betekenisvol ( $p < 0.001$ ) toegeneem. Daarna het die breeksterktes 'n geleidelike afname getoon. Dié afnames in breeksterkte tussen die 20 en 30, 30 en 40 asook 40 en 50 wassiklusse was nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) nie. Soos reeds genoem het monsters selfs na 50 wassiklusse geen afname in breeksterkte getoon nie. Die bespreking van bogenoemde resultate word waam met die resultate wat betrekking het op gemiddelde breeksterkte van monsters wat gewas en getuimeldroog is, bespreek.

Die resultate van die gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting van ongewaste monsters en monsters wat gewas en getuimeldroog is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.9).



**FIGUUR 3.9: GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

Die variansie-analise van gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting van die ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas en getuimeldroog is, word in Tabel 3.8 weergegee.



**TABEL 3.8: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 INDUSTRIËLE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS**

BREEKSTERKTE						
BRON	VAN	SK	VG	GK	F	p
VARIASIE						
Aantal was/tuimeldrogingsiklusse		1581629	5	316326	44.39	$p < 0.001$
Fout		2451347	344	7126		

Uit Figuur 3.9 en Tabel 3.8 blyk dit dat die interaksie beduidend ( $p < 0.001$ ) was; derhalwe is eenrigting-ANOVA's gedoen by verskillende vlakke van die was/tuimeldrogingsiklusse. Die breeksterktes in die inslagrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters wat aan industriële



was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, het na die eerste tien wassiklusse hoogs betekenisvol ( $p < 0.001$ ) toegeneem. Daarna het die breeksterktes 'n geleidelike afname getoon. Dié afname in breeksterktes tussen 10 en 20 was/tuimeldrogingsiklusse was nie betekenisvol ( $p > 0.05$ ) nie. Tussen 20 en 30 was/tuimeldrogingsiklusse het die breeksterktes van die monsters ongeveer dieselfde gebly, waarna dit weer betekenisvol ( $p < 0.001$ ) afgeneem het tussen 30 en 40, en tussen 40 en 50 ( $p < 0.01$ ) was/tuimeldrogingsiklusse.

Hoewel die krimp van die tekstielstofmonsters by die berekening van die breeksterktes in ag geneem is, het daar na die eerste tien was- sowel as was/tuimeldrogingsiklusse 'n aansienlike toename in sterkte in die inslagrigting plaasgevind. Daarna het 'n geleidelike afname in breeksterkte gevolg. Gericke (2001:85) het ook 'n betekenisvolle toename in breeksterkte na 10 wassiklusse, met 'n afname daarna, gerapporteer. Volgens Joseph (1988:66) en Kadolph en Langford (2002:39) krimp alle katoentekstielstowwe veral gedurende die eerste paar versorgingsiklusse en veral in die skeringrigting van weefstowwe. Wanneer die tekstielstof met water in aanraking kom, vind 'n strukturele herrangskikking in die konstruksie van 'n geweefde tekstielstof plaas (Hatch, 1993:60). Katoentekstielstowwe wat in warm water gewas en in 'n warm tuimeldroër drooggemaak word, sal meer krimp as wanneer dit by 'n laer temperatuur versorg word (Kadolph & Langford, 2002:39). In die geval van skeringgebreide terriehanddoekstowwe is dit waarskynlik die tweede stel skeringgarings (katoen), wat hoofsaaklik in die inslagrigting lê, wat krimp. Verlaagde temperatuur wat in die industriële wassery gebruik word, is betreklik hoog ( $78^{\circ}\text{C}$ ) en het waarskynlik tot die krimp bygedra. Die toename in sterkte kan egter nie met sekerheid aan die krimp toegeskryf word nie.

Pectus roburant cultus recti

Dis algemeen bekend dat katoengarings sterker word wanneer dit nat word. Dit is deel van die makro- en mikrostrukturele eienskappe van die katoenvesel. Wanneer katoenvesels water absorbeer, vind swelling plaas, met 'n gepaardgaande verandering in die veseldeursnitvorm. Die vesel word rond en die interne spanning in die vesel verminder, wat tot 'n toename in veselsterkte lei. Laasgenoemde verskynsel kan as volg verklaar word:

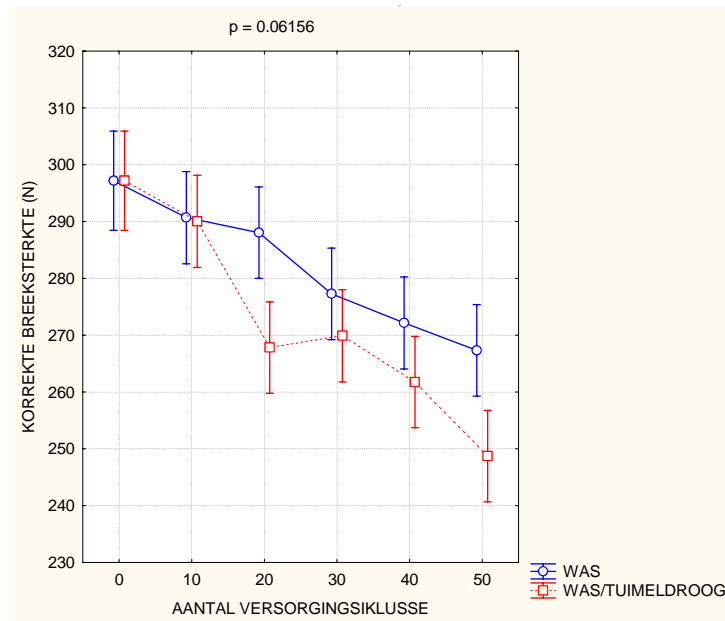
Die sellulosefibrille in die katoenvesel spiraal in teenoorgestelde rigtings in die sekondêre selwand. In areas waar die spirale van rigting verander, word hoë spanning ondervind. Wanneer die vesel swel en rond word, word hierdie spanning in 'n mate verlig deurdat die omkeringshoek verklein word. Met minder interne spanning om te oorkom, word die vesel dus sterker. Die effens geswolle, rond vesels druk ook nou stywer teen mekaar en ondersteun mekaar sodoende. Hierdie toename in wrywing tussen die vesels lei ook tot versterking van die vesel (Smith & Block, 1982:76). Hatch (1992:168) verwys na bogenoemde reaksie as 'n tydelike verbetering in polimeer-oriëntasie, wat sterkte verbeter. Hatch (1992:168) noem ook dat die water wat in die lumen opgeneem word tot 'n vermindering in draaiing van die katoenvesel lei. 'n Mens sou dus kon

bespiegel of hierdie effek nie na die eerste paar wasse steeds 'n effek op veselsterkte kon hê nie en gevolglik die oorsaak kon wees van die verhoging in breeksterkte wat na 10 wasse in die terriestofmonsters waargeneem is. Die terriestofmonsters is egter getoets toe dit reeds droog was.

### 6.3. Vergelyking van die effek van industriële was- en was/tuimeldrogingsiklusse op skeringgebreide terriestofhanddoeke

Om die effek van was en was/tuimeldroging te vergelyk, is die breeksterktes van die ongewasde terriestofmonsters en terriestofmonsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas is en monsters wat soortgelyk gewas en getuimeldroog is, vergelyk. Dié vergelyking is vir beide die skering- en inslagrigting getref. Dié gemiddelde breeksterktes is in Tabela 3.3 en 3.6 gegee.

Die resultate van die gemiddelde breeksterktes in die skeringrigting van ongewaste en monsters wat aan was- asook monsters wat aan was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.10).



**FIGUUR 3.10: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE MONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS, MET TERRIESTOFMONSTERS WAT AAN SOORTGELYKE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

Die variansie-analise van **breeksterktes in die skeringrigting** van die ongewaste monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas asook monsters wat gewas en getuimeldroog is, word in Tabel 3.9 weergegee.

**TABEL 3.9: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE SKERINGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOF-MONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40, 50 INDUSTRIËLE WAS-ASOOK WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

<b>BREEKSTERKTE</b>					
<b>BRON VAN VARIASIE</b>	<b>SK</b>	<b>VG</b>	<b>GK</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Versorgingsproses</b>	15834	1	15834	15.72	$p < 0.001$
<b>Aantal versorgingsiklusse</b>	119267	5	23853	23.68	$p < 0.001$
<b>Versorgingsproseses·Aantal versorgingsiklusse</b>	10664	5	2133	2.12	0.061562
<b>Fout</b>	691005	686	1007		

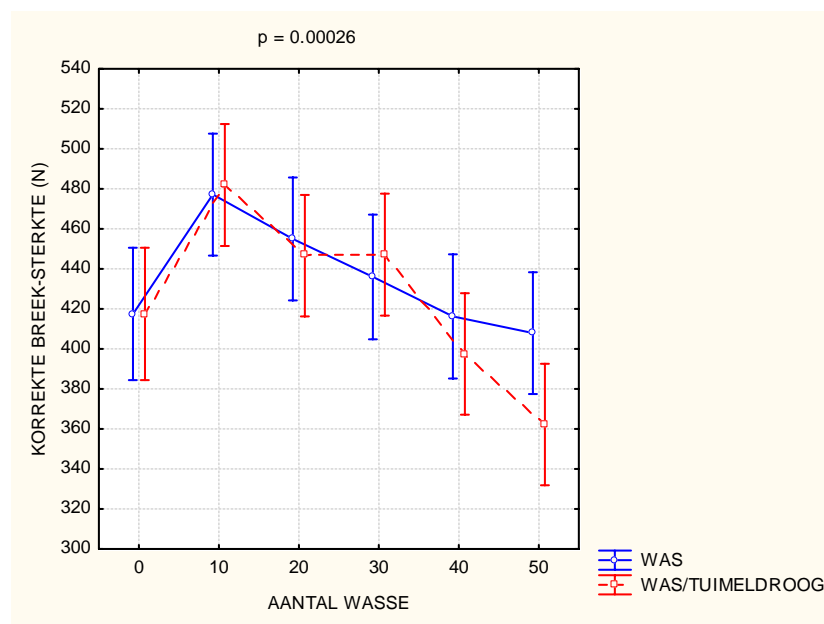
Uit Figuur 3.10 en Tabel 3.9 blyk dit dat die interaksie tussen versorgingsproses en aantal versorgingsiklusse nie beduidend is nie ( $p = 0.062$ ), derhalwe is die hoofeffekte direk geïnterpreteer. Die breeksterkte resultate van die twee versorgingsprosesse verskil beduidend ( $p < 0.001$ ). Soortgelyk verskil die resultate van die breeksterkte wat die aantal versorgingsiklusse betref, ook beduidend ( $p < 0.001$ ). Die grootste verskil tussen die breeksterktes van die twee beduidend verskillende versorgingsprosesse was waar te neem by 20 versorgingsiklusse en by 50 versorgingsiklusse soos aangedui in Figuur 3.9.

Dit wil voorkom asof die beskadiging in die skeringrigting van die terriestofmonsters aanvanklik deur die industriële wasproses aangebring word en dat die tuimeldrogingsproses veral na 20 siklusse en dan weer na 50 siklusse meer skade aanrig as die wasproses. Die afname in die breeksterkte in die skeringrigting, van monsters wat gewas en getuimeldroog is, by 20 versorgingsiklusse is moeilik om te verklaar. Die afname in die breeksterkte van ongewaste monsters na monsters wat gewas en getuimeldroog is, na 50 versorgingsiklusse, kan moontlik toegeskryf word aan die herhaalde blootstelling aan wrywing en hoë temperatuur tydens die tuimeldrogingsproses wanneer die nat tekstielmonsters droog word.

Die geleidelike afname van die gemiddelde breeksterkte in die skeringrigting van die skeringgebrede terriestofmonsters gedurende die wassiklusse sowel as die was/tuimeldrogingsiklusse kan moontlik toegeskryf word aan 'n afname in sterkte van die sintetiese basisstruktuur. Die byvoeging van detergente tydens die industriële wasproses het waarskynlik nie

aanleiding gegee tot die afname in breeksterkte in die skeringrigting nie, aangesien die chemiese bestandheid van sintetiese vesels goed is (Joseph, 1988:68; Kadolph & Langford, 2002:107; Tortora, 1992:183). Die herhaalde blootstelling aan die hoë wastemperatuur (78°C) met gepaardgaande wrywing tydens die industriële wasproses kon moontlik aanleiding gegee het tot die afname in die breeksterkte van die sintetiese vesels. Volgens Hatch (1993:207,219) kan die kombinasie van temperatuur en wrywing kon 'n soortgelyke afname in breeksterkte tydens die industriële tuimeldrogingsproses meebring.

Die resultate van die gemiddelde breeksterktes in die inslagrigting wat gewas en gewas/getuimeldroog is, word visueel in 'n grafiek geïllustreer (Figuur 3.11).



**FIGUUR 3.11: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE BREEKSTERKTES IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE TERRIESTOFMONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40 EN 50 WASSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS MET TERRIESTOFMONSTERS WAT AAN SOORTGELYKE WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

Die variansie-analise van **breeksterktes in die inslagrigting** van die ongewasde monsters en monsters wat 10, 20, 30, 40 en 50 keer gewas asook van monsters wat gewas en getuimeldroog is, word in Tabel 3.10 weergegee.

**TABEL 3.10: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE IN DIE INSLAGRIGTING VAN ONGEWASTE SKERINGGEBREIDE TERRIESTOF-MONSTERS EN MONSTERS WAT AAN 10, 20, 30, 40, 50 INDUSTRIËLE WAS-ASOOK WAS/TUIMELDROGINGSIKLUSSE BLOOTGESTEL IS.**

<b>BREEKSTERKTE</b>					
<b>BRON VAN VARIASIE</b>	<b>SK</b>	<b>VG</b>	<b>GK</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Versorgingsproses</b>	43719	1	43719	6.45	$p < 0.05$
<b>Aantal versorgingsiklusse</b>	2057795	5	411559	60.67	$p < 0.001$
<b>Versorgingsproses*Aantal versorgingsiklusse</b>	162332	5	32466	4.79	$p < 0.001$
<b>Fout</b>	4571876	674	6783		

Uit Tabel 3.10 blyk dit dat die interaksie tussen versorgingsproses en aantal versorgingsiklusse wel beduidend is ( $p < 0.001$ ). Uit Figuur 3.11 blyk dit dat beide was- en was/tuimel-drogingsiklusse eers 'n toename in die gemiddelde breeksterkte in die inslagrigting van die terriestofmonsters meegebring het. Daarna het die breeksterktes van die monsters wat gewas asook die monsters wat gewas en getuimeldroog is, afgeneem. Daar was 'n beduidende afname in die gemiddelde breeksterkte in die inslagrigting van die handdoekmonsters na 40 ( $p = 0.043$ ) en veral ook na 50 was/tuimeldrogingsiklusse ( $p < 0.001$ ). Aangesien die residue nie normaal verdeel was nie is die toetse ook nie-parametries gedoen met Mann-Whitney se toets wat respektiewelik p-waardes gegee het van:  $p = 0.011$  by 40 versorgingsiklusse en  $p < 0.001$  by 50 versorgingsiklusse, wat die bostaande ANOVA resultate bevestig.

Dit wil voorkom asof die aanvanklike toename in sterkte en die beskadiging daarna, in die inslagrigting, deur die industriële wasproses meegebring word en dat die tuimeldrogingsproses veral ná 40 siklusse eers meer skade aanrig as die wasproses. Blootstelling aan 'n groter aantal versorgingsiklusse sal moontlik duideliker toon of die tuimeldrogingsproses wel 'n meer nadelige effek op die tekstielstowwe het.

## **7. Gevolgtrekking en Aanbevelings**

Die oorkoepelende doel van die studie was om die effek van industriële versorgingsprosedures op die duursaamheid van katoen- skeringgebrede terriestofhanddoeke met 'n sintetiese basisstruktuur te bepaal. Die breeksterkte van katoen- skeringgebrede terriestofmonsters met 'n sintetiese basisstruktuur is beide in die skering- en die inslagrigting tydens en na afloop van 10, 20, 30, 40, en 50 was- asook was- en tuimeldrogingsiklusse bepaal.

Die breeksterkte in die skeringrigting van die terriehanddoekmonsters het geleidelik afgeneem oor die loop van die 50 wassiklusse en die 50 was/tuimeldrogingsiklusse. In teenstelling hiermee het die breeksterkte in die inslagrigting van die handdoekmonsters nie afgeneem nie. Daar was aanvanklik, na 10 wassiklusse, 'n skerp toename in breeksterkte in die inslagrigting, waarna dit weer geleidelik afgeneem het. Daar kom 'n soortgelyke patroon voor wat die breeksterktes deur die loop van die was- en was/tuimeldrogingsiklusse betref, behalwe na 50 versorgingsiklusse waar 'n groter verskil in gemiddelde breeksterkte tussen gewaste en gewas/tuimeldroogde monsters waargeneem is. Die gemiddelde breeksterkte van die handdoekmonsters wat gewas is, verskil aanvanklik (tussen 0 en 30 siklusse) nie veel van die breeksterktes van handdoekmonsters wat gewas en getuimeldroog is nie. Dit laat die vermoede ontstaan dat die industriële wasprosedure aanvanklik die grootste mate van skadelike effek op die skeringgebreide terriestofmonsters gehad het. Die tuimeldrogingsproses het eers na 40 was/tuimeldrogingsiklusse 'n groter skadelike effek begin toon as die wassiklusse.

Nie alle tekstielstowwe kan die hoë wastemperature en meganiese aksie van die industriële wasproses weerstaan nie. Een van die belangrikste faktore wat 'n invloed op die wasbaarheid van 'n tekstielstof het, is die veselinhoud en veseltipe daarvan. Wit katoen kan by 95°C in 'n lae vloeistofvlak met 'n standaard meganiese aksie gewas word (Jakobi & Löhr, 1987:195,199). In teenstelling hiermee word daar aanbeveel dat suiwer sintetiese tekstielstowwe in 'n hoë vloeistofvlak en met 'n delikate siklus gewas moet word. Dit word aanbeveel dat wit nylon- en poliëstertekstielstof by 60°C gewas word. Katoenvesels word sterker wanneer dit nat word (Kadolph & Langford, 2002:38), terwyl sintetiese vesels soos nylon se sterkte effens afneem tydens die wasproses (Hatch, 1993:207). Hierdie aanbevelings geld vir tekstielstowwe wat uit een veseltipe bestaan. Die kombinasie van veseltipes, soos in die mengselstowwe wat in hierdie studie gebruik is, wat sulke uiteenlopende wastemperature en mates van wrywing kan weerstaan, in een tekstielstof bemoeilik beslis die keuse van geskikte temperature en die mate van meganiese aksie tydens die versorging. Die maksimum temperature wat tydens die was- en tuimeldrogingsiklusse deur die wassery in hierdie studie gebruik is, was 78°C en 110°C onderskeidelik. Dié temperature was waarskynlik te hoog om die betrokke mengselstowwe te versorg sonder om enige beskadiging te veroorsaak en het tot 'n verlies aan sterkte van veral die sintetiese basisstruktuur van die skeringgebreide terriehanddoekstowwe gelei. Selfs katoen kan benadeel word by hoë versorgingstemperature soos blyk uit die studie van Jokelainen en Kujala (1984:336).

Die versorgingsetiket op die betrokke wit handdoeke het aangedui dat die handdoeke by 'n temperatuur van 60°C gewas kan word, nie gebleik moet word nie, en met 'n matig warm yster gestryk kan word. Die etiket het verder slegs aangedui dat die inhoud 100% katoen was, ten spyte van die feit dat sekere handdoeke nylon en ander poliëster bevat het. Dit wil dus voorkom of die

betrokke industriële wassery die handdoeke aan 'n standaardwasproses - soos vir wit katoengoedere - onderwerp, wat waarskynlik heeltemal in orde sou wees as die handdoeke van suiwer katoen was en nie die sintetiese basisstruktuur gehad het nie.

Die feit dat die presiese veselinhoud van tekstielgoedere nie altyd op die etikette daarvan aangebring word nie, bring mee dat die operateurs van die versorgingsapparaat by industriële wasserye onbewus is van die beskadiging van tekstielvesels wat tydens die versorgingsproses kan plaasvind. Streng beheer tydens die industriële versorging is enersyds noodsaaklik om te verseker dat soortgelyke tekstielgoedere op dieselfde wyse behandel word en dat die regte versorgingsprosedures vir tekstielstowwe met verskillende veselinhoude gevolg word. Andersyds is die streng beheer noodsaaklik om te verseker dat die regte tipe en hoeveelheid wasmiddels bygevoeg word om beskadiging te voorkom.

'n Operateur sou die temperatuur van die kontinue wasmasjien en veral die industriële tuimeldroër kon hoër stel, moontlik om die drogingstyd van die wasgoedbondel te verkort, wat dan tot die beskadiging van tekstielstowwe met 'n sintetiese veselinhoud kan lei. Daar word dus sterk aanbeveel dat tekstielvervaardigers die presiese veselinhoud en veseltipe op die etikette van tekstielgoedere moet aandui, al vorm die betrokke vesels slegs 'n klein persentasie (minder as 5%) van die tekstielstof.

Dit blyk dat die sintetiese vesels wat algemeen in skeringgebreide terriestofhanddoeke gebruik word, nylon en poliëster is. Dit sou dus sinvol wees om die effek van industriële versorgingsprosedures op die nylon- en poliëster-basisstruktuur van skeringgebreide terriestofhanddoeke te vergelyk. 'n Navorsingsprojek waarin suiwer katoen handdoekstowwe met handdoekstowwe met 'n sintetiese komponent in die basisstruktuur vergelyk word sou waardevol wees om die effek van versorgingsprosedures op die verskillende tekstielvesels in perspektief te plaas.

## VERWYSINGSLYS

- BARRIE, D. 1994. How hospital linen and laundry services are provided. *Journal of Hospital Infection* 27(3):219-235.
- COOK, JG. 1984. *Handbook of textile fibres: Man-made fibres*. Durham. Merrow Publishing.
- DEANS, J. 2001. The modelling of a domestic tumbler dryer. *Applied Thermal Engineering* 21(9):977-990.
- DIREKTORAAT KULTUURSAKE: DEPARTEMENT VAN ONDERWYS EN KULTUUR. 1991. *Tekstielversorgingsetikettering*. 2de uitg. Kaapstad. Departement van Onderwys en Kultuursake.
- DU PLESSIS, A. 2003. Personal conversation. Hospitality Service Manager. Boston Launderers and First Garment Rental. Epping.
- FABRIC CARE RESEARCH ASSOCIATION. 1993. *Washing technology*. SDML Consultancy & Training (RSA).
- FISH, G. 2003. Personal conversation. Regional Manager. Dano Textiles. Cape Town.
- GERICKE, A. 2001. *A comparison of the effect of the mechanical wash action on textile fabric deterioration and soil removal efficiency*. Master of Science thesis. University of Stellenbosch.
- GOYNES, WR & ROLLINS, ML. 1971. A scanning electron-microscope study of washer-dryer abrasion in cotton fibers. *Textile Research Journal* March:226-232.
- HATCH, KL. 1993. *Textile science*. New York. West Publishing Company.
- HIGGINBOTHAM, RS. 1976. Deterioration of textiles in use. *Textiles* 5(2):40-47.
- INNOVATIVE TECHNOLOGY MAKES ITS MARK. 2004. Instruction sheet for Raschel warp-knitting machine: Wirkbau-Superpol 14123.
- JAKOBI, G & LÖHR, A. 1987. *Detergent and textile washing: Principles and practice*. Cambridge. New York.



- JOHNSON DIVERSEY. 2004. *Inligtingstuk*. Wadeville. JohnsonDiversey.
- KADOLPH, SJ. 1998. *Quality assurance for textiles and apparel*. New York. Fairchild Publications.
- KADOLPH, SJ & LANGFORD, AL. 2002. *Textiles*. 9<sup>th</sup> ed. New Jersey. Pearson Education.
- LLOYD, J & ADAMS, C. 1989. Domestic laundering of textiles. *Textiles* 18(3):72-79.
- MILLER, E. 1992. *Textiles: Properties and behaviour in clothing use*. 4<sup>th</sup> ed. London. Batsford Academic and Educational.
- MILTON, JS & ARNOLD, JC. 1990. *Introduction to Probability and Statistics, Principles and Applications for Engineering and the Computing Sciences*. McGraw Hill International. New York.
- MOHAMED, SS. 1982. Comparison of phosphate and carbonate built detergents for laundering polyester/cotton. *American Dyestuff Reporter of Journal of the Textile Chemist & Colorist* March 1982:37-39.
- MYBURGH, D. 2004. Personal conversation. Managing director. Colibri Towelling Western Cape. Somerset West.
- SCHMIDT, A, BACH, E & SCHOLLMEYER, E. 2002. Damage to natural and synthetic fibers treated in supercritical carbon dioxide at 300 bar and temperatures up to 160 deg C. *Textile Research Journal* 72(11):1023-1033.
- SMITH, BF & BLOCK, I. 1982. *Textiles in perspective*. London. Prentice-Hall International.
- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS (SABS). 1977. *Textiles – Binary fibre mixtures – Quantitative chemical analysis*. SABS ISO 1833: 1977. Pretoria. SABS.
- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS (SABS). 1999. *Textiles – Tensile properties of fabrics. Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method*. SABS ISO 13934-1. Pretoria. SABS.

- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS. 2001. *Warp-knitted terry towelling fabric and articles*. SABS 1613. Pretoria. SABS.
- SPENCER, DJ. 1983. *Knitting technology*. Oxford. Pergamon Press.
- STEYN, HJH. 1994. *Die invloed van wasmiddels en wastemperatuur op die groei en afsterwing van Escherichia Coli*. Doktorale proefskrif. Universiteit van die Oranje-Vrystaat.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1972. *Kondisionering van tekstielmonsters en die standaard gematigde atmosfeer vir die bepaling van die fisiese en meganiese eienskappe daarvan*. SABS-metode 70. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1988. *Kolomme en rye per eenheidlengte in tekstielbreistowwe (metode met gebruik van vaste opening)*. SABS SM 1120-1988. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1993. *Tekstielstof – Massa per eenheidsoppervlak van gekondisioneerde stof*. SABS-metode 79: 1993. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1994. *Tekstielstof – Afmetingstabyliteit tydens was- en droogprosedures*. SABS-metode 960: 1994. Pretoria. SABS.
- TAYLOR, HM. 1978. *Shrinkage of textiles*. *Textiles* 7(3):70-73.
- TORTORA, PG. 1992. *Understanding textiles*. 4<sup>th</sup> ed. New York. Macmillan Publishing Co, Ltd.
- ULRICH, MM & MOHAMED, SS. 1982. Effect of laundry conditions on abrasion of mercerized DP natural blend cotton/PET. *American Dyestuff Reporter* 71(7):38-41.
- WINGATE, IB & MOHLER, JF. 1984. *Textile fabrics and their selection*. 8<sup>th</sup> ed. New Jersey. Prentice-Hall.
- WISKA. 2003. *Towel*. Retrieved 19 July 2003. [http://www.wiska.co.id/e\\_towel.htm](http://www.wiska.co.id/e_towel.htm).

## HOOFSTUK 4

### 'N VERGELYKING VAN KATOEN/NYLON- EN KATOEN/POLIËSTER- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFHANDDOEKE WAT AAN INDUSTRIËLE VERSORGINGSPROSEDURES BLOOTGESTEL IS

#### Abstract

A growing demand and the quest for improved efficiency have led South African towel manufacturers to look for faster and more economical production methods. Cotton warp-knitted terry towels with a synthetic ground structure are becoming more popular because of the high production speed and durability thereof. The purpose of this study was to compare the durability of cotton/nylon and cotton/polyester warp-knitted terry towelling fabrics that were subjected to industrial laundering procedures. The tensile strength of fabric samples was determined in the warp direction after 50 washing cycles and 50 washing/tumble-drying cycles. Data were analyzed with a two-way analysis of variance (ANOVA) and subsequent one-way ANOVAs, if interaction was significant. The tensile strength of both sample-types decreased significantly ( $p < 0.05$ ) after washing alone, but the difference between the tensile strengths of the cotton/polyester and cotton/nylon terry towelling samples was not significant ( $p > 0.05$ ). The tensile strength of the cotton/polyester samples did not show a significant difference after it was washed and tumble dried ( $p > 0.05$ ). The tensile strength of the cotton/nylon samples, however, was significantly ( $p < 0.01$ ) less than that of the cotton/polyester samples after tumble-drying. It was concluded that industrial laundering procedures, especially tumble-drying, have a more detrimental effect on the durability of nylon ground structure than on polyester ground structure of warp-knitted terry towelling fabrics. In contrast to nylon, polyester remains stable even with prolonged exposure to tumble-drying temperatures of up to 110°C.

#### Key words:

Industrial laundering; continuous washing machines; tumble-drying; durability; cotton/nylon warp-knitted terry towelling; cotton/polyester warp-knitted terry towelling

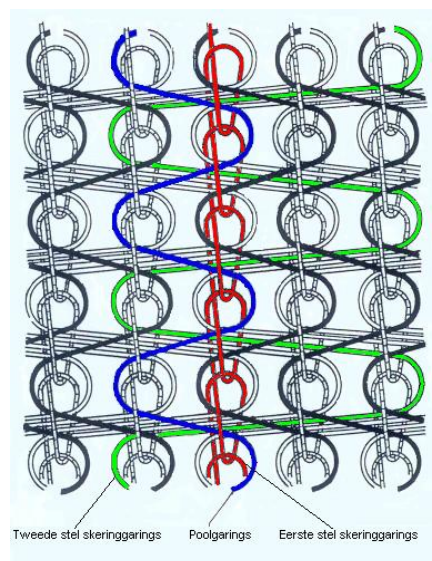
#### 1. Inleiding

Die eienskappe van handdoeke wat as die belangrikste geag word deur verbruikers, is sagtheid, duursaamheid, goeie wasbaarheid en die vermoë om vog vinnig en effektief te absorbeer (Kadolph & Langford, 2002:41; McCurry, 1999:29). Patel (1998:196) beklemtoon ook die belangrikheid van 'n goeie aanvoeling en absorbeervermoë en 'n genoegsaam verhewe en uniforme pool. Handdoeke moet ook sterk en duursaam wees om gereelde gebruik en versorging te weerstaan.

Handdoeke word tradisioneel van katoen vervaardig as gevolg van die goeie absorberendheid daarvan (Wooten, 1979:137), maar sintetiese vesels soos poliëster word volgens Kadolph en Langford (2002:41) met katoen vermeng en in die basisstruktuur, selfkante en some van handdoeke gebruik om dit te versterk. In vergelyking met poliëster het nylon 'n baie hoër absorbeervermoë (die vogbyslag van Nylon 6 is 2,8% tot 5% en Nylon 6.6, 4% tot 4,5% terwyl dié van poliëster 0,4% is) (Kadolph & Langford, 2002:25). In dié verband speel die absorbeervermoë van die tekstielvesels egter nie 'n rol nie.

Die groei in die gasvryheidsbedryf van Suid-Afrika het tot 'n hoër verbruik van handdoeke gelei, wat plaaslike vervaardigers gedwing het om vinniger en meer ekonomiese vervaardigingsmetodes te gebruik. Skeringgebrede terriestofhanddoeke word tans al gewilder as gevolg van die hoë produksiespoed daarvan (Anand & Smith, 1994:68; Fish, 2003; McCurry, 1999:40; Myburgh, 2004). Hierdie handdoeke hou ook ander voordele, soos 'n verhoogde duursaamheid, in weens die feit dat 'n sintetiese komponent in die konstruksie geïnkorporeer kan word (Fish, 2003; Kadolph & Langford, 2002:41; Myburgh, 2004).

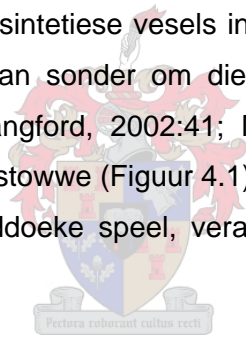
Skeringgebrede terriestof word met 'n Raschel-skeringbreimasjien vervaardig wat van drie stelle skeringgarings gebruik maak (Hatch, 1993:358; Miller, 1992:108; Kadolph & Langford, 2002:235). 'n Basisstruktuur wat bestaan uit strengelsteke ("pillar stitches"), soortgelyk aan kettingsteke, word deur die **eerste stel skeringgarings** gevorm. Aanliggende rye strengelsteke is nie aan mekaar verbind nie. Die **tweede stel skeringgarings** word in die inslagrigting in hierdie basisstruktuur ingelus. Die derde stel garings, die **poolgarings**, word gebruik om die poollusse te vorm. 'n Illustrasie hiervan kan in Figuur 4.1 gesien word. Die lengte van die poollusse word nie in hierdie illustrasie aangetoon nie.



**FIGUUR 4.1: ILLUSTRASIE VAN SKERINGGEBREIDE TERRIEHANDDOEKSTOF**  
(*Innovative technology makes its mark, 2004:1*)

Katoenstapelgarings word algemeen vir die pool gebruik, omdat dit 'n uitstekende absorbeervermoë het (Miller, 1992:109). Die tweede stel skeringgarings is ook van katoen vir sterkte, veral natsterkte (natsterkte: 4,5-5 g/denier; droësterkte: 3,5-4 g/denier) (Kadolph & Langford, 2002:39) en stabiliteit in die inslagrigting asook om die absorbeervermoë so hoog moontlik te hou (Fish, 2003; Myburgh, 2004). Die basisgarings wat die strengelsteke van skeringgebreide terriestowwe vorm, kan uit 'n totaal ander tipe vesel bestaan as die pool (Miller, 1992:109). Sintetiese vesels wat algemeen in die basisstruktuur gebruik word, is nylon en poliëster (Wiska, 2002). Die persentasie sintetiese vesels is dikwels onder 5% (Fish, 2003; Myburgh, 2004).

Volgens Amerikaanse en Europese wetgewing is vervaardigers van tekstielgoedere nie verplig om die sintetiese komponent op die etiket van 'n produk aan te dui indien dit minder as 5% is nie (Kadolph & Langford, 2002:360). Hoewel Suid-Afrikaanse wetgewing nie die aanduiding van veselinhoud op tekstielgoedere vereis nie, word die gebruik in Suid-Afrika toegepas en kan 'n etiket 100% katoen aandui terwyl daar 'n sintetiese komponent teenwoordig is (Kefford, 2001:2; Verryne, 2003). Die klein persentasie sintetiese vesels in die basisstruktuur van skeringgebreide handdoeke verhoog die sterkte daarvan sonder om die absorbeervermoë noemenswaardig te beïnvloed (Fish, 2003; Kadolph & Langford, 2002:41; Myburgh, 2004). Soos afgelei uit die struktuur van die skeringgebreide terriestowwe (Figuur 4.1), sal die sintetiese komponent 'n kritieke rol in die duursaamheid van die handdoeke speel, veral wat breeksterkte in die skeringrigting betref.



Die duursaamheid van tekstielgoedere word in 'n groot mate bepaal deur die slytbestandheid en taaiheid van die tekstielvesels (Ulrich & Mohamed, 1982:38). Duursaamheid word deur Kadolph en Langford (2002:24,396) gedefinieer as die behoud van die fisiese integriteit, voorkoms en funksionaliteit van 'n produk onder normale gebruikstoestande. Deur die duursaamheid van 'n tekstielstof te bepaal, word die interaksie van die komponente waaruit die tekstielstof bestaan en die toestande waaraan dit onderwerp word, gemeet (Kadolph, 1998:157). Die duursaamheid van tekstielstowwe kan vergelyk word deur die breeksterkte daarvan te meet (Smith & Block, 1982:28). Hatch (1993:16) definieer breeksterkte as die krag wat nodig is om 'n tekstielstof te breek wanneer dit onder spanning getrek word. 'n Verandering in die breeksterkte van 'n tekstielstof is 'n algemene manier om beskadiging daarvan te identifiseer (Slater, 1991:74). Benewens die slytbestandheid en taaiheid van die tekstielvesels, speel die garing, tekstielstofstruktuur en -afwerking ook 'n rol in die duursaamheid van tekstielprodukte (Kadolph & Langford, 2002:25).

Kennis van die aard en eienskappe van die tekstielvesels waarvan handdoeke vervaardig word, naamlik katoen, nylon en poliëster, en die wyse waarop dit deur industriële versorgingsprosesse

beïnvloed word, is belangrik om die effek van industriële versorgingsprosedures op die skeringgebreide terriestofhanddoeke te verklaar. Dit word vervolgens bespreek.

**Katoen** Katoenvesels is lang selle met 'n uiters komplekse struktuur (Carty & Byrne, 1987:2; Hatch, 1993:163). Uit 'n dwarsnit van katoenvesels kan 'n kutikula, primêre selwand, sekondêre selwand en lumen geïdentifiseer word. Die kutikula is 'n wasagtige film wat die primêre selwand bedek. Dié waslagie word grotendeels tydens vervaardiging in die was-en-bleikproses verwyder. Die primêre selwand is saamgestel uit 'n skede van spiraalvormige fibrille. Die sekondêre selwand, wat die grootste deel van die vesel vorm, bestaan uit konsentriese lae spiraalvormige fibrille. Die hol kanaal, wat eers die selsap bevat het, loop in die lengte van die sel. Dit val plat as die vesel droog word en sodra die sap verdamp het, gee dit aanleiding tot die boontjievormige deursnit van die katoenvesel. Katoen kan onder 'n mikroskoop deur 'n unieke plat, gedraaide voorkoms geïdentifiseer word (Hatch, 1993:163; Kadolph & Langford, 2002:36).

Die fibrille in die primêre en sekondêre lae van die katoenvesel is saamgestel uit lang, lineêre kettings glukose-eenhede ( $C_6H_{10}O_5$ ), of sellulose-polimere (Hall, 1975:7; Hatch, 1993:165; Kadolph & Langford, 2002:38). Sellulose is relatief taai en duursaam. Die lengte van die ketting is 'n faktor in veselsterkte (Kadolph & Langford, 2002:38). Die ruggraat van die polimeerketting is saamgestel uit koolstof-suurstof-koolstof-bindings en is meer blootgestel aan afbraak deur oksidasie as bindings van koolstof aan koolstof (Hatch, 1993:165). Ongeveer 65% tot 70% van die katoenvesel is kristallyn en 35% tot 30% is amorf (Hatch, 1993:165). Die hoë kristalliniteit van die polimeerstruktuur gee aanleiding tot veseltaaiheid en is 'n goeie aanduiding van garingsterkte (Steadman, 1997:29). Chemiese beskadiging wat moontlik tydens die vervaardiging of afwerking van katoenprodukte kan plaasvind, kan suksesvol deur middel van kuprammonium fluïditeitstoetse bepaal word. Hierdie toetse verskaf 'n sensitiewe meting van die graad van chemiese afbraak van sellulosemolekules deur die gemiddelde lengte van die molekulêre ketting (graad van polimerisasie) van die sellulose in die katoenvesel te meet (Taylor, 1981:172,191).

Die chemiese reaktiwiteit en absorbeervermoë van sellulose hou verband met die hidroksielgroepe (OH-groepe) van die glukose-eenheid (Hatch, 1993:165; Kadolph & Langford, 2002:38). Hierdie groepe trek water aan en bind daarmee. As gevolg van katoen se hidrofiliese aard, is die vesels geneig om vuilheid uit water te absorbeer. Vuilheid word in die kringelinge van die vesels vasgevang, wat 'n strawwe wasproses by 'n hoë temperatuur vereis om te verwyder (Hatch, 1993:167). Katoen is sterker wanneer dit nat is en kan dus 'n strawwe was- en spin-aksie tydens versorging weerstaan (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:130; Wingate & Mohler, 1984:248). Kadolph en Langford (2002:39) wys daarop dat katoen alle tipes vuilheid geredelik loslaat, selfs in koue water, mits die items nie baie vuil is nie.

Katoen, wat hoofsaaklik uit sellulose bestaan, is hoogs bestand teen alkalië. Die meeste sintetiese detergente en natuurlike sepe is alkalies, en katoen kan dus selfs in sterk detergente gewas word (Joseph, 1988:67; Kadolph & Langford, 2002:39; Wingate & Mohler, 1984:248). Katoen word egter beskadig deur sure en chloorbleikmiddels indien dit in ongunstige omstandigheide of konsentrasies gebruik word (Cook, 1984:70; Kadolph & Langford, 2002:40; Labarthe, 1975:21; Tortora, 1992:132). Die sellulosemolekules word gehidroliseer deur sure en dit veroorsaak 'n afname in die graad van polimerisasie en gevolglik ook die sterkte van die vesel. Die tempo en mate van hidrolise sal afhang van die tipe suur, die pH-waarde en die konsentrasie daarvan, asook die temperatuur van die oplossing (Carter, 1972:5; Trotman, 1984:39). Selfs verdunde sure kan katoen verswak, veral as dit toegelaat word om op die tekstielstof droog te word (Carty & Byrne, 1987:3; Joseph, 1988:67; Labarthe, 1975:21; Wingate & Mohler, 1984:231).

Natriumperboraat en ander suurstofbleikmiddels soos waterstofperoksied kan volgens Joseph (1988:68) met veiligheid op katoen gebruik word. Katoen reageer egter met chloorbleikmiddels en word verswak deur die oormatige gebruik daarvan, veral in hoë konsentrasies en by hoë temperature (Kadolph & Langford, 2002:39; Tortora, 1992:123). Chloorbleikmiddels breek die molekulêre ketting van sellulose af deur die suurstofatoom tussen die twee ringeenhede te beskadig (Kadolph & Langford, 2002:38). Koue verdunde chloorbleikmiddels soos *Jik* en *Javellewater* ('n helder oplossing van natriumchloried en natriumhipochloriet), is nie skadelik vir die katoenvesels nie en kan selfs oor 'n lang tydperk op wit katoen gebruik word. Dit moet net deeglik uit die tekstielstof gespoel word (Ling, 1972:28,56). Indien bleikmiddels onverdund gebruik word of nie behoorlik uitgespoel word nie, word oksisellulose uit die sellulose van die vesels gevorm (Trotman, 1984:39). Oksi-sellulose is oplosbaar in alkalië en dit sal die katoen gedurende daaropvolgende wassiklusse laat disintegreer (Trotman, 1984:40; Wingate & Mohler, 1984:231).

Die feit dat katoen 'n goeie absorbeervermoë het, maar nie maklik droog word nie, kan toegeskryf word aan die watermolekules wat met die hidroksielgroepe van die glukose-eenhede bind en tydens droging uit die vesel vrygelaat moet word (Carty & Byrne, 1987:2; Kadolph, 1998:200; Tortora, 1992:131). Goynes en Rollins (1971:226) wys daarop dat daar 'n duidelike verskil tussen die nat en droë slytbestandheid van katoenvesels is. Volgens Lloyd en Adams (1989:77) kraak of breek die vesels wanneer dit aan 'n skuuraksie blootgestel word. Katoenvesels is ook geneig tot fibrillering tydens die drogingsproses, wat 'n verhoging in waterstofbindings meebring en 'n harde aanvoeling met 'n aansienlike verlies aan lywigheid tot gevolg het (Lloyd & Adams, 1989:77). Katoengoedere moet dus nie langer as wat nodig is aan tuimeldroging blootgestel word nie.

Katoen is nie termoplasties nie en sal nie in die teenwoordigheid van hitte smelt nie (Tortora, 1992:131). Normale blootstelling aan hitte gedurende roetine-versorgingsprosedures sal katoen nie beskadig nie. Wit katoenstowwe kan in baie warm (95°C) water gewas word, maar gekleurde

katoenstowwe moet nie by temperature hoër as 60°C gewas word nie (Joseph, 1988:67). Die tuimeldrogingstemperatuur vir katoenstowwe behoort nie hoër as 93°C te styg nie, aangesien dit degradasie kan versnel (Trotman, 1984:44). Langdurige blootstelling aan droë hitte in die teenwoordigheid van suurstof lei tot die vorming van oksi-sellulose, vergeling en geleidelike degradasie (Cook, 1984:69; Joseph, 1988:67; Tortora, 1992:131; Trotman, 1984:44).

**Nylon** Nylon is algemeen bekend as 'n vesel wat "sterkte kan toevoeg" tot die eienskappe van 'n tekstielstof – hetsy in 'n 100%-nylonkonstruksie of in 'n mengelstof (Kadolph & Langford, 2002:102). Die kombinasie van taaigheid, slytweerstand en buitengewone verlengingsvermoë en herstelvermoë maak nylonvesels uniek. Die hoë taaigheid kan toegeskryf word aan die hoë graad van polimerisasie en baie kristallyne struktuur, wat waterstofbindings van die sterkste tipe bevat. Hierdie eienskappe maak nylon by uitstek geskik vir gebruik in tekstielstowwe as versterkende komponent (Hatch, 1993:204; Hegde, Dahiya & Kamath, 2004:1; Kadolph & Langford, 2002:102; Kelley, s.a.:1; Lyle, 1982:146).

Die amiedgroepe waaruit nylon saamgestel is, bestaan uit die elemente koolstof, suurstof, stikstof en waterstof, wat lang, reguit molekulêre kettings vorm, sonder sykettings of kruisbindings (Kadolph & Langford, 2002:98; Isaacs, 1998:41). Die lineêre sigsag-formasie van die polimeerkettings laat baie stywe pakking van polimere in die polimeerstrukture en 'n hoë graad van kristalliniteit toe. Nylon se sterkte by verhoogde temperature, taaigheid by lae temperature, slytbestandheid en goeie chemiese weerstand kan toegeskryf word aan die waterstofbindings tussen die  $-C=O-$  en  $-N-H$ -groepe van die poliamiedkettings (Hatch, 1993:203; Hegde *et al.*, 2004:1).

Sekere eienskappe soos taaigheid en sterkte word deur koudtrekking van die filamente, met gepaardgaande verbetering in molekulêre oriëntasie, beheer. Tydens koudtrekking word die molekulêre kettings in die amorfe areas in die rigting van die veselas georiënteer, wat lei tot hoë kristalliniteit, met gepaardgaande verhoging in sterkte en taaigheid en verlaging van absorbeervermoë. In die geval van nylon gly die polimere, wat met waterstofbindings aanmekaar gehou word gedurende hierdie proses verby mekaar om die georiënteerde struktuur te vorm (Hegde *et al.*, 2004:2). Nylonvesels swel en verswak effens in water omdat die waterstofbindings in die amorfe areas van die vesel breek wanneer watermolekules geabsorbeer word (Hatch, 1993:206).

Die chemiese weerstand van nylon is oor die algemeen goed. Nylonvesels het uitstekende bestandheid teen alkalië en die meeste detergente en vlekverwyderaars sal dit nie beskadig nie (Joseph, 1988:68; Kelley, s.a.:2; Miller, 1992:48; Walter, 1998:75). Nylon word nie deur verdunde sure beïnvloed nie, alhoewel dit deur sterk sure beskadig word (Kadolph & Langford, 2002:101;



Smith & Block, 1982:125; Tortora, 1992:183). Die meeste bleikmiddels, insluitend chloor- en ander suurstofbleikmiddels, kan met veiligheid op nylon-tekstielstowwe gebruik word (Joseph, 1988:101; Walter, 1998:75; Wingate & Mohler, 1984:360).

Die smeltpunt van nylon wissel tussen 215°C en 260°C, afhangend van die tipe nylon (Kadolph & Langford, 2002:27). Aangesien nylonvesels effens verswak wanneer dit nat is, word 'n warm wastemperatuur van 50°C, met 'n matige wrywingsaksie tydens was- en spinsiklusse, aanbeveel (Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur, 1991:3). Die termoplastiese aard van nylon bring mee dat dit nie strawwe wasprosedures by hoë temperature kan weerstaan nie (Hatch, 1993:206). Was- en drogingstemperature moet dus laag tot matig gehou word (Hatch, 1993:207; Kadolph & Langford, 2002:100; Tortora, 1992:183). Verlengde blootstelling aan temperature wat tydens normale versorgingsprosedures gebruik word, kan die sterkte van nylon verlaag en tot vergeling lei (Hatch, 1993:207). Van besondere belang vir dié studie is dat Ling (1972:123) aanvoer dat katoen/nylon-mengelstowwe sonder beskadiging by hoër temperature, van tot 70°C, gewas kan word.

**Poliëster** Poliëstervesels word volgens 'n smeltspinproses vervaardig en die vesels word warmgetrek om die molekules verder te oriënteer en sodoende die sterkte, verlengbaarheid en taaiheid te verhoog (Hegde *et al.*, 2004:3). Ongeveer 65% van 'n poliësterveselarea is amorf, terwyl die res van die veselarea kristallyn is. Selfs in die amorge areas is die polimere hoogs georiënteerd tot die veselas en kan dit stewig saampak (Kadolph & Langford, 2002:104).

Die slytbestandheid, sterkte en taaiheid van poliëster is uitstekend, maar nie so hoog soos dié van nylon nie (Carty & Byrne, 1987:6; Taylor, 1990:38; Walter, 1998:75). Daar is nie 'n noemenswaardige verskil tussen die nat en droë sterkte van poliëster nie, omdat die slytbestandheid en sterkte van poliëster nie deur die teenwoordigheid van water beïnvloed word nie. Poliëster-tekstielstowwe bly dus stabiel na herhaalde wasse (Joseph, 1988:108; Kadolph & Langford, 2002:105,107; Mason, 1999:60; Wingate & Mohler, 1984:371).

Die chemiese bestandheid van poliëster is uitstekend. Dit kan met detergente gewas word en is bestand teen chloor- en ander suurstofbleikmiddels (Kadolph & Langford, 2002:107; Mason, 1999:58; Miller, 1992:50; Tortora, 1992:195). Poliëster is oor die algemeen bestand teen sure en alkalië, maar word gedegradeer deur baie sterk alkalië (Kadolph & Langford, 2002:28,107).

Poliëster het die beste termiese weerstand van al die sintetiese vesels met 'n smeltpunt van tussen 250°C en 288°C (Carty & Byrne, 1987:6; Hatch, 1993:219; Joseph, 1988:106; Tortora, 1992:195; Wingate & Mohler, 1984:372). Wastemperature van 50°C en drogingstemperature van laer as 150°C word vir poliëster aanbeveel (Direktoraat Kultuursake: Departement Onderwys en Kultuur,

1991:3). Die vermoede bestaan dat mengsels van katoen en poliëster ook by hoër temperature gewas en gedroog kan word as suiwer poliësterstowwe, soos Ling (1972:123) vermeld het met betrekking tot katoen- en nylonmengelstowwe. Weens die goeie slytbestandheid, veerkragtigheid en dimensionele stabiliteit van poliëster kan dit herhaalde was- en drogingsiklusse (Kadolph & Langford, 2002:104) en selfs verlengde tuimeldrogingsiklusse weerstaan (Hatch:1993:219).

In die lig van die bogenoemde bespreking ontstaan die vraag of daar 'n verskil is in die effek van industriële versorgingsprosedures op die duursaamheid van die katoen/nylon- en katoen/poliëster-skeringgebreide terriestofhanddoeke.

## **2. Doelstelling**

Die oorkoepelende doel van die studie was om die duursaamheid van katoen- skeringgebreide terriestowwe met 'n nylon-basisstruktuur te vergelyk met katoen- skeringgebreide terriestowwe met 'n poliëster-basisstruktuur nadat dit aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is. Ten einde die doel te bereik is daar eerstens vasgestel of katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriehanddoekstowwe vergelykbaar is. Tweedens is die duursaamheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestowwe vergelyk nadat dit aan industriële was- asook was- en tuimeldrogingsiklusse blootgestel is.

## **3. Navorsingsopset**

By die aanvang van die projek is kuprammonium fluïditeitstoetse op die ongewaste katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriehanddoekstowwe uitgevoer om vas te stel of daar moontlik reeds enige chemiese beskadiging van die katoenvesels tydens die vervaardiging plaasgevind het. Die fluïditeitswaarde van beide tekstielmonsters was  $<1$  en die graad van polimerisasie (GP-waardes) was  $>3000$ , wat daarop dui dat daar in daardie stadium nog geen chemiese beskadiging plaasgevind het nie (CSIR Manufacturing and Materials Technology Centre for Fibres, Textiles and Clothing, 2004).

Om die toetsmonsters te beskryf en om vas te stel of die katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriehanddoekstowwe min of meer eenders en dus vergelykbaar is, is die persentasie veselsamestelling, strukturele eienskappe, massa asook breeksterkte van ongewaste katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriehanddoekstowwe bepaal.

As voorbereiding is elke handdoekmonster wat tydens die studie gebruik is, gemerk deur nommers met 'n merkpen daarop aan te bring. Gekleurde linte is aan die selfkante van die handdoekmonsters vasgestik om identifikasie tydens die versorgingsproses te vergemaklik en om

handdoekmonsters wat slegs gewas is van dié wat gewas en getuimeldroog is, te onderskei. In dié studie is die skeringgebreide terriehanddoekstofmonsters aan die versorgingsprosedures wat tans by industriële wasserye in gebruik is, onderwerp en saam met ander handdoeke wat in gebruik was, gewas en getuimeldroog.

Standaard industriële versorgingsprosedures sluit 'n wassiklus in 'n kontinue wasmasjien en 'n tuimeldrogingsiklus in. Vir die doel van hierdie studie is toetsmonsters aan 50 was en was/drogingsiklusse blootgestel. Die industriële versorgingsprosedures is onder toesig van die navorser uitgevoer om streng beheer tydens die navorsing te verseker. Kontinue wasmasjiene wat in industriële wasserye gebruik word, word met rekenaars beheer om die aard van die wasproses, temperatuur en byvoeging van wasmiddels te beheer.

Elke bondel wasgoed is vooraf geweeg (35 kg) om die korrekte ladingsvlak met gepaardgaande konsentrasie van wasmiddels tydens die wasproses te verseker. Vir die wasproses is wasbondels in kompartemente op 'n vervoerband gelaai wat in die wasmasjien ingevoer is. In die kontinue wasmasjien beweeg die wasgoed deur 'n voorwas-, hoofwas- en spoelarea, wat elk uit verskillende kompartemente - altesaam twaalf - bestaan, waartydens wasmiddels in verskillende stadiums bygevoeg word.

In die eerste kompartement in die voorwasarea van die kontinue wasmasjien word daar nie 'n spesifieke temperatuur vereis nie. In die tweede kompartement word 'n temperatuur van 30°C bereik. In die volgende twee kompartemente, steeds in die voorwasarea, word 'n temperatuur van 78°C bereik. In die hoofwasarea, in kompartemente vyf tot agt, is die temperatuur ook 78°C. In die spoelarea neem die temperatuur geleidelik af tot 55°C en 45°C onderskeidelik, in die negende en tiende kompartemente. In die laaste twee kompartemente is daar weereens nie 'n vereiste temperatuur wat bereik moet word nie.

Nadat 'n wasbondel uit die wasmasjien beweeg het, is die oortollige water uit die wasgoed gepars. Daarna is dit op 'n vervoerband na 'n tuimelaar (nie 'n tuimeldroër nie) vervoer om die wasitems los van mekaar te kry. Die terriestofmonsters wat slegs gewas is, is direk in die kontinue wasmasjien teruggelaai, terwyl monsters wat ook getuimeldroog is, na die tuimeldroër vervoer is.

Die industriële tuimeldroërs was gestel om 'n maksimum temperatuur van 120°C te bereik. Tydens die studie is daar van temperatuurstrokies gebruik gemaak om die werklike temperatuur binne-in die tuimeldroër te meet. Die drogingstemperatuur in die tuimeldroër het gewissel tussen 104°C en 110°C. 'n Lading handdoeke kon tussen 30 en 45 minute neem om droog te word, afhangend van die grootte daarvan.

Om die duursaamheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriehanddoekstowwe te vergelyk, is die breeksterktes van die toetsmonsters in die skeringrigting volgens SABS-standaardtoetsmetodes bepaal, nadat dit aan 50 was- en 50 was/tuimeldrogingsiklusse onderwerp is. Waar dié toetsmetode aanbeveel om ses toetsmonsters in die skering- sowel as die inslagrigting per tekstielmonster te toets, is daar in hierdie studie tien toetsmonsters per handdoekmonster wat aan 'n spesifieke behandelingskombinasie onderwerp is, getoets om te verseker dat 'n verteenwoordigende gemiddeld bereken kan word. Die gemiddelde breeksterkte van 30 toetsmonsters is dus na 50 versorgingsiklusse vir katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofhanddoeke bereken. Alle toetsmonsters is volgens standaardprosedures vir 24 uur in gekontroleerde atmosferiese toestande gekondisioneer voordat die toetse daarop uitgevoer is. Die breeksterktetoetse is slegs in die skeringrigting uitgevoer omdat die nylon- en poliëster-basisstruktuur van strengelsteke van die twee groepe toetsmonsters slegs in dié rigting lê. In dié breistofstruktuur is aangrensende rye strengelsteke nie direk inmekaar gelus nie. Die sintetiese strengelsteke is deur middel van 'n tweede stel skeringdrade van katoen aanmekaar verbind (Figuur 4.1). Aangesien die doel van die studie die vergelyking van die nylon- en poliësterkomponente van die skeringgebreide terriestowwe was, sou dit dus nie sinvol wees om die breeksterkte van die twee groepe monsters in die inslagrigting met mekaar te vergelyk nie. Die dimensionele stabiliteit van die twee groepe toetsmonsters is ook volgens SABS-standaardtoetsmetodes bepaal om aanpassings in die berekening van die breeksterktes te maak indien die dimensies van die monsters sou verander nadat dit aan die industriële versorgingsprosedures onderwerp is (sien Addendum A).

Fluïditeitstoese is ook op die katoen/nylon- en katoen/poliëster- terriestofmonsters uitgevoer nadat dit 50 keer gewas en getuimeldroog is alhoewel dit net chemiese beskadiging van die katoen sou aandui.

### 3.1. Tekstieltoetsmetodes

Voordat enige toetse uitgevoer is, is alle toetsmonsters volgens standaardprosedures vir 24 uur in gekontroleerde atmosferiese toestande ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  en  $65 \pm 2\%$  relatiewe humiditeit) gekondisioneer (SABS, 1972). Die **persentasie veselsamestelling** van die katoen/nylon- en katoen/poliëster-tekstielstofmonsters is volgens die ISO 1833-standaardtoetsmetode bepaal (SABS, 1977). Die persentasie nylon in die terriestofmonster is bepaal deur die nylonkomponent met metanoësuur op te los en dan die res van die monster agtereenvolgens met warm water, 'n ammoniak-oplossing en koue water te was om die suur uit die vesels te spoel. Daarna is dit in 'n oond en desikkator gedroog. Die massa van die oorblywende vesels is bepaal en uitgedruk as 'n persentasie van dié mengsel. Die persentasie poliëster in die terriestofmonsters is op 'n soortgelyke wyse bepaal. In hierdie geval is die katoenkomponent van die mengselstof in 'n oplossing van 83% swawelsuur

opgelos deur dit vir 15 minute tot 50°C in 'n waterbad te verhit terwyl die monster daarin week. Daarna is dieselfde prosedure as vir die katoen/nylon-monsters gevolg. Die gemiddelde persentasie veselinhoud van vyf monsters van elk (katoen/nylon- en katoen/poliëster-skeringgebreide terriestowwe) is bepaal.

Die **strukturele eienskappe** is bepaal deur die **breistofstruktuur** met 'n vergrootglas (10x vergroting) te ontleed en dit 100x onder 'n mikroskoop te vergroot. Die gemiddelde **breidigheid** van die tekstielstofmonsters is bepaal volgens die SABS-metode 1120 (SABS, 1988). Hierdeur is die getal rye en kolomme per eenheidslengte (10 cm) vasgestel.

Die gemiddelde **massa** van die onbehandelde katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestofmonsters is volgens die SABS-metode 79 bepaal. Die massa per 0,01 m<sup>2</sup> van vyf terriestofmonsters is gemeet en aangeteken om die gemiddelde massa daarvan te bepaal (SABS, 1993). Die **breeksterktes** van die twee groepe onbehandelde monsters is ook uitgewerk volgens die toetsmetode wat hieronder beskryf word.

Die **duursaamheid** van die katoen/nylon- en katoen/poliëster-skeringgebreide terriestofmonsters is na die toepassing van die industriële versorgingsprosedures (50 was- en 50 was/tuimeldrogingsiklusse) vergelyk deur **breeksterktetoetse** volgens SABS-metode ISO 13934-1 met 'n *Instron Universal Testing Machine* (Model 4444) uit te voer. Die breeksterkte van tekstielstowwe, in teenstelling met die skeursterkte daarvan, word nie beïnvloed deur smering ("lubrication") wat deur afwerkingsprosesse veroorsaak word nie. Dit is ook die mees algemene manier om die meganiese eienskappe van tekstielstowwe te toets (Lord, 1971:309). Breeksterkte word beskryf as 'n krag wat teen 'n konstante tempo op 'n tekstielstof toegepas word totdat dit breek. Die maksimum las waarby die monster breek en die verlenging by maksimum las is aangeteken (SABS, 1999). Soos hierbo verduidelik, is die breeksterkte van die terriestof-monsters slegs in die skeringrigting bepaal. Tien monsters, elk presies 5 cm x 30 cm, is in die skeringrigting van elke terriestofhanddoek geknip en nie gerafel nie, aangesien skeringbreistof nie uitgerafel kan word nie. Sorg is gedra dat verskillende monsters wat in die skeringrigting gesny is, nie dieselfde stel skeringdrade bevat nie en ook akkuraat volgens kolomme gesny is.

Die dimensionele stabiliteit van die skeringgebreide terriestof is gemeet en bereken volgens SABS-metode 960 (SABS, 1994). Die afmetingsverandering is na 50 was- en was/tuimeldrogingsiklusse vir elke monster in beide rigtings tot die naaste 0,1% van die ooreenstemmende oorspronklike waarde gemeet en aangeteken. Daarom word daar verwys na 'korrekte breeksterkte'.

Die gemiddelde persentasie afmetingsverandering van elke handdoek is in die skering- sowel as die inslagrigting volgens die volgende formule bereken:

$$C = \frac{B - A}{A} \times 100$$

waar C die persentasie afmetingsverandering is;

B die afstand tussen die verwysingsmerke na versorgingsprosedures is; en

A die afstand tussen die verwysingsmerke voor versorgingsprosedures is.

(SABS, 1994:5)

### 3.2. Data-analise

Om die resultate van die breeksterktetoetse te vergelyk, is 'n tweerigting-kruisklassifikasie-variensie-analise (ANOVA) met faktore veselinhoud en versorgingsprosedure gebruik (Milton & Arnold, 1990:531). Indien die interaksie-effekte nie beduidend was nie, is die hoof-effekte direk geïnterpreteer; andersins is verskeie eenrigting-ANOVA's by elk van die vlakke van industriële versorgingsprosedures gedoen om vas te stel of die breeksterktes betekenisvol van mekaar verskil. 'n Bonferroni meervoudige vergelykingsprosedure is telkens gebruik om vas te stel waar die verskille tussen vlakke van die hoofeffekte was. In hierdie studie is daar deurgaans van 'n 5%-betekenispeil gebruik gemaak. Indien die residue van die gepaste eenrigting variensie-analises nie normaal verdeel was nie, is daar van 'n Kruskal-Wallis nie-parametriese variensie-analise gebruik gemaak om te toets of daar verskille tussen die katoen/nylon- en katoen/poliëster-monsters was. Ook hier is van 'n nie-parametriese meervoudige vergelykings-prosedure gebruik gemaak. Vir die doel van die analises het die veselinhoud katoen/nylon en katoen/poliëster ingesluit. Die versorgingsprosedures het ongewas, was en was/tuimeldroging ingesluit.

### 4. Resultate en bespreking

Die oorkoepelende doel van hierdie studie was om die duursaamheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriehanddoekstowwe wat aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is te vergelyk. Aangesien enige verandering in breeksterkte as 'n direkte aanduiding van 'n verandering in die tekstielstofstruktuur beskou kan word (Merkel, 1991:110), is die breeksterkte-resultate van monsters wat 50 keer gewas en 50 keer gewas en getuimeldroog is, vir hierdie doel, met dié van ongewaste monsters vergelyk. Daar is eerstens vasgestel of die katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriehanddoekstowwe vergelykbaar is; daarom word die toetsmonsters eerstens kortliks beskryf. Daarna volg die resultate van die verandering in breeksterkte van die twee groepe toetsmonsters nadat dit aan die industriële versorgingsprosedures onderwerp is en die bespreking.

## 4.1. Beskrywing van toetsmonsters

### Veselsamestelling

Die gemiddelde nylon-inhoud van die katoen/nylon-terriestofmonsters was 4,40%. Die katoen/poliëster-terriestofmonsters het gemiddeld 4,43% poliëster bevat. Die verskil tussen die twee groepe monsters se sintetiese komponent is klein genoeg, sodat die sintetiese komponent daarvan as soortgelyk beskou kan word.

### Strukturele eienskappe

Die **breistofstruktuur** van beide groepe terriestofmonsters is geïdentifiseer as skeringgebreide terriestowwe waarin daar van drie stelle skeringgarings gebruik gemaak is, soortgelyk aan dié in Figuur 4.1. Vanuit die mikroskoopontledings was dit duidelik dat die strengelsteke wat die basisstruktuur van die tekstielstof vorm, filamentgarings van sintetiese vesels is. Die ander twee stelle garings, naamlik die tweede stel skeringgarings en die poolgarings, was albei van katoen. Wat die **breidigheid** betref, het die katoen/nylon-terriestofmonsters 'n gemiddeld van 48,2 kolomme en 65,8 rye per 10 cm gehad, terwyl katoen/poliëster-terriestofmonsters se gemiddelde getal kolomme en rye per 10 cm onderskeidelik 46,3 en 62,7 was. Die katoen/nylon-terriestofmonsters se breidigheid was dus effens hoër as dié van katoen/poliëster-terriestofmonsters, maar die verskil is klein genoeg dat dit nie die vergelykbaarheid van die twee groepe tekstielstofmonsters behoort te beïnvloed nie.

Die gemiddelde **massa** van die onbehandelde katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestofmonsters is onderskeidelik  $560,1 \text{ g/m}^2$  en  $522,2 \text{ g/m}^2$ . Die massa van handdoeke wat normaalweg in hotelle gebruik word, is ongeveer  $550 \text{ g/m}^2$  (Fish, 2003). Die katoen/poliëster-terriestofmonsters se gemiddelde massa is dus 5,1% laer as wat deur die vervaardiger gespesifiseer is, terwyl die katoen/nylon-terriestofmonsters 1,8% hoër is as die spesifikasies.

Die gemiddelde **breeksterkte** van katoen/nylon-terriestofmonsters voor behandeling was 296,24 N en dié van katoen/poliëster was 297,84 N. 'n Variansie-analise (ANOVA) is op bogenoemde resultate uitgevoer om te bepaal of die verskille statisties beduidend was (Tabel 4.1).

**TABEL 4.1: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN ONBEHANDELDE TERRIESTOFMONSTERS**

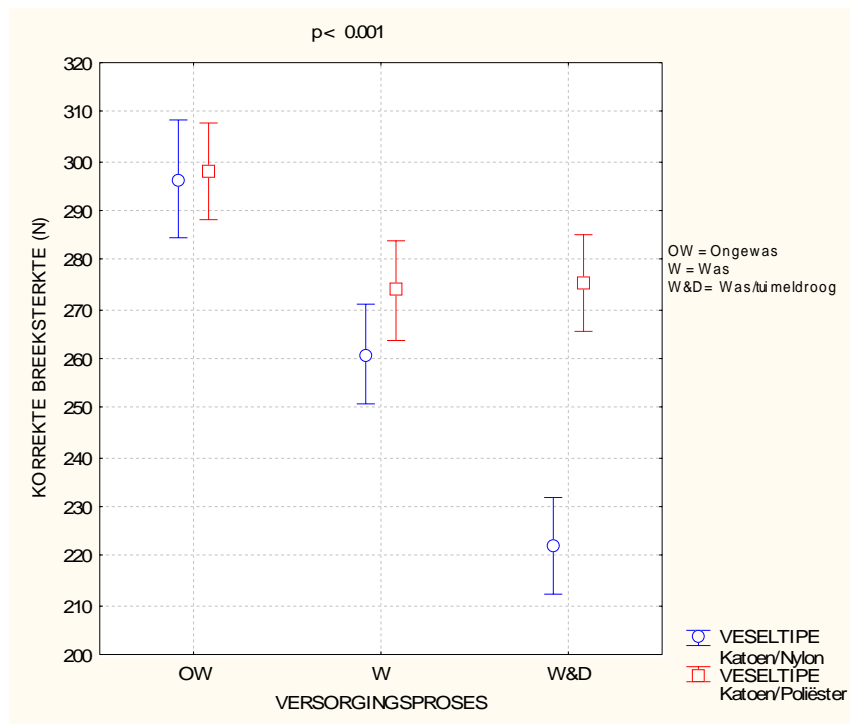
<b>BREEKSTERKTE</b>					
<b>BRON VAN VARIASIE</b>	<b>SK</b>	<b>VG</b>	<b>GK</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Veselinhoud</b>	32	1	32	0.026	0.872813
<b>Fout</b>	60226	49	1229		

Uit Tabel 4.1 is dit duidelik dat daar geen beduidende verskil tussen die gemiddelde breeksterktes van onbehandelde katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestofmonsters was nie ( $p > 0,05$ ). Die katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofmonsters is vir die doel van die studie ten opsigte van die strukturele eienskappe daarvan as vergelykbaar beskou.

#### **4.2. Duursaamheid van katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofmonsters na industriële was en was/tuimeldroging**

Katoen/nylon-terriestofmonsters wat aan 50 wassiklusse blootgestel is, se gemiddelde breeksterkte was 260,82 N, terwyl die katoen/poliëster-terriestofmonsters se gemiddelde breeksterkte 273,82 N was. Die gemiddelde breeksterkte van katoen/nylon-terriestofmonsters wat aan 50 was/tuimeldrogingsiklusse blootgestel is, was 222,04 N en dié van katoen/poliëstermonsters 275,43 N. Die resultate van dié breeksterktes van die katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofmonsters by verskillende versorgingsprosedures word visueel in 'n grafiek in Figuur 4.2 geïllustreer, waarna 'n tweerigting-ANOVA gedoen is op breeksterkte teenoor versorgingsprosedures. Die interaksie was beduidend ( $p < 0.01$ ); derhalwe word eenrigting-ANOVA's by elke vlak van versorging in Tabele 4.2 en 4.3 weergegee.





**FIGUUR 4.2: VERGELYKING VAN DIE BREEKSTERKTES VAN ONGEWASTE (OW), GEWASTE (W) ASOOK GEWASTE EN GETUIMELDROOGDE (W&D) KATOEN/NYLON- EN KATOEN/POLIËSTER- SKERINGGEBREIDE TERRIESTOFMONSTERS**

**TABEL 4.2: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN TERRIESTOFMONSTERS WAT 50 KEER GEWAS IS**

BREEKSTERKTE						
BRON VAN VARIASIE	SK	VG	GK	F	p	
Veselinhoud	2538	1	2538	5.907	0.018199	
Fout	24922	58	430			

**TABEL 4.3: VARIANSIE-ANALISE VAN GEMIDDELDE BREEKSTERKTE VAN TERRIESTOFMONSTERS WAT 50 KEER GEWAS EN GETUIMELDROOG IS**

BREEKSTERKTE						
BRON VAN VARIASIE	SK	VG	GK	F	p	
Veselinhoud	42756	1	42756	62.537	$p < 0.001$	
Fout	39655	58	684			

Die breeksterktes van beide die katoen/nylon- en katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofmonsters wat 50 keer gewas is, is laer as dié van die onbehandelde monsters, maar slegs die afname in gemiddelde breeksterkte van die katoen/nylon terriestofmonsters is betekenisvol ( $p < 0.05$ ). Uit Figuur 4.2 en Tabel 4.3 is dit duidelik dat daar geen beduidende verskil ( $p > 0.05$ ) is tussen die gemiddelde breeksterktes van katoen/nylon- en katoen/poliëster- terriestofmonsters wat aan 50 wassiklusse blootgestel was nie. In die geval van katoen/nylon-handdoeke kan die groter afname in breeksterkte waarskynlik toegeskryf word aan die feit dat nylonvesels effens swel en verswak in water omdat die waterstofbindings in die amorfte areas van die vesel breek wanneer watermolekules geabsorbeer word. Die termoplastiese aard van nylon bring ook mee dat dit nie strawwe wasprosedures by hoë temperature kan weerstaan nie (Hatch, 1993:206). 'n Temperatuur van 78°C word tydens die wasproses bereik, wat heelwat hoër is as die aanbevole temperatuur, soos blyk uit die literatuur (Hatch, 1993:207; Kadolph & Langford, 2002:100; Ling, 1972:123; Tortora, 1992:183). Die temperature wat tydens tuimeldroging bereik is, was ook tot so hoog as 110°C, en in hierdie geval was die blootstelling ook oor langer tydperke.

Die rede vir die afname in die breeksterkte van die katoen/poliëster-handdoekstowwe kan waarskynlik nie aan die poliëster-komponent toegeskryf word nie, aangesien daar nie 'n noemenswaardige verskil tussen die nat en droë sterkte van poliëstervesels is nie. Die slytbestandheid en sterkte van poliëster word nie deur die teenwoordigheid van water beïnvloed nie en dit bly stabiel na herhaalde wasse (Joseph, 1988:108; Kadolph & Langford, 2002:105,107; Mason, 1999:60; Wingate & Mohler, 1984:371). Dis hoogs onwaarskynlik dat die alkaliniteit van die detergente die afname in breeksterkte meegebring het, omdat dit uit die literatuur blyk dat poliëstervesels slegs deur sterk alkalië gedegradeer word (Kadolph & Langford, 2002:28,107).

Die breeksterktes van die katoen/poliëster-terriestofmonsters wat 50 keer gewas is en dié wat gewas en getuimeldroog is, het nie betekenisvol verskil ( $p > 0.05$ ) nie. Die breeksterkte van die katoen/nylon-terriestofmonsters het egter aansienlik afgeneem. Dié afname in breeksterkte was hoogs betekenisvol ( $p < 0.001$ ). Daar was ook 'n hoogs betekenisvolle verskil ( $p < 0.001$ ) tussen die breeksterktes van die katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestofmonsters na die 50 was/tuimeldrogingsiklusse.

Wat die resultate van die kuprammonium fluïditeitstoetse betref, het die fluïditeitswaarde van die katoen in die katoen/nylon terriestofmonsters verander van  $<1$  na 5,46 en die graad van polimerisasie (GP-waarde) daarvan, van  $>3000$  na 1848 nadat dit 50 keer gewas en getuimeldroog is. Volgens die laboratoriumverslag is hierdie waarde vergelykbaar met normale beskadiging soos meegebring deur was en bleiking tydens vervaardiging. In teenstelling hiermee het die fluïditeitswaarde van die katoen in die katoen/poliëster terriestofmonsters verander van  $<1$  na

19,60 en die GP-waarde van >3000 na 854 nadat dit 50 keer gewas en getuimeldroog is. Volgens die laboratoriumverslag is dié waardes vergelykbaar met erg-gebleikte katoen, wat dui op definitiewe chemiese beskadiging (CSIR Manufacturing and Materials Technology Centre for Fibres, Textiles and Clothing, 2004). Die verskil in die mate van beskadiging van die katoen in die katoen/nylon- en katoen/poliëster-terriestofmonsters is moeilik om te verklaar aangesien dit aan dieselfde versorgingsprosedures blootgestel is. Volgens Temple (2004) kan die verskil in die waardes egter toegeskryf word aan die feit dat die katoen wat in die twee monsters gebruik is kon verskil het in terme van 'n verskeidenheid van faktore, soos onder meer, volwassenheid en fynheid van die vesels. Al hierdie faktore kan 'n invloed hê op chemiese beskadiging tydens die wasproses.

Na aanleiding van die fluïditeitstoetsresultate sou die verwagting wees dat die katoen/poliëster swakker sou vertoon as die katoen/nylon (wat nie die geval was nie). Daar kan dus aangeneem word dat die belangrikste oorsaak van die verskil in breeksterkte in die monsters wat gewas en getuimeldroog is toegeskryf kan word aan die degradasie (al dan nie) van die sintetiese basisgarings en nie deur die katoen poolgarings of die tweede stel katoen skeringgarings nie.

Die aansienlike afname in die duursaamheid van die katoen/nylon-handdoekstowwe na die 50 was/tuimeldrogingsiklusse kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die nylonvesels swel en verswak wanneer dit aan die strawwe wrywingsaksie met gepaardgaande hoë temperatuur blootgestel word tydens die tuimeldrogingsproses. Die feit dat die breeksterkte van die katoen/poliëster-terriestofmonsters na die 50 was/tuimeldrogingsiklusse feitlik onveranderd gebly het, is 'n goeie aanduiding van die goeie slytbestandheid en veerkragtigheid van poliëster, wat meebring dat dit herhaalde en selfs verlengde tuimeldrogingsiklusse kan weerstaan (Hatch, 1993:219; Kadolph & Langford, 2002:104).

## **5. Gevolgtrekking en Aanbevelings**

Die doel van die studie was om die duursaamheid van katoen- skeringgebreide terriestowwe met 'n nylon-basistruktuur te vergelyk met katoen- skeringgebreide terriestowwe met 'n poliëster-basistruktuur nadat dit aan industriële versorgingsprosedures blootgestel is.

In hierdie studie is tipiese industriële versorgingsprosedures toegepas. Daar was 'n soortgelyke afname in die breeksterktes van beide die katoen/nylon- en die katoen/poliëster-terriestofmonsters na die 50 wassiklusse. Die breeksterkte van die katoen/nylon- skeringgebreide terriehanddoekstowwe het aansienlik meer afgeneem as dié van die katoen/poliëster-handdoekstowwe na die was- en tuimeldrogingsiklusse. Dit is dus duidelik dat industriële wasprosedures 'n nadelige effek op die duursaamheid van die nylon- en poliëster-basistruktuur

van skeringgebreide handdoeke het en dat die tuimeldrogingsproses 'n meer nadelige effek op die katoen/nylon handdoeke het.

Dit blyk uit die literatuur dat die tuimeldrogingstemperature laag tot matig gehou moet word (Hatch, 1993:207; Tortora, 1992:193). Ling (1972:123) voer aan dat katoen/nylon- mengelstowwe by temperature van tot 93°C drooggemaak kan word. Hoewel die temperatuurstelling van die industriële tuimeldroër op 120°C gestel was, is temperature van slegs tussen 104°C en 110°C gemeet. Dit was duidelik te hoog en gevolglik nadelig vir die nylonkomponent van die katoen/nylon- skeringgebreide terriehanddoekstowwe.

In die lig van die resultate van die fluïditeitstoetse word die belangrike rol wat die poliëster basisstruktuur in die duursaamheid van skeringgebreide terriestof speel bevestig, aangesien die breeksterkte van die katoen/poliëster- terriestofmonsters na 50 was/tuimeldrogingsiklusse nie noemenswaardig afgeneem het nie, ten spyte van die feit dat die katoen van dié monsters wel beskadiging getoon het. As die resultate van dié studie, naamlik dat die breeksterkte in die skeringrigting van die katoen/nylon- terriestofmonsters betekenisvol laer was as dié van katoen/poliëster terriestofmonsters na 50 was/tuimeldrogingsiklusse, en die resultate van die fluïditeitstoetse in ag geneem word, is dit duidelik dat die katoenkomponent nie 'n noemenswaardige rol in dié bevinding kon speel nie. Die pool en die tweede stel skeringgarings, wat die strengelsteke van sintetiese vesels aanmekaar bind, is van katoen. Dit bevestig waarskynlik die feit dat die breeksterkte in die skeringrigting 'n goeie aanduiding is van die rol wat die nylon en poliëster basisstruktuur in die duursaamheid van die katoen/nylon- en katoen/poliëster- terriestowwe speel. Nadere ondersoek na watter garings op watter stadium tydens die breeksterktetoetsing breek, sal 'n meer definitiewe uitsluitel hieroor gee.

Dit is belangrik vir handdoekvervaardigers om kennis te neem van die feit dat industriële versorgingsprosedures en spesifiek tuimeldroging 'n baie nadeliger effek op katoen/nylon- as op katoen/poliëster- skeringgebreide terriestofhanddoeke het. Die veselinhoud van tekstielgoedere speel meestal 'n kritieke rol in die duursaamheid en vereiste versorgingsprosedures van tekstielgoedere. Die belangrikheid daarvan om die korrekte veselinhoud op etikette van tekstielgoedere aan te dui, selfs al is dit minder as 5%, kan nie genoeg beklemtoon word nie. Daar word sterk aanbeveel dat vervaardigers van tekstielgoedere ook in Suid-Afrika wetlik verplig moet word om die veselinhoud op die etikette van tekstielgoedere presies aan te dui. Sodoende sal industriële wasserye kan kennis neem van die korrekte veselinhoud en die versorgingsprosedures daarvolgens aanpas.

## VERWYSINGSLYS

- ANAND, SC & SMITH, HM. 1994. Comparative performance of woven and warp-knitted towelling fabrics. *Kettenwirk-Praxis* 28(3):62-68.
- CARTER, ME. 1972. *Essential fiber chemistry*. New York. Marcel Dekker.
- CARTY, P & BYRNE, MS. 1987. *The chemical and mechanical finishing of textile materials*. 2<sup>nd</sup> ed. Newcastle upon Tyne. Newcastle upon Tyne Polytechnic Products.
- COOK, JG. 1984. *Handbook of textile fibres: Man-made fibres*. Durham. Merrow Publishing.
- CSIR Manufacturing and Materials Technology Centre for Fibres, Textiles and Clothing. 2004. Laboratory Test Report. Port Elizabeth, South Africa.
- DIREKTORAAT KULTUURSAKE: DEPARTEMENT VAN ONDERWYS EN KULTUUR. 1991. *Tekstierversorgingsetikettering*. 2de uitg. Kaapstad. Departement van Onderwys en Kultuursake.
- FISH, G. 2003. Personal conversation. Regional Manager. Dano Textiles. Cape Town.
- HALL, AJ. 1975. *The standard handbook of textiles*. 8<sup>th</sup> ed. London. Newnes-Butterworths.
- GOYNES, WR & ROLLINS, ML. 1971. A scanning electron-microscope study of washer-dryer abrasion in cotton fibers. *Textile Research Journal* March:226-232.
- HATCH, KL. 1993. *Textile science*. New York. West Publishing Company.
- HEGDE, RR, DAHIYA, A & KAMATH, MG. 2004. *Nylon fibers*. Retrieved 30 August 2004. <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Nylon%20fibers.htm>.
- INNOVATIVE TECHNOLOGY MAKES ITS MARK. 2004. Instruction sheet for Raschel warp-knitting machine: Wirkbau-Superpol 14123.
- ISAACS, M. 1998. DuPont nylon undergoes renewal at 60. *Textile World* 148(11):41-46.
- JOHNSON DIVERSEY. 2004. *Information sheet*. Johnson Diversey. Wadeville.

- JOSEPH, ML. 1988. *Essentials of textiles*. 4<sup>th</sup> ed. USA. Saunders College Publishing.
- KADOLPH, SJ. 1998. *Quality assurance for textiles and apparel*. New York. Fairchild Publications.
- KADOLPH, SJ & LANGFORD, AL. 2002. *Textiles*. 9<sup>th</sup> ed. New Jersey. Pearson Education.
- KEFFORD, C. 2001. What the textile exporter to the US & EU should know. *Textiles Unlimited* 2(2):2.
- KELLEY, N. s.a. *Nylon...From stockings to spacesuits without a snag*. Retrieved 26 June 2003. <http://www.costumes.org/pages/textiles/NYLONArticle.htm>.
- LABARTHE, J. 1975. *Elements of textiles*. New York. Macmillan Publishing Company.
- LING, EM. 1972. *Modern household science*. London. Mills & Boon.
- LLOYD, J & ADAMS, C. 1989. Domestic laundering of textiles. *Textiles* 18(3):72-79.
- LORD. 1971. The serviceability of bed sheets in institutional use. *Journal of the Textiles Institute* 62:304-327.
- LYLE, DS. 1982. *Modern textiles*. 2<sup>nd</sup> ed. New York. John Wiley & Sons.
- MASON, RW. 1999. Decades later, polyester forges new image. *Textile World* 149(1):57-60.
- McCURRY, JW. 1999. Towel mills modernize to compete. *Textile World* 149(5):26-40.
- MERKEL, RS. 1991. *Textile product serviceability*. New York. Macmillan Publishing Company.
- MILLER, E. 1992. *Textiles: Properties and behaviour in clothing use*. 4<sup>th</sup> ed. London. Batsford Academic and Educational.
- MILTON, JS & ARNOLD, JC. 1990. *Introduction to Probability and Statistics, Principles and Applications for Engineering and the Computing Sciences*. McGraw Hill International. New York.

- MYBURGH, D. 2004. Personal conversation. Managing director. Colibri Towelling Western Cape. Somerset West.
- PATEL, P. 1998. Finishing of terry towels. *Journal of the Textile Association* 58(5):195-197.
- SLATER, K. 1991. Textile degradation. *Textile Progress* 21(1/2):1-158.
- SMITH, BF & BLOCK, I. 1982. *Textiles in perspective*. London. Prentice-Hall International.
- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS (SABS). 1977. *Textiles – Binary fibre mixtures – Quantitative chemical analysis*. SABS ISO 1833: 1977. Pretoria. SABS.
- SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS (SABS). 1999. *Textiles – Tensile properties of fabrics. Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method*. SABS ISO 13934-1. Pretoria. SABS.
- STEADMAN, RG. 1997. Cotton testing. *Textile Progress* 27(1):1-36.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1972. *Kondisionering van tekstielmonsters en die standaard gematigde atmosfeer vir die bepaling van die fisiese en meganiese eienskappe daarvan*. SABS-metode 70. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1988. *Kolomme en rye per eenheidlengte in tekstielbreistowwe (metode met gebruik van vaste opening)*. SABS SM 1120-1988. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1993. *Tekstielstof – Massa per eenheidsoppervlak van gekondisioneerde stof*. SABS-metode 79: 1993. Pretoria. SABS.
- SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE (SABS). 1994. *Tekstielstof – Afmetingstabieleit tydens was- en droogprosedures*. SABS-metode 960: 1994. Pretoria. SABS.
- TAYLOR, MA. 1990. *Technology of textile properties: An introduction*. 3<sup>rd</sup> ed. London. Forbes Publications Ltd.
- TAYLOR, MA. 1981. *Technology of textile properties: An introduction*. 2<sup>nd</sup> ed. London. Forbes Publications Ltd.

TEMPLE, H. 2004. Personal conversation. Manager: Textile testing laboratory. SABS. Pretoria.

TORTORA, PG. 1992. *Understanding textiles*. 4<sup>th</sup> ed. New York. Macmillan Publishing Co, Ltd.

TROTMAN, ER. 1984. *Dyeing and chemical technology of textile fibres*. 6<sup>th</sup> ed. London.  
Charles Griffin & Company.

ULRICH, MM & MOHAMED, SS. 1982. Effect of laundry conditions on abrasion of mercerized  
DP natural blend cotton/PET. *American Dyestuff Reporter* 71(7):38-41.

VERRYNE, T. 2003. Personal conversation. Marketing manager. Cotton SA. Pretoria.

WALTER, NR. 1998. Manmade fiber chart 1998. *Textile World* 148(8):72-83.

WINGATE, IB & MOHLER, JF. 1984. *Textile fabrics and their selection*. 8<sup>th</sup> ed. New Jersey.  
Prentice-Hall.

WISKA. 2003. *Towel*. Retrieved 19 July 2003. [http://www.wiska.co.id/e\\_towel.htm](http://www.wiska.co.id/e_towel.htm).

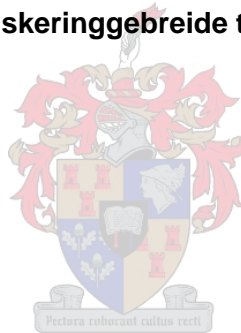
WOOTEN, HL. 1979. What's new in terry towel preparation. *Textile Chemist and Colorist*  
11(6):136-138.





## ADDENDUM A

**Dimensionele stabiliteit: veranderinge aangebring aan  
breeksterkte van skeringgebreide terriestofmonsters**



Die breeksterkte van die betrokke skeringgebreide monsters is met die volgende persentasies verminder:

**Katoen/nylon skeringgebreide terriestof:**

Aantal behandelings	Gewas		Gewas en Getuimeldroog	
	Skering (%)	Inslag (%)	Skering (%)	Inslag (%)
10 siklusse	3.05	1.02	6.50	5.43
20 siklusse	3.85	1.94	7.20	5.80
30 siklusse	3.77	1.81	7.50	5.60
40 siklusse	4.87	1.65	7.60	5.70
50 siklusse	4.87	2.06	7.60	5.90

**Katoen/poliëster skeringgebreide terriestof:**

Aantal behandelings	Gewas		Gewas en Getuimeldroog	
	Skering (%)	Inslag (%)	Skering (%)	Inslag (%)
10 siklusse	4.90	1.86	7.00	5.80
20 siklusse	4.98	1.17	7.00	5.80
30 siklusse	5.23	1.72	7.20	5.80
40 siklusse	5.17	1.03	7.50	5.60
50 siklusse	5.65	1.06	7.40	5.60