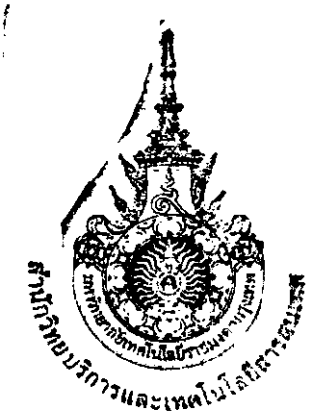
การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

นางสาววารี พงศาโรจนวิทย์



RMUTK - CARIT
3 2000 00091212 3

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
ปีการศึกษา 2551

b.๑๑๑๗๑

677.0283
ว227ท
เลขหมู่ ว.2
เลขทะเบียน 1196
วัน เดือน ปี 19/6/53

THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL FILTER FABRICS BY USING POLYPROPYLENE YARN

MISS WAREE PONGSAROJANAVIT

A THESIS PRESENTED TO RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN TEXTILES AND GARMENTS ACADEMIC YEAR 2008

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

ชื่อผู้เขียน นางสาววารี พงศาโรจนวิทย์

สาขาวิชาและคณะ สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

(นางมนวดี วัจนะพุกกะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ)

..... กรรมการ

(ดร.บุญศรี คู่สุขธรรม)

..... กรรมการ

(ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์)

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน
ชื่อผู้เขียน นางสาววารี พงศาโรจนวิทย์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม)
สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
ปีการศึกษา 2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตผ้ากรองสำหรับอุตสาหกรรมโดยทอผ้าจากเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถผลิตได้ในประเทศ อันเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ โดยเริ่มจากการศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้ากรองประเภทน้ำหนัก 450+/-130 กรัม/ตารางเมตร จากนั้นจึงกำหนดเบอร์เส้นด้าย โครงสร้าง ลายทอ วิธีการทอ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบบนโครงสร้าง 3 โครงสร้าง นำไปตกแต่งด้วยการอบไอน้ำเพื่อให้ผ้าอยู่ตัว จากนั้นทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้ากรองได้แก่ ความหนา น้ำหนัก ความแข็งแรงเมื่อผ่านการสัมผัสกรดและด่าง และค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างผ้ากรองที่ได้ผลิตขึ้น มีโครงสร้างหลังผ่านการอบให้อยู่ตัวด้วยไอน้ำดังนี้ 1000^{D} x 1000^{D} / 57 x 20.5, 1000^{D} x 1200^{D} / 57 x 21, และ 1000^{D} x 1500^{D} / 54 x 19 โดยที่ผ้ามีความหนา 901.05, 953.55, และ 984.3 ไมครอน และมีน้ำหนัก 400.23, 424.67, และ 425.55 กรัม/ตารางเมตรตามลำดับ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนมีความต้านทานต่อกรดและด่างดี จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของโครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายเบอร์ 1500^{D} มีความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งในโครงสร้างน้อยกว่า โครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1200^{D} และ 1000^{D} ทำให้มีช่องว่างในผืนผ้ามากกว่า โดยมีผลต่อค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ที่มากขึ้นตามลำดับ จากมากไปน้อยดังนี้ 21.82 , 21.54 , 21.14 ลิตร/ตารางเมตร/วินาที และเมื่อพิจารณาค่าความแน่นของผ้า พบว่า ค่าความแน่นของโครงสร้าง 1000^{D} x 1500^{D} / 54 x 19 มีค่าเท่ากับ 89.55% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าโครงสร้าง 1000^{D} x 1000^{D} / 57 x 20.5 มีค่าเท่ากับ 92.02% การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมด้วยเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนในประเทศครั้งนี้ สามารถนำไปสู่การผลิตผ้ากรองที่มีสมบัติทางกายภาพอยู่ในช่วงการใช้งานเช่นเดียวกับผ้ากรองที่นำเข้าได้

ABSTRACT

Title The Development of industrial filter fabrics by using polypropylene yarn

Student's Name Miss Waree Pongsarojanavit

Degree Sought Master of Science (Textiles and Garments)

Major / Faculty Textiles and Garments Program / Faculty of Textile Industries

Academic Year 2008

Adviser Thesis

Adviser Dr.Sathit Puttachaiyong

The development of industrial filter fabric has an objective to weave the fabric from polypropylene texture which can be produced in Thailand and substitute raw material from abroad. The development of this project started from studying the characteristic of filter fabric's weight 450+/-130 g/sqm and specify the yarn count , fabric structure , and weaving method. The researcher has developed 3 filter fabric structures by heated setting and tested for physical fabric's properties such as thickness , weight , fabric strength (tested with acid and alkaline salt conditions) , and air permeability-test.

The research found that the filter fabric after heated setting has structure as below: 1000^{D} x 1000^{D} / 57 x 20.5, 1000^{D} x 1200^{D} / 57 x 21 , and 1000^{D} x 1500^{D} / 54 x 19 which fabric has thickness 901.05, 953.55 and 984.3 micron and has fabric's weight 400.23, 424.67, and 425.55 g/sqm , respectively the fabrics produced possess well strength to acid and alkaline. The air permeability on fabric structure 1500^{D} has lower yarn density of warp and weft than fabric structure 1200^{D} and 1000^{D} which give a space in fabric structure. Furthermore , it makes a better air permeability from much to less 21.82 , 21.54 , 21.14 liters/sqm/sec and when focus on fabric density , researcher found that the cover factor of fabric structure 1000^{D} x 1500^{D} / 54 x 19 has value = 89.55% which less than fabric structure 1000^{D} x 1000^{D} / 57 x 20.5 has value = 92.02% The research proof that industrial filter fabric by using polypropylene in Thailand can produce equally standard to the import filter fabric.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีโดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.บุญศรี คู่สุขธรรม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผศ. ขนิษฐา เจริญลาภ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในเรื่องการทำสารละลาย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์โอภาส เชาวนานนท์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในเรื่องการทดสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์มนูญ จิตต์ใจฉ่ำ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความรู้จนสามารถนำความรู้ทั้งหมดมาทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณชาตรี เตชะสมบูรณากิจ ผู้จัดการทั่วไป ห้างหุ้นส่วนจำกัด ประดิษฐ์กรณ์เท็กซ์ไทล์ ที่กรุณาให้ข้อมูลและสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณกิจ พงศาโรจนวิทย์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโททุกท่าน ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ พนักงานบริษัท รุ่งโรจน์การทอ จำกัด ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด จนสามารถทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วารี พงศาโรจนวิทย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมุติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ระเบียบวิธีวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และ/หรือผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
การกำหนดโครงสร้างผ้าโดยวิธีการคำนวณ	6
เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน	10
กระบวนการทอผ้า	12
มาตรฐานและการทดสอบสิ่งทอ	14
การทดสอบสิ่งทอ	16
ผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ตรวจสอบสมบัติของเส้นด้ายที่ทำการวิจัย	22
การกำหนดโครงสร้างผ้ากรองอุตสาหกรรม	33
กระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม	46
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
ผลการทดสอบสมบัติของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน	58
ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน	59
ผลการทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม	60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	58
อภิปรายผลการวิจัย	68
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก ก	73
คุณลักษณะเฉพาะของผ้า	74
ภาคผนวก ข	75
รายงานผลการทดสอบ	76
ภาคผนวก ค	85
ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม	86
ประวัติผู้เขียน	92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	มูลค่าการนำเข้าผ้ากรองที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 650 กรัม/ตร.ม. ปีค.ศ. 2004-2008	2
2.1	หน่วยน้ำหนัก	6
2.2	หน่วยความยาว	6
2.3	สูตรการหาเบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ, เบอร์ดีเนียร์ และเบอร์เท็กซ์	8
2.4	สูตรการหาเบอร์ด้ายที่มีหน่วยความยาวเป็นเซ็นติเมตร และหน่วยน้ำหนักเป็นกรัม	8
2.5	สูตรการหาเบอร์ด้ายต่างระบบ	9
3.1	รายละเอียดวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทอผ้า	22
3.2	ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 ดีเนียร์(118 TPM.)	24
3.3	ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 ดีเนียร์	25
3.4	ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1200 ดีเนียร์	26
3.5	ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1500 ดีเนียร์	27
3.6	ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 ดีเนียร์ (118 TPM)	29
3.7	ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 ดีเนียร์	30
3.8	ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1200 ดีเนียร์	31
3.9	ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1500 ดีเนียร์	32
3.10	ผลการคำนวณเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนจากดีเนียร์เป็นด้ายฝ้ายของอังกฤษและผลการคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นด้าย	34
3.11	สูตรการคำนวณหาน้ำหนักผ้าทอ	37
3.12	รายละเอียดการสืบเส้นด้ายยืน	41
3.13	วิธีการร้อยตะกอ	43
3.14	ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	45
3.15	ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ผ่านการแช่สารละลายกรด	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.16	ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ผ่านการแช่สารละลายเบส	49
3.17	ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1000 ดีเนียร์	50
3.18	ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1200 ดีเนียร์	51
3.19	ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1500 ดีเนียร์	52
3.20	ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1000 ดีเนียร์	54
3.21	ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1200 ดีเนียร์	55
3.22	ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 x 1500 ดีเนียร์	56
3.23	ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้	57
4.1	ผลสรุปของการทดสอบเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน	58
4.2	ผลสรุปจากการคำนวณค่าการยืดตัวและค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน	59
4.3	ผลของโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน	59
4.4	ผลการเปรียบเทียบความหนาของผ้า	60
4.5	ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า	61
4.6	ผลการทดสอบค่าความแข็งแรงของผ้าโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการแช่สารละลาย	62
4.7	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงก่อนและหลังการแช่สารละลาย	63
4.8	ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก	64
4.9	ผลการเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้	64
5.1	ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต	70

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องทอ	13
2.2	เกลียวของเส้นด้าย	17
3.1	เครื่องกรอด้ายมือหมุน (Hand operated warp rell) YG(B) 086 A	23
3.2	เครื่องชั่ง Mettler Toledo AE 200 (4 ตำแหน่ง) มีหน่วยเป็นกรัม	23
3.3	เครื่อง Testometic Rochdale England Type : DBBMTCL-500Kg. Serial No. 29396 M350-5AT	28
3.4	ความหนาของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง	33
3.5	แผงปักลูกด้ายเครื่องสืบเส้นด้ายยืน	41
3.6	บีมสืบเส้นด้ายยืน	42
3.7	การจัดเรียงตัวเส้นด้ายยืนที่เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน	42
3.8	เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน	43
3.9	วิธีการร้อยตะกอและการยกตะกอ	44
3.10	การร้อยเส้นด้ายยืนผ่านแผ่นเบรก และลวดตะกอ	44
3.11	เครื่องทอผ้าไร้กระสวยระบบเรเปียร์ การยกตะกอเป็นแบบ Dobby	45
3.12	เครื่องอบไอน้ำแรงดันสูง	46
3.13	เครื่อง pH Meter Model Cyberscan 2500 ผลการทดสอบเส้นด้าย Cotton O.E. Ne 20^s	47
3.14	เครื่องวัดความหนา TECLOCK TYPE SM-112 GRAD 0.01 mm RANGE 10 mm	49
3.15	เครื่องตัดผ้า James H. Heal Halifax England Serial No. 230/1303	53
3.16	เครื่อง Frazil type auto air permeability tester (Model AP – 360D)	57
4.1	การเปรียบเทียบความหนาของผ้า	61
4.2	การเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า	62
4.3	การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงก่อนและหลังการแช่สารละลาย	63
4.4	การเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้	65
4.5	การเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้และค่าความหนาแน่น	67

บทที่ 1

บทนำ

1. 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันธุรกิจภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว สิ่งที่ตามมาจากการขยายตัวของธุรกิจภาคอุตสาหกรรม คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลายๆ ด้าน ทั้งอากาศเสีย น้ำเน่าเสีย ขยะล้นเมือง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีกฎหมายควบคุมการปล่อยของเสียต่างๆ ให้อยู่ในระดับมาตรฐานเสียก่อน น้ำเสียเป็นปัญหาที่สำคัญของโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท เพราะมาจากหลายจุดด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นจากกระบวนการผลิตเอง กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ การทำความสะอาดตลอดจนใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของโรงงาน โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นนี้ทางโรงงานจะต้องทำการบำบัดเสียก่อนเพื่อให้ได้คุณภาพมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายประเภท สิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียเหล่านั้นก็แตกต่างกันไปแล้วแต่ประเภทของโรงงาน การบำบัดจึงยุ่งยาก ซับซ้อน และเสียค่าใช้จ่ายสูง ทั้งนี้เพราะขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งที่เจือปนในน้ำเสีย เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์

ดังนั้นทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกกฎหมายสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวกับการจัดการมลพิษทางน้ำ จึงได้มีประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมในพระราชกิจจานุเบกษา เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษ และเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2550 ซึ่งมีผลบังคับใช้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2550 เป็นฉบับล่าสุด

เพื่อให้การปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษโดยที่เครื่องดังกล่าว จะต้องมีการใช้ผ้าช่วยในการกรองของเสีย ซึ่งผ้ากรองที่ใช้จะถูกกำหนดคุณลักษณะเฉพาะสำหรับเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษนั้น โดยมีการกำหนดปริมาณการใช้และมีการกำหนดอายุการใช้งานของผ้ากรอง

ผ้ากรองอุตสาหกรรม เป็นผ้ากรองที่ผ่านการนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด ไม่มีการผลิตในประเทศไทย โดยดูจากมูลค่าการนำเข้ารวมของประเทศ ตั้งแต่ปี 2004 ถึงปี 2008 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าผ้ากรองที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 650 กรัม/ตร.ม. ปี ค.ศ. 2004 – 2008

มูลค่าการนำเข้า (บาท)

รายชื่อประเทศที่นำเข้า	ปี 2004	ปี 2005	ปี 2006	ปี 2007	ปี 2008
AUSTRIA	106,804		672,297		1,073,067
AUSTRALIA	1,988,388	13,032,356	1,626,671	1,785,720	13,119,435
BRAZIL	536,940				
CANADA				503,300	2,968,257
CHINA	4,447,764	6,435,676	4,924,818	13,272,429	14,159,020
CZECH REPUBLIC			272,005	668,449	
FRANCE	599,653	41,621			3,728,701
GERMANY	34,234,096	56,418,000	69,947,578	38,833,829	33,351,633
INDONESIA	159,422				
INDIA	1,419,039	487,452	607,009	982,917	368,610
ITALY	705,553	445,594	1,170,168	50,496	66,409
JAPAN	23,190,992	41,371,415	32,614,473	24,570,661	14,808,260
KOREA,R			4,497,774	1,631,037	2,310,748
MALAYSIA	187,200	497,812		18,086	
MEXICO		219,983	895,115		
NETHERLANDS			110,288	294,092	
NORWAY				2,732,752	
SINGAPORE	114,467	141,987			
SPAIN		1,411,923		152,805	176,894
SWEDEN	1,346,248	653,562	452,121		489,447
SWITZERLAND				6,805	36,497
TAIWAN PROVINCE OF CHINA	2,901,606	3,887,563	447,952	1,376,993	1,878,708
UNITED KINGDOM			850,235		381,258
UNITED STATES	7,075	741,950	5,605,502	983,800	1,520,523
GRAND TOTAL	71,945,247	125,786,894	124,694,006	87,864,171	90,437,467

ที่มา: http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp

เส้นใยที่สามารถนำมาผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมมีหลายชนิด เช่น พอลิโพรพิลีน พอลิเอส-เตอร์ ไนลอน เป็นต้น โดยที่เส้นใยแต่ละชนิดจะมีสมบัติจำเพาะที่แตกต่างกัน แต่เส้นใยพอลิโพร-พิลีนมีสมบัติที่ดีหลายประการที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ทำผ้ากรอง คือ (ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541: 62; วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 237)

1. มีน้ำหนักเบา มีความถ่วงจำเพาะ 0.91 ซึ่งเบาที่สุดในบรรดาเส้นใยทั้งหลาย
2. มีความแข็งแรงสูง และความแข็งแรงไม่ลดลงเมื่อเปียกน้ำ เหมาะที่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมที่เปียกชื้น
3. การดูดความชื้น มีความสามารถในการดูดความชื้นเป็นศูนย์ทั้งในอากาศและน้ำ ความแข็งแรงจึงไม่ลดลงเมื่อเปียกชื้น แห้งง่าย
4. มีความคงรูปและความนุ่มนวลดีเมื่อทำให้เปียกและแห้งซ้ำ ๆ กันบ่อย ๆ
5. ความเป็นเทอร์โมพลาสติก เมื่อเซทด้วยความร้อน (Heat set) จะทำให้ผ้าคงรูปและโครงสร้างไม่เปลี่ยนแปลง
6. มีความคงทนต่อกรด-เบส และสารเคมีดีกว่าเส้นใยสังเคราะห์อื่น
7. มีความคงทนต่อแมลงและเชื้อรา

นอกจากนี้เส้นใยพอลิโพรพิลีนเป็นเส้นใยที่มีผู้ผลิตในประเทศไทย แต่มิได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรม เนื่องจากผ้ากรองอุตสาหกรรมเป็นสินค้าที่มีความหลากหลายทั้งในเรื่องของโครงสร้างผ้า และหน้าผ้า ดังนั้นจึงทำให้โรงงานทอผ้าส่วนมาก ยังไม่ให้ความสนใจกับอุตสาหกรรมประเภทนี้ ผู้ใช้ผ้ากรองในอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด อย่างไรก็ตามหากคำนึงถึงมูลค่าการนำเข้าผ้ากรองชนิดน้ำหนักน้อยกว่า 650 กรัม/ตร.ม. ในปี 2008 ถึง 90 ล้านบาท (ตารางที่ 1.1) ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นโอกาสดีที่โรงงานผลิตผ้าทอในประเทศที่มีศักยภาพการผลิต จะหันมาผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมด้วยเส้นใยพอลิโพรพิลีน แล้วให้เป็นสินค้าตัวใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นอันจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมในประเทศต่อไปในระยะยาว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมด้วยเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

1.2.3 เพื่อทดสอบคุณภาพผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ผ้ากรองอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้น มีคุณลักษณะเฉพาะตามข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000^{D}, 1200^{D}, 1500^{D} เป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.4.2 ใช้เครื่องทอผ้าไร้กระสวยระบบเรเปียร์ การยกตะกอเป็นแบบ Dobby

1.4.3 กำหนดโครงสร้างลายทอเป็นลายขัดดัดแปลง (Derivative)

1.4.4 ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม ปี 2551 ถึง เดือนมีนาคม ปี 2552

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

1.5.1 การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.5.2 กำหนดโครงสร้างลายทอ และการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม

1.5.3 ผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมและทดสอบสมบัติของผ้ากรองที่ผลิตขึ้นตามวิธีทดสอบมาตรฐาน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ผ้ากรองอุตสาหกรรม หมายถึง ผ้าที่ใช้กรองสารเคมีในน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม

1.6.2 โครงสร้างผ้า หมายถึง รายละเอียดของผ้าที่ประกอบไปด้วย

$$\frac{\text{ชนิด, เบอร์เส้นด้ายยืน x ชนิด, เบอร์เส้นด้ายพุ่ง}}{\text{ความถี่เส้นด้ายยืน x ความถี่เส้นด้ายพุ่ง}} \quad \text{x หน้าผ้า(นิ้ว)}$$

1.6.3 Air Permeability หมายถึง ความสามารถของวัตถุในการยอมให้อากาศผ่าน แสดงผลด้วยค่าการทดสอบ ปริมาณอากาศ/หน่วยพื้นที่/เวลา

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการทอผ้า สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลการผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์

1.7.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน

บทที่ 2

ทฤษฎี แนวคิด และ/หรือผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำหนดโครงสร้างผ้าโดยวิธีการคำนวณ

ผ้าทอ หมายถึง ผ้าที่ผลิตจากเส้นด้าย 2 ชุด หรือมากกว่ามาขัดสานกัน โดยที่เส้นด้ายขนานไปตามความยาวของผืนผ้า เรียกว่า ด้ายยืน (Warp yarn) และเส้นด้ายที่ขนานไปตามความกว้างของผืนผ้า เรียกว่า ด้ายพุ่ง (Weft or filling yarn) (สาธิต พุทธชัยยงค์. 2532: 1)

โดยส่วนใหญ่ผ้าทอจะประกอบด้วยเส้นด้าย 2 ชุด คือ ด้ายยืน 1 ชุด และด้ายพุ่ง 1 ชุด ขัดสานกันเป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน

2.1.1 หน่วยที่ใช้ในงานสิ่งทอ

2.1.1.1 หน่วยน้ำหนัก

ตารางที่ 2.1 หน่วยน้ำหนัก

ปอนด์ (lb)	ออนซ์ (Oz)	เกรน (gr)	กิโลกรัม (kg)	กรัม (gm)
1	16	7,000	0.4536	453.6
2.20459	35.2734	15432.1	1	1,000

2.1.1.2 หน่วยความยาว

ตารางที่ 2.2 หน่วยความยาว

หลา (yd)	ฟุต (ft)	นิ้ว (in)	เมตร (m)	เซนติเมตร (cm)	มิลลิเมตร (mm)
1	3	36	0.9144	91.44	914.4
1.0936	3.2808	39.3701	1	100	1,000

2.1.2 ระบบเบอร์ด้าย มีอยู่ 2 ระบบ

2.1.2.1 ระบบอินไดเร็ค (Indirect system)

เป็นระบบเบอร์ด้ายที่มีน้ำหนักคงที่ แต่ความยาวเปลี่ยนไปตามเบอร์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น เบอร์ด้ายยิ่งสูงเส้นยิ่งเล็ก ถ้าเบอร์ด้ายต่ำเส้นจะใหญ่ เบอร์ด้ายที่นิยมใช้ในระบบอินไดเร็ค มีดังนี้

1) เบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ (English cotton count) ใช้กับเส้นด้ายฝ้าย, เรยอน, ด้ายผสมพอลิเอสเตอร์กับฝ้าย (P/C) และด้ายผสมพอลิเอสเตอร์กับเรยอน (P/R) เป็นต้น การกำหนดเบอร์ คือ

เบอร์ 1^{S} หนัก 1 ปอนด์ ยาว 840 หลา

เขียนเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$\text{เบอร์ } (N_e) = \frac{\text{ความยาว(หลา)}}{\text{น้ำหนัก(ปอนด์)} \times 840}$$

2.1.2.2 ระบบไดเร็ค (Direct system)

เป็นระบบเบอร์ด้ายที่มีความยาวคงที่แต่น้ำหนักเปลี่ยนไปตามเบอร์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ในระบบนี้เบอร์ด้ายยิ่งสูงเส้นยิ่งใหญ่ ถ้าเบอร์ต่ำเส้นจะเล็ก เบอร์ด้ายที่ใช้ในระบบไดเร็ค มีดังนี้

2) เบอร์ระบบดีเนียร์ (Denier count) นิยมใช้กับเส้นด้ายสังเคราะห์ใยยาว เช่น พอลิเอสเตอร์ ไนลอน เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้กับไหมซึ่งเป็นใยยาวจากธรรมชาติด้วยการกำหนดเบอร์ คือ

เบอร์ 1^{D} หนัก 1 กรัม ยาว 9,000 เมตร

เขียนเป็นสูตร ได้ดังนี้

$$\text{เบอร์ (D)} = \frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 9{,}000}{\text{ความยาว(เมตร)}}$$

3) เบอร์เท็กซ์ (Tex count) นิยมใช้กับเส้นด้ายสังเคราะห์ใยยาวเช่นเดียวกับเบอร์ดีเนียร์ และยังได้ถูกกำหนดให้เป็นเบอร์สากลนิยมทางสิ่งทอ การกำหนดเบอร์ คือ

เบอร์ 1^{T} หนัก 1 กรัม ยาว 1,000 เมตร

เขียนเป็นสูตร ได้ดังนี้

$$\text{เบอร์ (T)} = \frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 1{,}000}{\text{ความยาว(เมตร)}}$$

ตารางที่ 2.3 สูตรการหาเบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ, เบอร์ดีเนียร์ และเบอร์เท็กซ์

เบอร์	สูตร
N_e	$\frac{\text{ความยาว(หลา)}}{\text{น้ำหนัก(ปอนด์)} \times 840}$
D	$\frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 9{,}000}{\text{ความยาว(เมตร)}}$
T	$\frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 1{,}000}{\text{ความยาว(เมตร)}}$

N_e = เบอร์ด้ายฝ้าย

D = เบอร์ดีเนียร์

T = เบอร์เท็กซ์

2.1.3 สูตรหาเบอร์ด้ายจากตัวอย่างผ้า

ในการวิเคราะห์หาเบอร์ด้ายจากชิ้นตัวอย่างผ้าขนาดเล็ก จะต้องเลาะเส้นด้ายออกจากผืนผ้า วัดความยาวเส้นด้ายที่แท้จริง หลังจากที่รอยหยิกงอถูกเหยียดให้ตรงด้วยความตึงที่เหมาะสม แล้วนำเส้นด้ายไปชั่งหาน้ำหนัก

เนื่องจากความยาวเส้นด้ายจากตัวอย่างผ้ามีจำนวนน้อย หน่วยน้ำหนักที่เครื่องชั่งต้องละเอียด ในกรณีที่ความยาวเส้นด้ายวัดเป็นเซนติเมตร และหน่วยน้ำหนักเป็นกรัม สูตรเบอร์ด้ายที่สะดวกแก่การใช้คำนวณในระบบต่าง ๆ มีดังนี้

ตารางที่ 2.4 สูตรการหาเบอร์ด้ายที่มีหน่วยความยาวเป็น ซ.ม. และหน่วยน้ำหนักเป็นกรัม

เบอร์	สูตร
N_e	$\frac{\text{ความยาว(ซม.)} \times 0.0059}{\text{น้ำหนัก(กรัม)}}$
D	$\frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 900{,}000}{\text{ความยาว(ซม.)}}$

ตารางที่ 2.4 สูตรการหาเบอร์ด้ายที่มีหน่วยความยาวเป็น ซ.ม. และหน่วยน้ำหนักเป็นกรัม (ต่อ)

เบอร์	สูตร
T	$\frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)} \times 100{,}000}{\text{ความยาว(ซม.)}}$

N_e = เบอร์ด้ายฝ้าย

D = เบอร์ดีเนียร์

T = เบอร์เท็กซ์

ตารางที่ 2.5 สูตรการเปลี่ยนเบอร์ด้ายต่างระบบ

ระบบเบอร์	N_e	D	T
N_e	1	$\frac{5315}{D}$	$\frac{590.5}{T}$
D	$\frac{5315}{N_e}$	1	9T
T	$\frac{590.5}{N_e}$	$\frac{D}{9}$	1

2.1.4 การคำนวณน้ำหนักผ้าทอ

จุดประสงค์การคำนวณน้ำหนัก เพื่อให้ทราบถึงปริมาณเส้นด้ายที่ต้องใช้ในการทออย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบถึงต้นทุนค่าเส้นด้ายต่อผ้า 1 หลา หรือ 1 เมตร การคำนวณที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 3 แบบ คือ

2.1.4.1 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบปอนด์/หลา

2.1.4.2 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบปอนด์/ตารางหลา

2.1.4.3 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบกรัม/ตารางเมตร

2.1.4.1 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบปอนด์/หลา

สูตร

1) น้ำหนักผ้าสุทธิ/หลา = น้ำหนักด้ายพุ่ง/หลา + น้ำหนักด้ายยืน/หลา

2) น้ำหนักด้ายพุ่ง/หลา = $\frac{(\text{ความถี่เส้นด้ายพุ่ง/นิ้ว} \times \text{หน้าผ้า}) \times (1 + \% \text{ หดตัว}/100)}{\text{เบอร์ด้ายพุ่ง} \times 840}$

3) น้ำหนักด้ายยืน/หลา = $\frac{\text{จำนวนเส้นด้ายยืนทั้งหมด} \times (1 + \% \text{ หดตัว}/100)}{\text{เบอร์ด้ายยืน} \times 840}$

4) จำนวนเส้นด้ายยืนทั้งหมด = (ความถี่เส้นด้ายยืน/นิ้ว x หน้าผ้า) + ริมผ้า

2.2.4.2 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบปอนด์/ตารางหลา

สูตร

$$\text{น้ำหนักผ้า/ตารางหลา} = \frac{\text{น้ำหนักผ้า / หลา} \times 36}{\text{หน้าผ้า}}$$

2.2.4.3 การคำนวณน้ำหนักผ้าแบบกรัม/ตารางเมตร

สูตร

$$\text{น้ำหนักผ้า/ตารางเมตร} = \frac{\text{น้ำหนักผ้า/ หลา} \times 19{,}530}{\text{หน้าผ้า}}$$

2.2 เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

เส้นใยพอลิโพรพิลีน ซึ่งอยู่ในหมู่ของเส้นใยประเภทโอลิฟิน (Olefin) ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอย่างมากมาย และกว้างขวางรวมทั้งมีการตั้งหน่วยการผลิตเพิ่มขึ้นมาก ในปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตพอลิโพรพิลีนได้เอง (ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541: 62 ; วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543: 237)

เส้นใยพอลิโพรพิลีนมีคุณสมบัติเด่นคือ มีน้ำหนักเบา ความเหนียวสูง และความคงทนต่อการขัดถูดี แต่จะอ่อนตัวที่อุณหภูมิต่ำ เส้นใยทนต่อน้ำและเคมีภัณฑ์ เมื่อปรุงแต่งคุณสมบัติอย่างถูกต้อง พอลิโพรพิลีนจะมีความคงทนต่อแสงและที่สำคัญก็คือ เส้นใยนี้มีราคาถูกเมื่อเทียบกับเส้นใยอื่นๆ

เส้นใยพอลิโพรพิลีนผลิตออกมาในรูปของเส้นใยยาว (Filament yarn) เส้นใยยาว ถูกนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น เชือก แหอวน สายเบ็ดตกปลา ผ้ากรอง สักหลาด

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของพอลิโพรพิลีน

ลักษณะภายนอก เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะเป็นเส้นใยพื้นที่หน้าตัดกลมและเป็นแท่งยาวใส มีความมันหลายระดับตั้งแต่ทึบ กึ่งทึบ สว่าง และพบทั้งชนิดของเส้นใยยาวและเส้นใยสั้น

ความแข็งแรง เส้นใยพอลิโพรพิลีนมีความแข็งแรงดีมาก โดยขึ้นกับระดับขั้นของการเกิดพอลิเมอร์หรือน้ำหนักโมเลกุล เส้นใยกลุ่มนี้มีการทนต่อแรงขัดถูได้ดี ทำให้ใช้งานได้ทนทาน

สภาพยืดหยุ่น ค่อนข้างดีและถ้าได้รับแรงยืดคงที่เป็นเวลานานติดต่อกัน จะเกิดผลอันเนื่องจากเวลาที่รับแรงทำให้เกิดการยืดตัวถาวรขึ้น

การคืนตัวจากแรงอัด เป็นสมบัติที่เด่นประการหนึ่งของเส้นใยพอลิโพรพิลีน ที่มีความแข็งแรงยิ่งดีการคืนตัวจากแรงอัดจะยิ่งลดลง

ความสามารถในการดูดซึมความชื้น ต่ำมากจนแทบจัดได้ว่าไม่ดูดซึมความชื้นเลย ค่าของความสามารถในการดูดซึมความชื้นประมาณแค่ 0.01% ทำให้เป็นจุดอ่อนในการใช้งานด้านเครื่องนุ่งห่ม แต่ก็เป็นข้อดีในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่กันน้ำ ทำความสะอาดง่ายจากคราบต่างๆ

ความร้อน พอลิโพรพิลีนมีความอ่อนไหวต่อความร้อนสูง เป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกทำให้อยู่ตัวด้วยความร้อนได้ เส้นใยเกิดการหดตัวเพิ่มขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 140-212°F (60-100°C) โดยมีการหดตัวประมาณ 5-12% หากอุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้ เริ่มอ่อนตัวที่ 285°F (140°C)

การนำไฟฟ้า อยู่ในระดับที่ดีมาก แม้ว่าการดูดซึมความชื้นต่ำแต่ก็ไม่เกิดปัญหาของการสะสมประจุไฟฟ้า

การนำความร้อน นับเป็นสมบัติที่ดีอีกข้อหนึ่งที่ทำให้เส้นใยพอลิโพรพิลีนมีน้ำหนักเบา และเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีพร้อมๆ กัน

ความถ่วงจำเพาะ เป็นเส้นใยชนิดเดียวที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ มีค่าเพียง 0.90-0.91 จึงเป็นเส้นใยที่ลอยน้ำได้

ความเหนียว มีความเหนียวเหมือนไนลอน ความเหนียวไม่ลดลงเมื่อเปียกน้ำ จึงเหมาะที่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมที่เปียกชื้น

ความคงทนต่อการขัดถู มีความคงทนต่อการขัดถูสูงเทียบได้กับไนลอน เมื่อถูกับพื้นเรียบจะสูญเสียความเหนียวไปหากใช้น้ำหนักมาก แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าใช้น้ำหนักน้อย

ความเป็นเทอร์โมพลาสติก เป็นพวกเทอร์โมพลาสติก เมื่อเซทด้วยความร้อน (Heat set) แล้วก็จะไม่เปลี่ยนแปลงรูปง่าย

ความซับน้ำ เป็นเส้นใยที่ไม่ดูดซึมน้ำ เป็นผ้าที่ไล่น้ำและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งสิ่งสกปรกเหล่านี้จะอยู่ที่ผิว และสามารถล้างออกได้ง่าย

การทำความสะอาด ทำความสะอาดง่าย ไม่เป็นอันตรายจากสารทำความสะอาดทั่วไป เนื่องจากเส้นใยพอลิโพรพิลีนอ่อนตัวเมื่อเจอความร้อน จึงไม่ควรซักด้วยน้ำร้อนมากๆ และหลีกเลี่ยงการอบผ้าที่อุณหภูมิสูง ผ้าแห้งเร็ว และคงรูปร่างดี

2.2.2 สมบัติทางเคมีของพอลิโพรพิลีน

กรด ยกเว้นเฉพาะกรดไนตริกที่อุณหภูมิสูงแล้ว พอลิโพรพิลีนทนต่อกรดส่วนใหญ่ได้ดี

ด่าง พอลิโพรพิลีนทนต่อด่างได้ดีมาก ความแข็งแรงในขณะเปียกไม่เปลี่ยนแปลง

สารละลายอินทรีย์ ทนต่อน้ำยาซักแห้งได้ดี สามารถซักได้ทั้งซักด้วยน้ำหรือซักแห้ง

สารซักฟอก พอลิโพรพิลีนทนต่อสารซักฟอกทั่วไปได้ดีในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 150 °F (65 °C) แต่ถ้าสูงกว่านั้นจะมีผลเสียทำให้ความแข็งแรงลดลง

แมลงและเชื้อรา มีความคงทนต่อแมลงและเชื้อรา เช่นเดียวกับเส้นใยสังเคราะห์อื่นๆ แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะที่อบอุ่นและความชื้นสูงมาก

แสง ภายใต้ภาวะปกติหากได้รับแสงโดยตรงเป็นเวลาติดต่อกัน ส่งผลให้ความแข็งแรงลดลง

2.3 กระบวนการทอผ้า

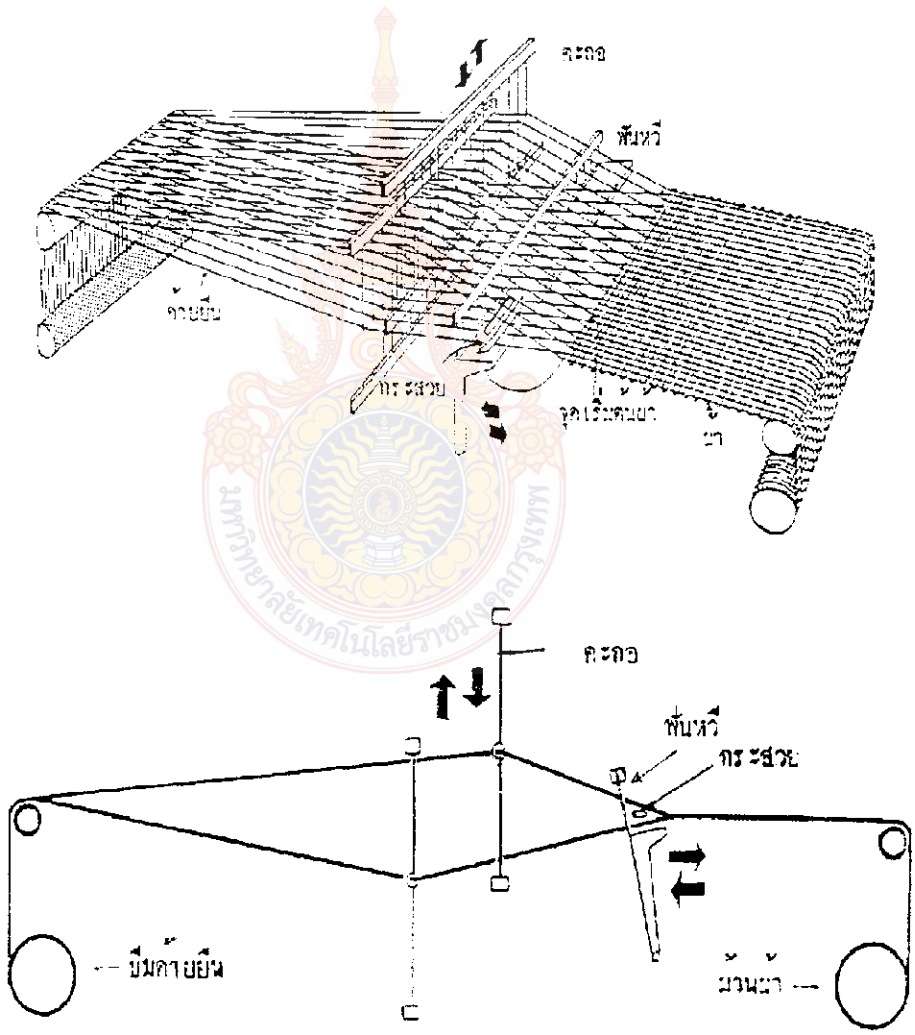
กระบวนการทอผ้า ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

การสืบด้ายโดยตรง (Direct warp) หมายถึง เส้นด้ายถูกสาวจากราวตั้งหลอด (Creel) ม้วนเข้าสู่บีมโดยตรง เป็นวิธีการสืบด้ายสำหรับผ้าที่มีเส้นด้ายยืนเบอร์เดียวกันและชนิดเดียวกันตลอดทั้งผืนผ้า โดยทั่วไปจะมีเส้นด้ายยืนหลายพันเส้นซึ่งไม่สามารถสืบเข้าบีมในครั้งเดียวได้หมด เนื่องจากแกนปักหลอดมีจำนวนน้อยกว่า จึงต้องแบ่งสืบเป็นหลายๆ บีม แล้วนำเส้นด้ายแต่ละบีมมารวมกันอีกครั้งหนึ่งด้วยเครื่องรวมบีม (Beamer) หรือนำไปรวมกันที่เครื่องลงแป้ง (Sizing machine) (ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541: 164)

การร้อยตะกอ (Drawing-in) คือการนำเส้นด้ายยืนร้อยผ่านเข้าไปในรูของตะกอเพื่อแบ่งด้ายยืนออกเป็นหมู่ๆ ตามลักษณะของโครงสร้างผ้า โดยเส้นด้ายยืนที่มีการเคลื่อนที่เหมือนกัน จะถูกร้อยผ่านลวดตะกอที่อยู่ในตับตะกอ (Heald shafts หรือ Harnesses) เดียวกัน

การร้อยฟันหวี (Denting) เป็นการเอาด้ายยืนแต่ละเส้นสอดเข้าไปในช่องหว่างฟันหวี (reed) หรือฟืม (ภาษาชาวบ้านในชนบทใช้เรียกฟันหวี) เพื่อบังคับให้ด้ายยืนอยู่ห่างกันตามระยะที่ต้องการ การเลือกขนาดของฟันหวีจึงสำคัญ และต้องทราบด้วยว่าฟันหวีขนาดใด จะเหมาะกับเส้นด้ายขนาดไหน เมื่อทอแล้วจะได้ผ้าเนื้อห่างถี่อย่างไร

การทอผ้า (Weaving) ผ้าทอมีหลายชนิดเช่นเดียวกับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีหลายระบบ แต่ทุกระบบมีหลักการสำคัญเหมือนกันหมด ในการทอจะดำเนินจากข้างหลังมาข้างหน้าของเครื่องเส้นด้ายตามแนวยาวคือ ด้ายยืน (Warp yarn) และเส้นด้ายที่เรียงตามแนวขวางคือ ด้ายพุ่ง (Weft yarn or filling yarn) (วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551: 130)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องทอ

ที่มา : เอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรสิ่งทอ "ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ"

ด้ายยืนจะถูกจัดเรียงเป็นเส้นขนานกันบนแกนที่มีความกว้างใกล้เคียงกับความกว้างผ้า เรียกว่า แกนด้ายยืน (Warp beam) และถูกวางไว้ด้านหลังของเครื่องทอ (ภาพที่ 2.1) โดยด้านหน้าของเครื่องทอจะมีแกนอีกแกนหนึ่ง คือ แกนเก็บผ้า (Cloth roll) ซึ่งมีไว้เพื่อม้วนเก็บผ้าที่ทอเสร็จแล้ว

ด้ายยืนจะถูกสอดผ่านฟันหวี (Reed) ซึ่งเป็นโลหะซี่เล็ก ๆ อยู่ห่างกันตามที่ต้องการเพื่อแยกเส้นด้ายให้อยู่ห่างกันตามความหนาแน่นของผ้า และผ่านตะกอ (Harness) ซึ่งใช้แบ่งด้ายยืนออกเป็นหมู่ๆ เพื่อเปิดให้ด้ายพุ่งสอดเข้าไปขัดกับด้ายยืน และสุดท้ายคือกระสวย (Shuttle) ที่ใช้กรอหรือบรรจุด้ายพุ่ง กระสวยจะมีหน้าที่ส่งด้ายพุ่งจากด้านหนึ่งของเครื่องทอ ไปอีกด้านหนึ่งและกลับไปมา

การทำงานของเครื่องทอประกอบด้วย 4 ขั้นตอนพื้นฐาน คือ

1. Shedding คือ การยกเส้นด้ายยืนขึ้นและลง โดยการยกตะกอ
2. Weft insertion คือ การสอดด้ายพุ่งผ่านบริเวณตะกอที่ถูกยกขึ้น
3. Beating up คือ การกระแทกด้ายพุ่งให้แน่นขัดกับด้ายยืน ด้วยการเลื่อนฟันหวี
4. Taking up and letting off คือ การม้วนเก็บผ้าที่ทอเสร็จแล้ว ขณะเดียวกับปล่อยด้ายยืนออกจากแกนในจังหวะเดียวกัน

อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการสอดด้ายพุ่ง คือ กระสวย เครื่องทอแบบเดิมจะมีกระสวยแต่เครื่องทอสมัยใหม่จะเป็นแบบไม่มีกระสวย โดยจะมีวิธีการสอดคล้องพุ่งหลายแบบ เช่น โปรเจคไตล์ เรเพียร์ วอเตอร์เจ็ท แอร์เจ็ท

ด๊อบบี้ (Dobby) ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของตะกอได้มากสุดถึง 32 ตะกอ โดยไม่จำกัดจำนวนเส้นพุ่งต่อวงของลาย มีทั้งแบบที่ทำงานด้วยกลไกเชิงกลธรรมดา และแบบอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ทอผ้าที่มีลวดลายเล็ก ๆ เช่น ลายต่วนในผ้าทอธรรมดา ผ้าเป็นทางเพราะการทอต่างกัน พื้นทอลายขัดดอกทอแบบอื่นๆ เช่น ผ้ามัดราส (Madrass)

2.4 มาตรฐานและการทดสอบสิ่งทอ (Standards and textile testing)

สถาบันมาตรฐานแห่งชาติของประเทศไทยหรือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ให้ความหมายของคำว่ามาตรฐาน (Standard) ว่า หมายถึง “ข้อกำหนดทางวิชาการที่ปรากฏในรูปของเอกสารต่างๆ วัตถุที่แพร่หลายแก่บุคคลทั่ว ๆ ไป (สาธารณชน) ซึ่งกำหนดขึ้นโดยความร่วมมือ ความยินยอม หรือการยอมรับของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้เสียร่วมกัน เป็นผลมาจากการประชุมพิจารณาร่วมกัน โดยใช้วิชาการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และประสบการณ์เป็นพื้นฐานในการกำหนด โดยมุ่งประโยชน์สูงสุดของส่วนรวมร่วมกันและ ผลนั้น

ได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการมาตรฐานนั้น" (มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541: 275)

มาตรฐานที่นำมาอ้างอิงคือ วิธีทดสอบมาตรฐานของวัสดุที่เรียกว่า The American Society for Testing Material (ASTM) เป็นมาตรฐานประเภท มาตรฐานตามข้อตกลงของผู้ใช้ (Voluntary standard) เป็นมาตรฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อเป็นข้อยึดถือระหว่างผู้ผลิตหรือผู้ขายกับผู้ซื้อ มาตรฐานที่ไม่มีผลทางกฎหมาย นอกจากจะนำเข้ารวมไว้ในสัญญาการซื้อขาย มาตรฐานนี้ปรับเปลี่ยนได้ตามหัวข้อตกลงของผู้เกี่ยวข้อง

การทดสอบสิ่งทอ การทดสอบสิ่งทอมาตรฐานใดๆ ก็ตาม ควรมีลักษณะที่ทำได้ง่ายให้ความแม่นยำสูง ทำซ้ำได้ และมีสภาวะการทดสอบใกล้เคียงกับการใช้งานจริง การทดสอบสิ่งทอซึ่งเป็นมาตรฐานจำเป็นต้องมีองค์ประกอบต่อไปนี้

2.4.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน จะต้องมีขีดความสามารถทางวิชาการและระบุคุณภาพการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับในประเทศไทย ห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมเป็นห้องปฏิบัติการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้ทดสอบสิ่งทอเพื่อจะรับรองคุณภาพมาตรฐาน สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบของโรงงานผู้ผลิตหรือของเอกชนจะถือได้ว่ามีมาตรฐานต้องได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสียก่อน

2.4.2 เครื่องทดสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เครื่องทดสอบและอุปกรณ์จะทำหน้าที่สำหรับตรวจ วัด และทดสอบ จะต้องมีชนิดตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน และต้องมีความแม่นยำและเที่ยงตรง สามารถสอบเทียบให้มีความสัมพันธ์กับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ การเลือกการใช้ และการดูแลรักษาเครื่องทดสอบเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

2.4.3 วิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน การทดสอบในแต่ละครั้งจะต้องเลือกใช้วิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน และเป็นที่ยอมรับในวิธีทดสอบมาตรฐาน การทดสอบจะต้องทำตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในวิธีการทดสอบมาตรฐานที่ใช้ การแสดงมาตรฐานจะต้องอ้างอิงถึงวิธีการทดสอบที่ใช้ เช่น อ้างอิงถึงวิธีการทดสอบของ ASTM

2.4.4 ผู้ปฏิบัติการในห้องทดสอบ จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถความชำนาญในงานที่รับผิดชอบ และเป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ปฏิบัติงานที่ต้องการความเที่ยงความถูกต้อง และรายงานความเป็นจริงทุกประการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 การทดสอบสิ่งทอ

ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยการพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนครั้งนี้ ได้แก่

2.5.1 การทดสอบเส้นด้าย

2.5.1.1 การทดสอบหาเบอร์เส้นด้าย

เบอร์เส้นด้าย (yarn number) เป็นการวัดน้ำหนักของเส้นด้ายต่อหน่วยความยาว การวัดเบอร์เส้นด้ายสามารถทำได้ 2 ระบบ คือ ระบบตรง (Direct system) หรือความหนาแน่นเชิงเส้นด้าย (Linear density) (ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541: 311)

$$\text{โดยที่ เบอร์เส้นด้าย} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นด้าย}}{\text{ความยาวเส้นด้าย}}$$

เบอร์เส้นด้ายยิ่งสูงเส้นด้ายยิ่งมีขนาดใหญ่ ระบบนี้ใช้กับเส้นด้ายไหมและเส้นด้ายฟิลาเมนท์สังเคราะห์ มีหน่วยเป็นดีเนียร์ หรือเท็กซ์ โดยที่

1 ดีเนียร์ = น้ำหนักเป็นกรัมต่อเส้นด้ายยาว 9000 เมตร

1 เท็กซ์ = น้ำหนักเป็นกรัมต่อเส้นด้ายยาว 1000 เมตร

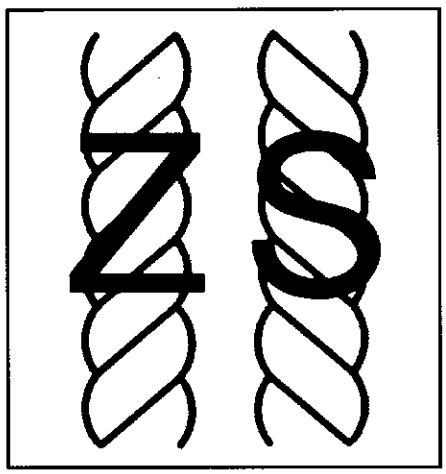
2.5.1.2 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวของเส้นด้าย

ความแข็งแรงของเส้นด้ายสามารถวัดได้จากความเหนียวของเส้นด้ายเดี่ยวๆ คือการวัดแรงดึงและการยืดตัวที่ทำให้เส้นด้ายเส้นนั้นขาด โดยใช้เครื่องทดสอบชนิดที่มีอัตราการดึงเส้นด้ายออกด้วยอัตราคงที่ ในการวัดนี้จะต้องระบุเครื่องทดสอบที่ใช้เพราะเครื่องต่างกันจะมีลักษณะแรงกระทำต่อเส้นด้ายต่างกัน โดยทั่วไปเครื่องทดสอบประกอบด้วยหัวจับเส้นด้ายที่สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ทำหน้าที่ดึงให้เส้นด้ายยืดตัวจนขาด ค่าที่วัดได้จะเป็นค่าแรงดึงขาด (Breaking load) คือแรงที่ใช้ดึงให้ด้ายขาดมีหน่วยเป็นกรัม กิโลกรัม ปอนด์หรือนิวตัน และค่าการยืดตัวขณะขาด (Breaking extension) ความยาวที่เพิ่มขึ้นขณะที่ชิ้นทดสอบขาด (Elongation) คิดเป็นร้อยละของความยาวเดิม และ Tenacity ค่าแรงดึง ณ จุดขาดต่อเบอร์ด้าย

มาตรฐานการทดสอบหาความแข็งแรงของเส้นด้ายที่นิยมใช้ คือ ASTM D 1578-93 “Breaking Load of Skeins” และ ASTM D 2256-88 “Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method”

2.5.1.3 การวัดเกลียวของเส้นด้าย

เกลียว (Twist) คือ ลักษณะของเส้นด้ายที่บิดรอบแกนตัวเอง เกลียวของเส้นด้ายมี 2 ทิศทาง คือ จากขวาบนมาซ้ายล่าง หรือคล้ายตัว Z และจากขวาล่างไปซ้ายบนหรือคล้ายตัว S



ภาพที่ 2.2 เกลียวของเส้นด้าย

ที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/ISO_2

ระดับของเกลียวสามารถวัดได้เป็นจำนวนเกลียวในเส้นด้ายช่วงยาว 1 เซนติเมตรหรือ 1 นิ้ว ระดับของเกลียวจะมีผลต่อความเหนียวและผิวสัมผัสของเส้นด้ายและผ้าผืน ยิ่งเกลียวสูงด้ายจะยิ่งแข็งแรง เส้นด้ายจะลดความนิ่มและกินเนื้อที่น้อยลง ดังนั้นผ้าจะดูโปร่งขึ้น จัดรูปทรงง่ายขึ้นไม่นิ่มเละ

เครื่องทดสอบเกลียวของเส้นด้ายจะประกอบด้วยที่จับเส้นด้าย 2 อัน เส้นด้ายจะถูกขึงอยู่บนที่จับ จากนั้นเกลียวบนเส้นด้ายจะถูกคลายออก โดยการหมุนที่จับอันหนึ่ง ตัวนับจำนวนรอบที่ติดอยู่กับเครื่องจะบอกจำนวนรอบที่ใช้ในการคลายเกลียวหรือบอกจำนวนเกลียวของเส้นด้ายนั่นเอง

2.5.2 การทดสอบผ้า

การทดสอบผ้า เป็นการทดสอบเพื่อให้รู้โครงสร้าง (Structure) ความหนา (Thickness) น้ำหนัก (Weight) ความกว้าง-ยาว (Dimension) และความแข็งแรง (Strength)

2.5.2.1 การทดสอบหาโครงสร้างผ้า

การตรวจสอบโครงสร้างของผ้า (Fabric structure) นิยมใช้แว่นขยายส่องดูลายผ้าเพื่อหาชนิดของลายทอ และนับจำนวนด้ายยืน-ด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาว (นิ้วหรือเซนติเมตร)

2.5.2.2 การทดสอบวัดความแข็งแรงของผ้า

การทดสอบหาความแข็งแรงของผ้า (Fabric strength) มีหลายวิธี เช่น การทดสอบหาแรงดึงผ้าขาด

ผ้าทอที่ถูกทดสอบด้วยวิธีทดสอบแบบแถบ (Strip) จะต้องถูกเลาะด้ายยืนออกทั้ง 2 ข้าง จนเหลือความกว้างของผ้าตามที่กำหนดไว้ในการทดสอบ เพื่อลดแรงต้านทานเสริมจากเส้นด้ายยืนข้างเคียงเวลาดึงยืดผ้าออกขณะทดสอบ

มาตรฐานการทดสอบที่ใช้ คือ ASTM D 5035-90 "Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip test)"

2.5.2.3 การทดสอบหาความหนาของผ้า

ความหนาของผ้า (Fabric thickness) หมายถึง ระยะตั้งฉากระหว่างผิวหน้าทั้งสองด้านของผ้าภายใต้แรงกดที่กำหนด ผ้าที่จะวัดจะถูกวางลงบนแป้นรองรับของเครื่องวัดความหนา จากนั้นวางแป้นน้ำหนักลงบนผ้าแล้ววัดความหนาของผ้าทำการวัดความหนาของผ้าหลายๆ ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

มาตรฐานวัดความหนาของผ้าที่ใช้ คือ ASTM D 1777-64 (1975) "Measuring Thickness of Textile Materials"

2.5.2.4 การทดสอบหาน้ำหนักของผ้า

การหาน้ำหนักผ้า (Fabric weight) สามารถทำได้โดยทิ้งผ้าที่จะตัดไว้ในห้องควบคุมภาวะ จากนั้นตัดผ้าให้มีพื้นที่ตามที่วิธีทดสอบกำหนด แล้วจึงชั่งน้ำหนักของผ้าด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดตามที่มาตรฐานกำหนด

มาตรฐานการทดสอบที่ใช้คือ ASTM D 3776-85 (1990) "Mass per Unit Area (Weight) of Woven Fabric"

2.5.2.5 การทดสอบหาค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ (Air Permeability)

การผ่านเข้าออกของอากาศมีส่วนสัมพันธ์กับการป้องกันความหนาว ความร้อน และความชื้น อากาศจะผ่านเข้าออกตามช่องระหว่างเส้นด้ายเมื่อความดันอากาศภายนอกและภายในแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับความแน่นของเส้นด้าย ความหนาของผ้าและอื่นๆ (อัจฉรา ไศละสูตและชิเงรุ วาตานาเบ. 2520: 227)

มาตรฐานการทดสอบที่ใช้ คือ ASTM D 737 " Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics"

2.6 ผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา การผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน ผู้วิจัยได้รวบรวมสาระสำคัญต่างๆจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดดังนี้

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Cho–Sen Wu และคณะ (2008) [1] กล่าวถึง ความสำคัญของขนาดรูพรุน (Pore size) ในวัสดุกรองว่า ต้องมีรูขนาดเล็กพอที่จะกรองอนุภาคของแข็งไว้ได้ ในขณะเดียวกันรูพรุนนั้นต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะยอมให้ของไหล ไหลผ่านได้สะดวกโดยไม่เกิดการอุดตัน โดยศึกษาผลกระทบของความเครียดจากแรงดึงในทิศทางเดียว (Uniaxial tensile strain) ต่อการกระจายขนาดรูพรุน (Pore size distribution) และสมบัติการกรองของสิ่งทอโยธา (Geotextiles) ที่ทำจากพอลิโพรพิลีนในรูปผ้าไม่ทอชนิดผนึกด้วยความร้อน (Heat–bonded nonwoven) และผ้าทอจากเส้นฟิล์ม (Silt film woven) พบว่า การเพิ่มความเครียดด้วยแรงดึงมีผลทำให้ทุกตัวอย่างที่ทดสอบมีขนาดรูพรุนใหญ่ขึ้น ในขณะที่ความเครียดจากแรงดึงมีผลต่อขนาดรูพรุนของผ้าไม่ทอเนื้อบางมากกว่าผ้าไม่ทอที่มีเนื้อหนา

Kyung Mi Lee และคณะ (2008) [2] ศึกษาคุณภาพวัสดุกรองด้วยการเปรียบเทียบวัสดุกรอง 3 แบบได้แก่ (1) กรองโลหะ (Metal fiber beds, MFB) ซึ่งเตรียมจากเส้นใย Fecralloy ด้วย Fe–Cr–Al (2) ถุงกรองผ้าทั่วไป (Fabric bag filter, BF) ซึ่งทำจากพอลิโพรพิลีน และ (3) กรองเซรามิก (Fly ash ceramic filter, FAF) ซึ่งเตรียมด้วยการจุ่ม-เคลือบ Coal fly ash บนตะแกรงสเตนเลส คณะผู้วิจัยเห็นว่าคุณภาพวัสดุกรองเป็นดัชนีที่สำคัญ ที่บ่งชี้ถึงสมรรถนะในการกรอง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแรงดันตก (Pressure drop) และประสิทธิภาพการกรอง (Filtration efficiency) โดยกล่าวว่า วัสดุที่มีประสิทธิภาพในการกรองดี สามารถกักเก็บอนุภาคไว้ได้มาก ในขณะเดียวกันอนุภาคที่กักไว้เท่ากับอุดตันการไหลของอากาศผ่านกรอง ทำให้เกิดแรงดันตก ส่งผลให้อัตราการไหลลดลง สมรรถนะในการกรองลดลงในที่สุดพบว่า เมื่อความเร็วในการกรองหรืออัตราการไหลสูง ทำให้ฝุ่นแทรกตัวเข้าไปในรูพรุนของวัสดุกรองได้ลึก และอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากจะแทรกผ่านตามชั้นตัวกลางไปได้ ในขณะที่อนุภาคที่ถูกกักไว้จะรวมตัวกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

M.D. Salvador และคณะ (2003) [3] ประเมินการเสื่อมสภาพทางเคมีของพอลิโพรพิลีนโดยใช้ตัวอย่างพอลิโพรพิลีนชนิดฉีด ซึ่งประกอบด้วย เอทธิลีน-โพรพิลีนโคพอลิเมอร์ รวมกับเอทธิลีนมอนอเมอร์ และสารเติมแต่งในอุตสาหกรรม และดำเนินการทดลองตามวิธี UNE53-029-82 และประเมินสมบัติเชิงกลจากชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการทดลองในสภาวะต่างๆ พบว่า ชิ้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติความยืดหยุ่นในลักษณะเดียวกัน ทั้งตัวอย่างที่อยู่ในสภาวะบรรยากาศอิ่มตัว หรือจุ่มแช่ ขณะเดียวกัน สภาวะแวดล้อมที่เป็นกรด มีผลทำให้ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนมอดูลัสลดลงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่มีนัยสำคัญนัก และส่วนใหญ่ค่าสูงสุด-ต่ำสุดมักเกิดขึ้นในชั่วโมงแรกที่สัมผัสกรด ในทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของพอลิโพรพิลีน ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เป็นน้ำ เบส และตัวทำละลายอื่น เป็นเช่นเดียวกัน

Valter Carvelli และคณะ (2008) [4] กล่าวว่า ปัจจุบันเส้นใยประดิษฐ์มีส่วนแบ่งถึง 65% ของบรรดาเส้นใยทั้งหมดที่ใช้ในงานสิ่งทอ และงานเทคนิค นับจากปี 1960 เป็นต้นมา สิ่งทอเชิงเทคนิคเติบโตอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมสิ่งทอเช่น พอลิเอสเตอร์ชนิดความแข็งแรงสูง เส้นใยและเส้นด้ายอะรามิด เส้นใยสั้นและเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนสำหรับผ้าไม่ทอ เป็นต้น ดังนั้นสมบัติเชิงกลของเส้นใยจึงเป็นสมบัติที่สำคัญยิ่ง โดยเฉพาะเส้นใยที่นำไปใช้เสริมแรงในวัสดุคอมพอสิท จึงสร้างแบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical model) เพื่อใช้ในการประเมินสมบัติเชิงกลของเส้นใยสิ่งทอเชิงเทคนิคชนิดโมโนฟิลาเมนต์ขณะแห้ง โดยศึกษาพฤติกรรมของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิดโมโนฟิลาเมนต์ ที่ใช้ในการทำผ้าสกรีน (ทอลายขัด) สำหรับอุตสาหกรรมพิมพ์ผ้า เนื่องจากคุณภาพการพิมพ์เป็นผลมาจากความแข็งแรงของผ้าสกรีน การเสียรูป และความสม่ำเสมอของช่องเปิดบนผืนผ้า ซึ่งเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น การติดตั้งผ้าสกรีนเข้ากับกรอบสกรีน ความเครียดที่เกิดจากแรงกดของอุปกรณ์ปาดสกรีน เป็นต้น

Javier R. Sanchez และคณะ (1997) [5] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผ้ากรองอากาศที่ทำจากผ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ ผ้าทอลายทแยงจากใยผสมพอลิเอสเตอร์/ขนแกะ 55/45 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน และผ้าไม่ทอชนิดปักเข็ม (Needle felt) จากเส้นใยอะรามิด และจากเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ พบว่า เส้นด้ายยิ่งมีขนาดเล็ก ความหนาแน่นเส้นด้ายในโครงสร้างผ้ายิ่งสูงขึ้น มีผลทำให้ค่าแรงดันตกเพิ่มขึ้น โดยกล่าวว่า ค่าแรงดันตกสำหรับผ้ากรองทั่วไปควรอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 1.5 kPa และความเร็วของของไหล 0.3 และ 3 เมตร/นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของผ้ากรองและวิธีการใช้งาน ส่วนประสิทธิภาพการกรองหลังทดลองใช้ผ้ากรองต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ชั่วโมงพบว่า ผ้าไม่ทอจากพอลิเอสเตอร์ที่ทำขึ้น มีประสิทธิภาพในการกรองสูงสุดถึง 98% อย่างไรก็ตาม การใช้งาน 3 ชั่วโมงของผ้ากรอง เป็นเพียงการใช้งานระยะสั้น ถ้าใช้เวลาในการกรองนานขึ้น ผ้าทุกตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการกรองสูงสุด 99%

C. Thanomsilp, และ P.J. Hogg. (2003) [6] และ Tamas Barany, และคณะ (2009) [7] ศึกษาความต้านทานต่อแรงกระแทก (Impact resistance) ของวัสดุคอมพอสิทเสริมแรงด้วยพอลิ-โพรพิลีน โดย C. Thanomsilp, และ P.J. Hogg ใช้ใยแก้วชนิด E รวมกับเส้นใยเทอร์โมพลาสติกเช่น พอลิโพรพิลีน พอลิเอไมด์ และพอลิเอทธิลีนเทเรฟธาเลตดัดแปรเป็นส่วนเส้นใย และใช้เรซินต่างชนิดเป็นส่วนเชื่อม โดยพบว่า วัสดุคอมพอสิทที่เตรียมขึ้นมีลักษณะเป็นคอมพอสิท ชนิด Fiber-hybrid (ยังมีเส้นใยเทอร์โมพลาสติกปรากฏชัดเจน) และชนิด Matrix-hybrid (เส้นใยเทอร์โมพลาสติกละลายอยู่ในเนื้อเรซิน) อันเนื่องมาจากอุณหภูมิหลอมเหลวผลึก (T_m) ของเส้นใยเทอร์โมพลาสติกนั่นเอง เส้นใยที่มี T_m ต่ำ จะหลอมตัว ณ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ทำให้ละลายเป็นเนื้อ

เดียวกับเรซินโดยไม่สามารถคงสภาพเป็นเส้นใยได้อีกต่อไป และพบว่า ความสามารถในการรับแรงกระแทกของวัตถุคอมพอสิทขึ้นอยู่กับสมบัติของส่วนที่เป็นเส้นใยมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อเรซิน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษา การผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน ได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัย ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ตรวจสอบสมบัติของเส้นด้ายที่ทำการวิจัย

3.2 กำหนดโครงสร้าง ลายทอ และการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม

3.3 ผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรม

3.4 ทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน

3.1 ตรวจสอบสมบัติของเส้นด้ายที่ทำการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้มาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานประดิษฐ์กรณ์เท็กซ์ไทล์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน จำนวน 4 เบอร์ คือ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทอผ้า

เบอร์เส้นด้าย (ดีเนียร์)		เกลียว	เกลียว/เมตร
ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง		
1000	-	S	118
-	1000	ไม่มีเกลียว	-
-	1200	ไม่มีเกลียว	-
-	1500	ไม่มีเกลียว	-

จากเส้นด้ายที่ได้รับ นำมาทำการทดสอบสมบัติของเส้นด้าย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 ทดสอบเบอร์ของเส้นด้ายโดยวิธีชั่งน้ำหนัก โดยการนำเส้นด้ายทั้ง 4 เบอร์ไปทำการสาวให้ได้ความยาว 100 เมตร ด้วยเครื่องกรอด้ายมือหมุน (Hand operated warp rell) YG(B)

086 A เบอร์ละ 20 ตัวอย่าง และนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง Mettler toledo AE 200 มีหน่วยเป็นกรัม

3.1.2 คำนวณเบอร์ของเส้นด้าย

เมื่อได้น้ำหนักแล้ว นำค่าที่ได้มาคำนวณเบอร์ของเส้นด้าย (ดีเนียร์) โดยใช้สูตร

$$D(\text{ดีเนียร์}) = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม)} \times 9{,}000}{\text{ความยาว (เมตร)}}$$

ภาพที่ 3.1 เครื่องกรอด้ายมือหมุน (Hand operated warp rell) YG(B) 086 A

ภาพที่ 3.2 เครื่องชั่ง Mettler Toledo AE 200 (4 ตำแหน่ง) มีหน่วยเป็นกรัม

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนเบอร์ 1000 ดีเนียร์ (118 TPM.)

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	เบอร์ด้ายที่คำนวณได้ (ดีเนียร์)
1	11.6808	1051.2720
2	11.6231	1046.0790
3	11.6001	1044.0090
4	11.6366	1047.2940
5	11.6472	1048.2480
6	11.6926	1052.3340
7	11.6925	1052.3250
8	11.6308	1046.7720
9	11.6164	1045.4760
10	11.5722	1041.4980
11	11.6280	1046.5200
12	11.5675	1041.0750
13	11.5371	1038.3390
14	11.6647	1049.8230
15	11.6325	1046.9250
16	11.5955	1043.5950
17	11.5186	1036.6740
18	11.5387	1038.4830
19	11.6178	1045.6020
20	11.6650	1049.8500
ค่าเฉลี่ย	11.6178	1045.6097

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	เบอร์ด้ายที่คำนวณได้ (ดีเนียร์)
1	11.3810	1024.2900
2	11.2264	1010.3760
3	11.3550	1021.9500
4	11.3462	1021.1580
5	11.3354	1020.1860
6	11.3834	1024.5060
7	11.3378	1020.4020
8	11.2667	1014.0030
9	11.3655	1022.8950
10	11.2259	1010.3310
11	11.2440	1011.9600
12	11.2470	1012.2300
13	11.2515	1012.6350
14	11.2150	1009.3500
15	11.2222	1009.9980
16	11.0730	996.5700
17	11.2460	1012.1400
18	11.3924	1025.3160
19	11.3794	1024.1460
20	11.3150	1018.3500
ค่าเฉลี่ย	11.2401	1016.1396

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1200 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	เบอร์ด้ายที่คำนวณได้ (ดีเนียร์)
1	13.5782	1222.0380
2	13.5781	1222.0290
3	13.5820	1222.3800
4	13.4684	1212.1560
5	13.4504	1210.5360
6	13.6400	1227.6000
7	13.6169	1225.5210
8	13.6245	1226.2050
9	13.5008	1215.0720
10	13.6144	1225.2960
11	13.5824	1222.4160
12	13.6500	1228.5000
13	13.6046	1224.4140
14	13.6003	1224.0270
15	13.5973	1223.7570
16	13.6097	1224.8730
17	13.5882	1222.9380
18	13.6332	1226.9880
19	13.5926	1223.3340
20	13.4689	1212.2010
ค่าเฉลี่ย	13.5790	1222.1141

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1500 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	เบอร์ด้ายที่คำนวณได้ (ดีเนียร์)
1	16.9816	1528.3440
2	16.9876	1528.8840
3	17.1300	1541.7000
4	17.1289	1541.6010
5	17.0834	1537.5060
6	17.1476	1543.2840
7	17.1276	1541.4840
8	16.9364	1524.2760
9	16.9478	1525.3020
10	16.9587	1526.2830
11	16.9589	1526.3010
12	17.0883	1537.9470
13	16.9191	1522.7190
14	17.1799	1546.1910
15	17.1217	1540.9530
16	17.1086	1539.7740
17	17.0840	1537.5600
18	17.1616	1544.5440
19	17.1695	1545.2550
20	17.1686	1545.1740
ค่าเฉลี่ย	17.0694	1536.2541

3.1.3 ทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

นำเส้นด้ายทั้ง 4 เบอร์ไปทดสอบความแข็งแรง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Testometic Rochdale England Type : DBBMTCL-500Kg. Serial No. 29396 M350-5AT ทดสอบตัวอย่างละ 20 ครั้ง ผลการทดสอบจะได้ค่าการยืดตัว (มม.) และค่าแรงดึงขาด (นิวตัน) ซึ่งค่าดังกล่าวจะต้องนำมาคำนวณหาค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)

$$\text{ค่าการยืดตัว (\%)} = \frac{\text{ค่าการยืดตัวขณะขาด(มม.)} \times 100}{\text{ความยาวที่ใช้ทดสอบ(มม.)}}$$

$$\text{ค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)} = \frac{\text{ค่าแรงดึงขาด(นิวตัน)} \times 100}{\text{เบอร์เส้นด้าย(เท็กซ์)}}$$

$$\text{เบอร์เส้นด้าย (เท็กซ์)} = \frac{\text{เบอร์เส้นด้าย(ดีเนียร์)}}{9}$$

ภาพที่ 3.3 เครื่อง Testometic Rochdale England Type : DBBMTCL-500Kg. Serial No. 29396 M350-5AT

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบความแข็งแรงของ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 ดีเนียร์ (118 TPM.)

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าการยืดตัวขณะขาด (มิลลิเมตร)	ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)	ค่าการยืดตัว (%)	ค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)
1	103.938	73.40	20.7876	66.0607
2	101.445	70.41	20.289	63.3696
3	97.820	68.47	19.564	61.6236
4	97.921	69.14	19.5842	62.2266
5	99.641	70.47	19.9282	63.4236
6	101.738	69.33	20.3476	62.3976
7	95.432	69.11	19.0864	62.1996
8	103.688	71.22	20.7376	64.0986
9	100.771	70.25	20.1542	63.2256
10	101.101	70.88	20.2202	63.7926
11	97.378	69.72	19.4756	62.7486
12	92.333	68.22	18.4666	61.3986
13	102.997	70.31	20.5994	63.2796
14	92.519	68.33	18.5038	61.4976
15	100.413	70.52	20.0826	63.4686
16	101.965	70.83	20.3930	63.7476
17	91.805	69.91	18.3610	62.9196
18	102.787	70.72	20.5574	63.6486
19	102.895	71.35	20.5790	64.2156
20	105.383	72.78	21.0766	65.5027
ค่าเฉลี่ย	99.698	70.26	19.9397	63.2423

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบความแข็งแรงของ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าการยืดตัวขณะขาด (มิลลิเมตร)	ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)	ค่าการยืดตัว (%)	ค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)
1	120.004	70.64	24.0008	63.5766
2	125.998	65.73	25.1996	59.1576
3	97.667	64.12	19.5334	57.7086
4	105.934	66.03	21.1868	59.4276
5	111.550	66.27	22.3100	59.6436
6	103.647	56.48	20.7294	50.8325
7	95.762	58.06	19.1524	52.2545
8	104.764	65.14	20.9528	58.6266
9	123.237	64.03	24.6474	57.6276
10	115.071	67.50	23.0142	60.7506
11	106.588	66.97	21.3176	60.2736
12	111.285	64.56	22.2570	58.1046
13	100.211	61.42	20.0422	55.2786
14	98.656	65.89	19.7312	59.3016
15	119.393	67.53	23.8786	60.7776
16	122.817	67.91	24.5634	61.1196
17	97.149	61.39	19.4298	55.2516
18	98.539	65.06	19.7078	58.5546
19	96.450	65.61	19.2900	59.0496
20	117.569	61.78	23.5138	55.6026
ค่าเฉลี่ย	108.614	64.60	21.7229	58.1460

ตารางที่ 3.8 ผลการทดสอบความแข็งแรงของ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1200 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าการยืดตัวขณะขาด (มิลลิเมตร)	ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)	ค่าการยืดตัว (%)	ค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)
1	90.819	66.80	18.1638	50.1013
2	94.480	72.99	18.8960	54.7439
3	106.658	70.61	21.3316	52.9588
4	69.502	62.13	13.9004	46.5987
5	106.884	72.38	21.3768	54.2864
6	100.812	69.97	20.1624	52.4788
7	122.205	78.83	24.4410	59.1240
8	94.217	69.77	18.8434	52.3288
9	118.578	76.87	23.7156	57.6539
10	77.376	57.86	15.4752	43.3961
11	65.733	60.16	13.1466	45.1211
12	99.908	77.46	19.9816	58.0965
13	110.198	73.52	22.0396	55.1414
14	88.827	70.74	17.7654	53.0563
15	100.597	74.90	20.1194	56.1764
16	96.639	59.63	19.3278	44.7236
17	104.073	74.82	20.8146	56.1164
18	91.809	71.85	18.3618	53.8888
19	133.595	83.10	26.7190	62.3266
20	79.660	63.06	15.9320	47.2962
ค่าเฉลี่ย	97.628	70.37	19.5257	52.7807

ตารางที่ 3.9 ผลการทดสอบความแข็งแรงของ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1500 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าการยืดตัวขณะขาด (มิลลิเมตร)	ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)	ค่าการยืดตัว (%)	ค่าความแข็งแรง (เซนตินิวตัน/เท็กซ์)
1	90.786	91.82	18.1572	55.0942
2	83.029	76.93	16.6058	46.1598
3	99.413	92.26	19.8826	55.3582
4	98.731	97.20	19.7462	58.3223
5	90.605	97.78	18.1210	58.6703
6	88.515	87.70	17.7030	52.6221
7	71.068	87.67	14.2136	52.6041
8	74.576	86.65	14.9152	51.9921
9	94.392	87.35	18.8784	52.4121
10	89.758	86.15	17.9516	51.6921
11	113.568	95.87	22.7136	57.5243
12	99.192	92.70	19.8384	55.6222
13	102.632	77.37	20.5264	46.4239
14	83.544	89.98	16.7088	53.9902
15	74.965	79.24	14.9930	47.5459
16	99.388	94.23	19.8776	56.5403
17	91.356	54.48	18.2712	32.6893
18	88.299	84.88	17.6598	50.9300
19	84.471	88.53	16.8942	53.1201
20	109.374	94.87	21.8748	56.9243
ค่าเฉลี่ย	91.383	87.18	18.2766	52.3119

3.2 การกำหนดโครงสร้างผ้ากรองอุตสาหกรรม

ปัจจุบัน ผ้ากรองอุตสาหกรรมที่จำหน่ายโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกันตามลักษณะของการใช้งาน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้โดยคำนึงถึงความหนา น้ำหนักต่อตารางหน่วย และการยอมให้อากาศผ่านเป็นสำคัญ ทำให้การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนในครั้งนี้ เลือกคุณลักษณะเฉพาะของผ้ากรองประเภทเนื้อแน่นเป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีข้อมูลดังนี้

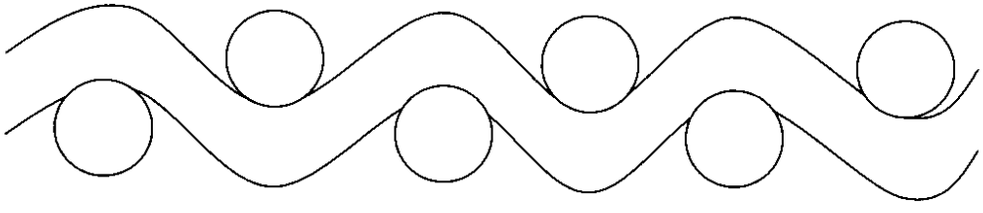
PP Fabric Specifications

Model	05-22-450 K
Material	Polypropylene
pH Resistance	1-13
Thermal Resistance	90°C max
Thickness (micron)	950+/-190
Weight (g/m^2)	450+/-130
Warp	Multi
Weft	Multi
Weave	Plain
Air Permeability ($L/m^2/s$)	25 +/-7

จากนั้น จึงทำการวิเคราะห์ และกำหนดโครงสร้างผ้ากรองอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การกำหนดขนาดของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง เพื่อให้ได้ความหนาตามคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดของผ้ากรองอุตสาหกรรม จากโครงสร้างผ้าลายขัด ตั้งสมมุติฐานการขัดตัวของโครงสร้าง ดังภาพ

ความหนาของผ้า = Ø ยืน + Ø พุ่ง



ภาพที่ 3.4 ความหนาของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง

จากคุณลักษณะเฉพาะของผ้าที่กำหนดให้ ระบุว่าต้องใช้เส้นใยพอลิโพรพิลีน ผู้วิจัยจึงเลือกเส้นด้ายยืนที่มีเบอร์ 1000 ดีเนียร์ และเลือกเส้นด้ายพุ่งจำนวน 3 เบอร์ที่แตกต่างกัน คือ เส้นด้ายเบอร์ 1000 ดีเนียร์, 1,200 ดีเนียร์และ 1,500 ดีเนียร์ ในการทดลอง

เนื่องจากเส้นใยพอลิโพรพิลีน มีเบอร์เป็นดีเนียร์ ดังนั้น จึงต้องทำการเปลี่ยนจากเบอร์ดีเนียร์เป็นเบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$Ne = \frac{5315}{D}$$

จากนั้น จึงทำการหาเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้าย โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$Ø(\text{นิ้ว}) = \frac{1}{28\sqrt{Ne}}$$

Ø = เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้าย(นิ้ว)

Ne = เบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ

เส้นด้ายทั้ง 3 เบอร์เมื่อทำการคำนวณให้เป็นเบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษและคำนวณหาเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้ายจะได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ผลการคำนวณเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนจากดีเนียร์เป็นเบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษและผลการคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้าย

เบอร์ดีเนียร์	เบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ	เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้าย (นิ้ว)
1000	5.315	0.0155
1200	4.429	0.0169
1500	3.543	0.0189

การคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางของผ้ามีสูตรในการคำนวณ คือ

ความหนาของผ้า (นิ้ว) = Ø เส้นด้ายยืน + Ø เส้นด้ายพุ่ง

1) เส้นผ่าศูนย์กลางของผ้าที่มีเส้นด้ายยืนเบอร์ 1000 ดีเนียร์และเส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1000 ดีเนียร์

$\therefore$ ความหนาของผ้า = 0.0155 + 0.0155

= 0.031 นิ้ว

จากหน่วยของเส้นผ่าศูนย์กลางที่มีหน่วยเป็นนิ้ว ทำการเปลี่ยนหน่วยให้เป็นไมครอนโดย

39.37 นิ้ว = 1 เมตร

0.031 นิ้ว = $\frac{1 \times 0.031}{39.37}$

= 0.0007874 เมตร

1 เมตร = 10^6 ไมครอน

0.0007874 เมตร = $10^6 \times 0.0007874$

∴ ความหนาของผ้า $1000^D \times 1000^D$ = 784.40 ไมครอน

2) เส้นผ่าศูนย์กลางของผ้าที่มีเส้นด้ายยืนเบอร์ 1000 ดีเนียร์และเส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1200 ดีเนียร์

ความหนาของผ้า = 0.0155+0.0169

= 0.0324 นิ้ว

0.0324 นิ้ว = $\frac{1 \times 0.0324}{39.37}$

= 0.00082296 เมตร

หรือ = $10^6 \times 0.00082296$

∴ ความหนาของผ้า $1000^D \times 1200^D$ = 822.96 ไมครอน

3) เส้นผ่าศูนย์กลางของผ้าที่มีเส้นด้ายยืนเบอร์ 1000 ดีเนียร์และเส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1500 ดีเนียร์

ความหนาของผ้า = 0.015 + 0.0189

= 0.0344 นิ้ว

0.0324 นิ้ว = $\frac{1 \times 0.0324}{39.37}$

= 0.00087376 เมตร

หรือ = $10^6 \times 0.00087376$

∴ ความหนาของผ้า $1000^D \times 1500^D$ = 873.76 ไมครอน

จากการคำนวณ พบว่า เส้นด้ายทั้ง 3 เบอร์ เมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้า จะมีความหนาอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.2 การกำหนดความถี่ของเส้นด้ายยืนและความถี่ของเส้นด้ายพุ่ง เพื่อให้ได้น้ำหนักตามคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนด กำหนดให้เส้นด้ายยืนมีเบอร์ 1000 ดีเนียร์ โดยเทียบให้เป็นเบอร์ด้ายฝ้ายระบบอังกฤษ จะเท่ากับ Ne 5.315

จากการคำนวณ $$Ø(\text{นิ้ว}) = \frac{1}{28\sqrt{N}}$$

$$Ø = \frac{1}{28\sqrt{5.315}}$$

$$Ø = \frac{1}{64.55} \quad \text{นิ้ว}$$

จากค่าที่ได้ หมายความว่า เส้นด้ายยืนเบอร์ 1000 ดีเนียร์ เมื่อเทียบเป็นเบอร์ด้ายฝ้ายระบบอังกฤษจะมีเบอร์เท่ากับ Ne 5.315 สามารถทำการทอผ้าให้มีความถี่เส้นด้ายยืนสูงสุดไม่เกิน 65 เส้น/นิ้ว โดยกำหนดค่าร้อยละของความถี่สูงสุดที่ 3 ระดับ ในการคำนวณความถี่เส้นด้ายยืน คือ

1. กำหนดให้ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 75 ของความถี่สูงสุด
2. กำหนดให้ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 80 ของความถี่สูงสุด
3. กำหนดให้ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 85 ของความถี่สูงสุด

ดังนั้น ค่าความถี่ที่ได้ คือ

1. ความถี่เส้นด้ายยืนสูงสุด 65 เส้น/นิ้ว ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 75 จะได้ความถี่เส้นด้ายยืน = 49 เส้น/นิ้ว
2. ความถี่เส้นด้ายยืนสูงสุด 65 เส้น/นิ้ว ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 80 จะได้ความถี่เส้นด้ายยืน = 52 เส้น/นิ้ว
3. ความถี่เส้นด้ายยืนสูงสุด 65 เส้น/นิ้ว ใช้ความถี่เส้นด้ายยืนร้อยละ 85 จะได้ความถี่เส้นด้ายยืน = 55 เส้น/นิ้ว

เมื่อได้ค่าความถี่แล้ว จากนั้นจึงเลือกใช้ความถี่เส้นด้ายยืนที่ร้อยละ 80 คือความถี่เส้นด้ายยืนที่ 52 เส้น/นิ้ว (เนื่องจาก โรงงานที่ทำการผลิตผ้ามีฟันหวีเบอร์ 52 พร้อมใช้งาน) การคำนวณหาน้ำหนักผ้าทอ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

ตารางที่ 3.11 สูตรการคำนวณหาน้ำหนักผ้าทอ

น้ำหนักผ้าสุทธิ / หลา	น้ำหนักเส้นด้ายยืน/หลา+น้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง/หลา
น้ำหนักเส้นด้ายยืน / หลา	$\frac{\text{จำนวนเส้นด้ายยืนทั้งหมด x (1+ \% การหดตัว/100)}}{\text{เบอร์ด้ายยืน x 840}}$
จำนวนเส้นด้ายยืนทั้งหมด	(ความถี่เส้นด้ายยืน/นิ้ว x หน้าผ้า) + ริมผ้า
% การหดตัวของเส้นด้ายยืน	9.7 % (ได้จากการหาค่าเฉลี่ยจากการวัด)

จำนวนเส้นด้ายยืนทั้งหมด = (52 เส้น / นิ้ว x 60.54 นิ้ว) + ริม 32 เส้น

= 3,180 เส้น

น้ำหนักเส้นด้ายยืน(ปอนด์/หลา) = $\frac{3{,}180 \times (1 + 9.7/100)}{5.315 \times 840}$

= 0.7813 ปอนด์ / หลา

หลังจากได้ความถี่เส้นด้ายยืนเท่ากับ 52 เส้น/นิ้วแล้ว จึงนำไปคำนวณหาน้ำหนักเส้นด้ายยืน จากนั้น จึงหาความถี่สูงสุดตามความสามารถของเครื่องทอ พบว่า ในการปรับเครื่องทอที่ทำการทดลองนั้นสามารถพุ่งเส้นด้ายโดยใช้ความถี่สูงสุดได้เท่ากับ 20 เส้น/นิ้ว

จากนั้น จึงนำความถี่เส้นด้ายพุ่ง 20 เส้น/นิ้ว มาทำการคำนวณหาน้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง (ปอนด์/หลา)

น้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง (ปอนด์ / หลา) = $\frac{\text{จำนวนเส้นด้ายพุ่ง / นิ้ว x หน้าผ้า x (1+ \% การหดตัว / 100)}}{\text{เบอร์ด้ายพุ่ง x 840}}$

% การหดตัวของเส้นด้ายพุ่ง = 4.3 (ได้จากการหาค่าเฉลี่ยจากการวัด)

= $\frac{(20 \times 60") \times (1 + 4.3/100)}{5.315 \times 840}$

= $\frac{1200 \times 1.043}{5.315 \times 840}$

= 0.2803 ปอนด์ / หลา

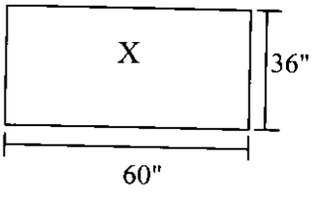
$\therefore$ น้ำหนักผ้าสุทธิ (ปอนด์ / หลา) = น้ำหนักเส้นด้ายยืน + น้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง

= 0.7813 + 0.2803

= 1.0616 ปอนด์ / หลา

เมื่อได้น้ำหนักผ้าสุทธิ = 1.0616 ปอนด์/หลา จะต้องทำการแปลงหน่วยให้เป็น กรัม/ตารางเมตร เพื่อให้ได้น้ำหนักที่มีหน่วยตรงตามคุณลักษณะเฉพาะของผ้า

จากหน่วยที่เป็น ตารางหลา เปลี่ยนหน่วยให้เป็น ตารางเมตร



1 เมตร = 39.37 นิ้ว

X คือ ตารางเมตร

$$\frac{60"}{39.37} \times \frac{36"}{39.37} = 1.0616$$

$$1 \times 1 = \frac{1.0616}{(60/39.37) \times (36/39.37)}$$

$$= \frac{1.0616 \times 39.37 \times 39.37}{60 \times 36}$$

= 0.7617 ปอนด์/ตารางเมตร

จากหน่วยที่เป็น ปอนด์/ตารางเมตร ต้องทำการเปลี่ยนให้เป็นหน่วย กรัม/ตารางเมตร

1 กิโลกรัม = 2.2046 ปอนด์

2.2046 ปอนด์ = 1000 กรัม

1 ปอนด์ = $\frac{1000}{2.2046}$

= 453.6 กรัม

น้ำหนักสุทธิ = 1.0616 ปอนด์/หลา = 453.6 x 0.7617

$\therefore$ จะได้น้ำหนักสุทธิ = 345 กรัม/ตารางเมตร

เมื่อทำการเปลี่ยนเส้นด้ายพุ่ง จากเบอร์ 1000 ดีเนียร์ เป็นเบอร์ 1200 ดีเนียร์ แล้วนำไปทำการทอเป็นผืนผ้า พบว่า สามารถทอผ้าได้ความถี่เส้นด้ายพุ่งเท่ากับ 21 เส้น/นิ้ว ดังนั้นจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักผ้าสุทธิ โดยการแทนค่าในสูตร ดังนี้

น้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง (ปอนด์/หลา) $= \dfrac{(21x60") \times (1+4.3/100)}{4.429x840}$

$= \dfrac{1260 \times 1.043}{4.429 \times 840}$

$= 0.3532$ ปอนด์ / หลา

$\therefore$ น้ำหนักผ้าสุทธิ (ปอนด์ / หลา) $= 0.7813 + 0.3532$

$= 1.1345$ ปอนด์ / หลา

จากหน่วยที่เป็น ตารางหลา เปลี่ยนให้เป็นหน่วย ตารางเมตร ได้ดังนี้

$\dfrac{60"}{39.37} \times \dfrac{36"}{39.37} = 1.1345$

$1 \times 1 = \dfrac{1.1345}{(60/39.37) \times (36/39.37)}$

$= \dfrac{1.1345 \times 39.37 \times 39.37}{60 \times 36}$

$= 0.8141$ ปอนด์/ตารางเมตร

จากหน่วยที่เป็น ปอนด์/ตารางเมตร เปลี่ยนให้เป็นหน่วย กรัม/ตารางเมตร ได้ดังนี้

1 ปอนด์ $=$ 453.6 กรัม

น้ำหนักสุทธิ = 1.1345 ปอนด์/หลา $=$ 453.6×0.8141

$\therefore$ จะได้น้ำหนักสุทธิ $=$ 369 กรัม/ตารางเมตร

เมื่อทำการเปลี่ยนเส้นด้ายพุ่ง จากเบอร์ 1000 ดีเนียร์ เป็นเบอร์ 1500 ดีเนียร์ เมื่อนำไปทอ พบว่า สามารถทอ ได้ความเส้นด้ายพุ่งเท่ากับ 19 เส้น/นิ้ว ดังนั้นจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหา น้ำหนักผ้าสุทธิ โดยการแทนค่าสูตร

น้ำหนักเส้นด้ายพุ่ง (ปอนด์/หลา) $= \dfrac{(19 \times 60) \times (1+4.3/100)}{3.543 \times 840}$

$= \dfrac{1140 \times 1.043}{3.543 \times 840}$

= 0.3995 ปอนด์/หลา

∴ น้ำหนักผ้าสุทธิ (ปอนด์/หลา) = 0.7813 + 0.3995

= 1.1808 ปอนด์/หลา

จากหน่วยที่เป็นตารางหลา เปลี่ยนให้เป็นหน่วย ตารางเมตรได้ดังนี้

$$\frac{60"}{39.37} \times \frac{36"}{39.37} = 1.1808$$

$$1 \times 1 = \frac{1.1808}{(60/39.37) \times (36/39.37)}$$

$$= \frac{1.1808 \times 39.37 \times 39.37}{60 \times 36}$$

= 0.8473 ปอนด์/ตารางเมตร

จากหน่วยที่เป็นปอนด์/ตารางเมตร เปลี่ยนให้เป็นหน่วย กรัม/ตารางเมตร ได้ดังนี้

1 ปอนด์ = 453.6 กรัม

น้ำหนักสุทธิ = 1.1808 ปอนด์/หลา = 453.6 x 0.8473

∴ จะได้น้ำหนักสุทธิ = 384 กรัม/ตารางเมตร

จากการคำนวณ น้ำหนักผ้าที่ทอจากเส้นด้ายทั้ง 3 เบอร์ พบว่า มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

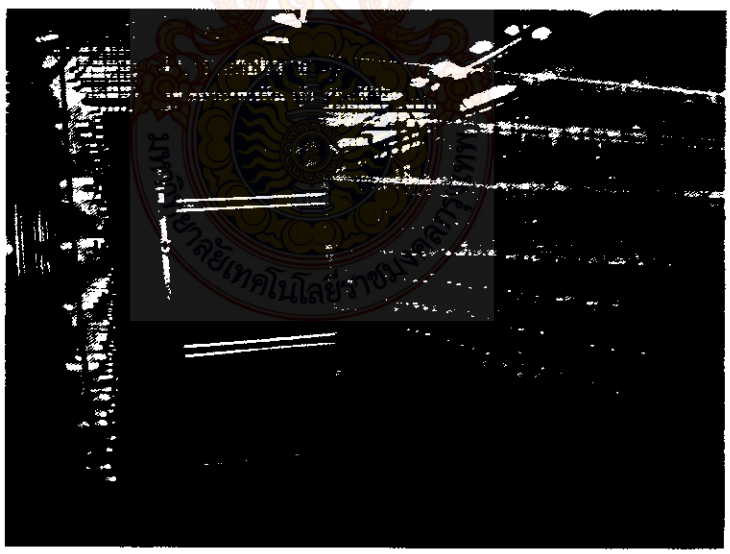
3.3 กระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม

การทอผ้ากรองอุสาหกรรม ทำการผลิตที่บริษัท รุ่งโรจน์การทอ จำกัด เลขที่ 349 หมู่ 2 ซอยบางเมฆขาว ถนนสุขุมวิท ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280 โดยกระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

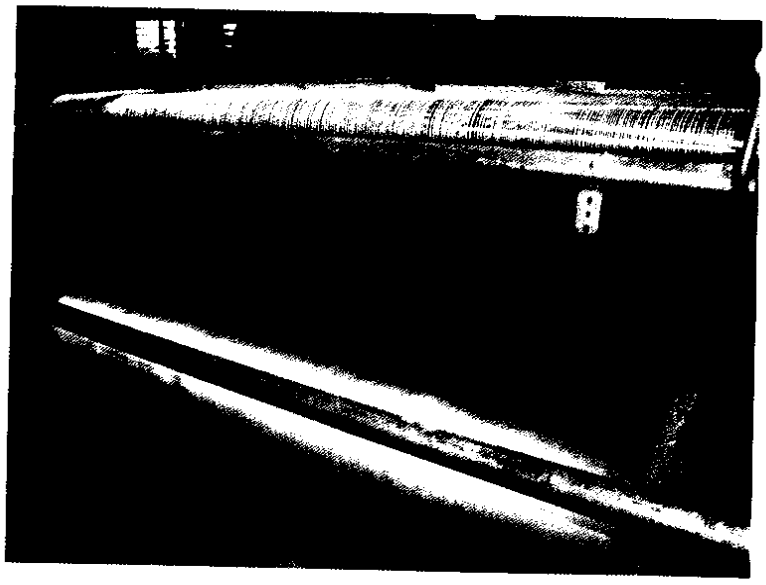
3.3.1 การสืบเส้นด้ายยืน

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดการสืบเส้นด้ายยืน

เครื่องสืบเส้นด้ายยืน	ยี่ห้อ TSUDAKOMA
หน้ากว้าง	60 นิ้ว
ความเร็วในการเดินเครื่อง	70 เมตร/นาที
จำนวนเส้นด้ายยืน	3,180 เส้น
จำนวนบีมสืบ	6 บีม
จำนวนเส้นต่อบีม	530 เส้น
ความยาวต่อบีม	300 เมตร
ชนิดเส้นด้ายยืน	พอลิโพรพิลีน
ขนาดเส้นด้ายยืน	1000 ดีเนียร์
จำนวนเกลียวเส้นด้ายยืน	118 เกลียว/เมตร (เกลียว S)



ภาพที่ 3.5 แผงปักลูกด้ายเครื่องสืบเส้นด้ายยืน

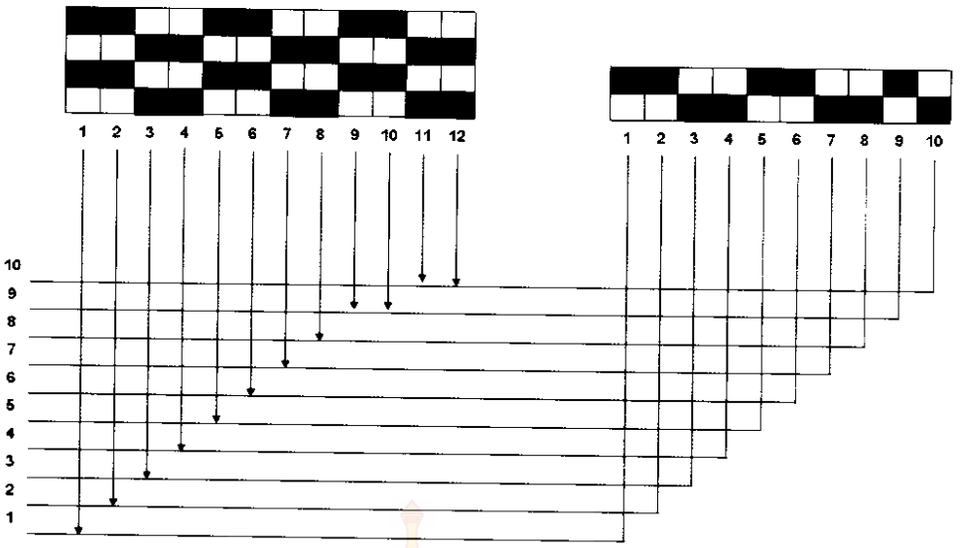


ภาพที่ 3.6 บีมสืบเส้นด้ายยืน

3.3.2 การจัดเรียงตัวเส้นด้าย

เมื่อทำการสืบเส้นด้ายยืนจนครบ 6 บีม จากนั้นนำเส้นด้ายยืนไปทำการจัดเรียงเส้นด้ายเพื่อลงบีมเครื่องทอ โดยใช้เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืนยี่ห้อ BABA หน้ากว้าง 72 นิ้ว ความเร็วในการเดินเครื่อง 50 เมตร/นาที ในขณะที่ทำการจัดเรียงเส้นด้ายยืนนั้น จะใช้วิธีผ่านอ่างแป้งโดยไม่ใส่สารเคมี เนื่องจากเส้นด้ายมีความแข็งแรงในตัว

ภาพที่ 3.7 การจัดเรียงตัวเส้นด้ายยืนที่เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน

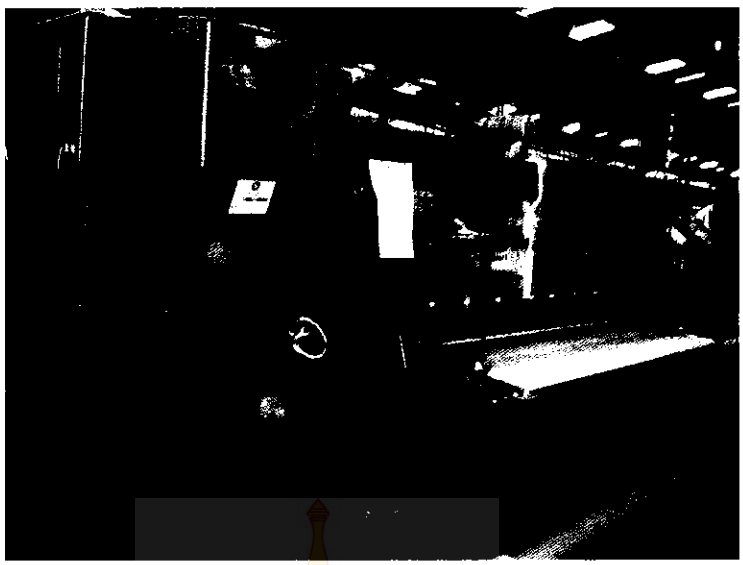


ภาพที่ 3.9 วิธีการร้อยตะกอและการยกตะกอ

ภาพที่ 3.10 การร้อยเส้นด้ายยืนผ่านแผ่นเบรก และลวดตะกอ

3.3.4 การทอผ้า มีรายละเอียดดังนี้

ชนิดเครื่องทอ	เครื่องทอผ้าไร้กระสวยระบบเรเปียร์ การยกตะกอเป็นแบบ Dobby
รุ่น	ISHIKAWA IS 735
หน้ากว้าง	190 เซนติเมตร
ความเร็ว	210 รอบ/นาที



ภาพที่ 3.11 เครื่องทอผ้าไร้กระสวยระบบเรเปียร์ การยกตะกอเป็นแบบ Dobby

ในการทอผ้ากรองอุตสาหกรรมนั้น จะใช้เส้นด้ายพุ่งพอลิโพรพิลีน 3 เบอร์ คือ เบอร์ 1000, 1200 และ 1500 ดีเนียร์ โดยทำการปรับเครื่องทอให้สามารถทอความถี่เส้นด้ายพุ่งได้สูงสุดตามความสามารถของเครื่องทอ

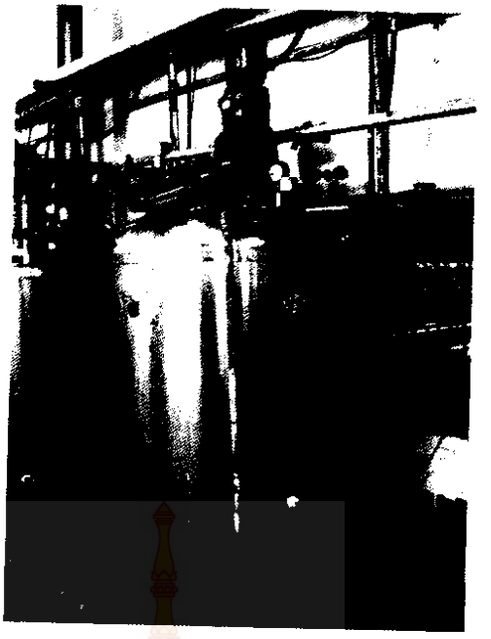
เมื่อผ่านขั้นตอนกระบวนการทอผ้าแล้ว นำผ้าที่ได้มาตรวจสอบโครงสร้างผ้า โดยใช้กล้องขยาย (Folding Linen Tester Magnifier) นับความถี่เส้นด้ายยืน/ตารางนิ้ว และความถี่เส้นด้ายพุ่ง/ตารางนิ้ว

3.3.5 การทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

นำผ้าที่ได้ทั้ง 3 โครงสร้างไปผ่านความร้อนโดยการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน (Heat set) ใช้เครื่องอบไอน้ำแรงดันสูง โดยใช้แรงดันไอน้ำที่ 1.5 กิโลกรัม/cm^2 อุณหภูมิ 120°C ซึ่งนำผ้าใส่ลงไปโดยไม่มีการดึงหน้าผ้า เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วนำผ้าไปผึ่งให้แห้ง

หลังจากที่นำผ้าไปผ่านการ Heat set แล้ว ได้นำมาตรวจสอบโครงสร้างผ้าด้วยวิธีการตรวจนับความถี่ของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งด้วยกล้องขยาย (Folding Linen Tester Magnifier) อีกครั้งหนึ่ง

ในเบื้องต้น ได้ทำการทอผ้าด้วยเบอร์เส้นด้ายพุ่ง 1000 ดีเนียร์ ซึ่งทอได้ด้วยความถี่เส้นด้ายพุ่งเท่ากับ 20 แล้วนำผ้าที่ทอได้ไปทำการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ พบว่า ได้ค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น จึงทำการเปลี่ยนเส้นด้ายพุ่งเป็นเบอร์ 1200 และ 1500 ดีเนียร์ ตามลำดับ



ภาพที่ 3.12 เครื่องอบไอน้ำแรงดันสูง

3.4 การทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม

เมื่อผ่านกระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรมแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ การทดสอบผ้ากรอง โดยการทดสอบต้องเป็นไปตามคุณลักษณะเฉพาะของผ้าที่กำหนด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 การทดสอบค่าความแข็งแรงของผ้าก่อนและหลังการแช่สารละลายกรด-เบส จะทำการทดสอบเพียงโครงสร้างเดียว เนื่องจากทั้ง 3 โครงสร้าง ได้ใช้วัตถุดิบที่เป็นเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนชนิดเดียวกันทั้งหมด จึงนำผ้าโครงสร้าง $\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$ 60" มาทำการทดสอบโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1.1 ตัดผ้ากรองที่เตรียมไว้สำหรับทำการทดสอบ โดยตัดตามแนวเส้นด้ายยืน ขนาด 5 cm x 18 cm จำนวน 15 ชิ้น และตัดตามแนวเส้นด้ายพุ่ง ขนาด 5 cm x 18 cm จำนวน 15 ชิ้น จากนั้นแบ่งผ้าที่ตัดออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 5 ชิ้น โดยจะนำผ้าชุดที่ 1 ไปแช่ในสารละลายกรด ผ้าชุดที่ 2 ไปแช่ในสารละลายเบส และผ้าชุดที่ 3 ซึ่งไม่ได้แช่สารละลายเก็บไว้เป็นชิ้นเปรียบเทียบความแข็งแรงของผ้า

3.4.1.2 ทำการเตรียมสารละลายกรด ที่มีค่าความเป็นกรด pH = 1 โดยนำสารละลายกรดไฮโดรคลอริค ปริมาตร 8.2 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น ทำการปรับปริมาตรให้ได้สารละลาย 1 ลิตรในขวดวัดปริมาตร จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส

ด้วยเครื่อง pH Meter Model Cyberscan 2500 เมื่อได้ค่าความเป็นกรด = 1 แล้วนำผ้ากรองที่เตรียมไว้สำหรับการทดสอบมาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่มีค่าความเป็นกรด pH = 1 เป็นเวลา 24 ช.ม.

ภาพที่ 3.13 เครื่อง pH Meter Model Cyberscan 2500

3.4.1.3 ทำการเตรียมสารละลายเบส ที่มีค่าความเป็นเบส pH = 13 โดยการนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) น้ำหนัก 4 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น คนให้ละลาย แล้วทำการปรับปริมาตรให้ได้สารละลาย 1 ลิตรในขวดวัดปริมาตร จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่อง pH Meter Model Cyberscan 2500 เมื่อได้ค่าความเป็นเบส = 13 แล้ว นำผ้ากรองที่เตรียมไว้มาแช่ในสารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีค่าความเป็นเบส pH = 13 เป็นเวลา 24 ช.ม.

3.4.1.4 เมื่อทำการแช่ผ้ากรองที่แช่ไว้ในสารละลายทั้ง 2 ชนิดครบ 24 ชั่วโมงแล้ว นำผ้ากรองที่ได้ไปทำการล้างสารละลายออกด้วยการล้างน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง หลังจากนั้นนำผ้ากรองไปผึ่งให้แห้ง แล้วจึงนำไปทำการทดสอบแรงดึงขาดของผ้า (Tensile strength)

3.4.1.5 นำผ้าที่ผ่านการแช่ สารละลายกรด, สารละลายเบส และผ้าที่ไม่ได้ผ่านการแช่สารละลาย มาทดสอบแรงดึงขาดของผ้าด้วยเครื่อง TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566) นำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบค่าการทดสอบแรงดึงขาดของผ้า (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 5035)

ตารางที่ 3.14 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดึงขาด (นิวตัน)	
	แนวเส้นด้ายยืน	แนวเส้นด้ายพุ่ง
1	5164.52	2699.83
2	5541.84	2657.45
3	5326.39	2603.44
4	5290.14	2740.17
5	5018.45	2797.63
6	-	2685.19
7	-	2845.60
8	-	2537.48
ค่าเฉลี่ย	5268.27	2695.85

ตารางที่ 3.15 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ผ่านการแช่สารละลายกรด

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดึงขาด (นิวตัน)	
	แนวเส้นด้ายยืน	แนวเส้นด้ายพุ่ง
1	5810.03	2698.17
2	5551.67	2775.56
3	5672.59	2521.76
4	5490.46	2701.84
5	5921.31	2851.87
6	-	2643.13
7	-	2724.07
8	-	2543.68
ค่าเฉลี่ย	5689.21	2682.51

ตารางที่ 3.16 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าพอลิโพรพิลีน 1000 x 1000 ดีเนียร์ ที่ผ่านการแช่สารละลายเบส

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดึงขาด (นิวตัน)	
	แนวเส้นด้ายยืน	แนวเส้นด้ายพุ่ง
1	4472.22	2542.66
2	4846.66	2791.51
3	4922.40	2556.94
4	4883.53	2710.65
5	5319.41	2535.30
6	-	2595.86
7	-	2641.80
8	-	2744.42
ค่าเฉลี่ย	4888.84	2639.90

3.4.2 การวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (T_m) ของผ้ากรองที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 โครงสร้าง โดยใช้เครื่องดิฟเฟอร์เรนเชียลสแกนนิ่งคาลอริมิเตอร์ (Perkin–elmer DSC 7) และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเท่ากับ 10-20 °C ต่อนาที

3.4.3 การทดสอบค่า Thickness (Micron) 950 +/- 190 นำผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง มาทำการทดสอบค่า Thickness ด้วยเครื่อง Teclock type SM-112 GRAD 0.01 mm Range 10 mm วิธีการทดสอบ คือ วัดความหนาของผ้าชิ้นทดสอบ โดยทำการวัดแต่ละจุดที่แตกต่างกัน จำนวน 20 จุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ต้องทำการแปลงหน่วยเป็น ไมครอน โดยการแทนค่าสูตร (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 1777)

ความหนา (ไมครอน) = ความหนา (มิลลิเมตร) x 1000

ภาพที่ 3.14 เครื่องวัดความหนา TECLOCK TYPE SM-112 GRAD 0.01 mm RANGE 10 mm

ตารางที่ 3.17 ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1000 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความหนาของผ้าที่คำนวณได้ (ไมครอน)
1	0.9000	900.0000
2	0.9020	902.0000
3	0.9020	902.0000
4	0.9020	902.0000
5	0.9000	900.0000
6	0.8850	885.0000
7	0.9050	905.0000
8	0.9050	905.0000
9	0.8900	890.0000
10	0.9250	925.0000
11	0.9200	920.0000
12	0.9300	930.0000
13	0.8950	895.0000
14	0.9100	910.0000
15	0.8800	880.0000
16	0.8950	895.0000
17	0.8900	890.0000
18	0.8950	895.0000
19	0.9000	900.0000
20	0.8900	890.0000
ค่าเฉลี่ย	0.9011	901.0500

ตารางที่ 3.18 ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1200 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความหนาของผ้าที่คำนวณได้ (ไมครอน)
1	0.9700	970.0000
2	0.9610	961.0000
3	0.9600	960.0000
4	0.9520	952.0000
5	0.9220	922.0000
6	0.9500	950.0000
7	0.9730	973.0000
8	0.9580	958.0000
9	0.9490	949.0000
10	0.9550	955.0000
11	0.9400	940.0000
12	0.9380	938.0000
13	0.9350	935.0000
14	0.9650	965.0000
15	0.9820	982.0000
16	0.9570	957.0000
17	0.9320	932.0000
18	0.9410	941.0000
19	0.9590	959.0000
20	0.9720	972.0000
ค่าเฉลี่ย	0.9536	953.5500

ตารางที่ 3.19 ผลการทดสอบความหนาของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1500 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความหนาของผ้าที่คำนวณได้ (ไมครอน)
1	0.9750	975.0000
2	0.9900	990.0000
3	0.9800	980.0000
4	0.9720	972.0000
5	0.9900	990.0000
6	0.9780	978.0000
7	0.9820	982.0000
8	0.9920	992.0000
9	0.9850	985.0000
10	0.9790	979.0000
11	0.9980	998.0000
12	0.9700	970.0000
13	0.9810	981.0000
14	0.9950	995.0000
15	0.9900	990.0000
16	0.9820	982.0000
17	0.9800	980.0000
18	0.9920	992.0000
19	0.9850	985.0000
20	0.9900	990.0000
ค่าเฉลี่ย	0.9843	984.3000

3.4.4 การทดสอบหาน้ำหนักผ้า Weight (g/m^2) นำผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง มาทำการทดสอบหาน้ำหนัก ตัดผ้าด้วยเครื่อง James H. Heal Halifax England Serial No. 230/1303 โดยตัดผ้าโครงสร้างละ 20 ตัวอย่าง และนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่อง Mettler Toledo AE 200 (ทศนิยม 4

ตำแหน่ง) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็น กรัม ต้องทำการเปลี่ยนหน่วยให้เป็น กรัม/ตารางเมตร โดยการแทนค่าสูตร (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 3776)

$$\text{น้ำหนักผ้า (กรัม/ตารางเมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักผ้าที่ชั่งได้ x 10000}}{98.56}$$

ค่า 98.56 ได้จากการคำนวณจากสูตร

$$\text{พื้นที่ของผ้า} = \frac{\pi r^2}{4}$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$

r^2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของเครื่องตัดผ้าโดยมีค่า = 11.2 เซนติเมตร

$$\text{แทนค่าสูตร} = \frac{22 \times 11.2 \times 11.2}{7 \times 4}$$

$$= 98.56$$

ภาพที่ 3.15 เครื่องตัดผ้า James H. Heal Halifax England Serial No. 230/1303

ตารางที่ 3.20 ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1000 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักผ้าที่คำนวณได้ (กรัม/ตารางเมตร)
1	3.9528	401.0551
2	3.9473	400.4971
3	3.9406	399.8173
4	3.9946	405.2962
5	3.9701	402.8104
6	3.9436	400.1217
7	3.9440	400.1623
8	3.9380	399.5535
9	3.9412	399.8782
10	3.9563	401.4103
11	3.9395	399.7057
12	3.9379	399.5434
13	3.9422	399.9797
14	3.9546	401.2378
15	3.9112	396.8344
16	3.9875	404.5758
17	3.8985	395.5458
18	3.9862	404.4439
19	3.8732	392.9788
20	3.9343	399.1781
ค่าเฉลี่ย	3.9447	400.2313

ตารางที่ 3.21 ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1200 ดีเนียร์

ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักผ้าที่คำนวณได้ (กรัม/ตารางเมตร)
1	4.1824	424.3506
2	4.1754	423.6404
3	4.1495	421.0125
4	4.1821	424.3202
5	4.1842	424.5332
6	4.1968	425.8116
7	4.1956	425.6899
8	4.1995	426.0856
9	4.1610	422.1793
10	4.1851	424.6245
11	4.1902	425.1420
12	4.1969	425.8218
13	4.1951	425.6392
14	4.1839	424.5028
15	4.1927	425.3956
16	4.1837	424.4825
17	4.1961	425.7406
18	4.1813	424.2390
19	4.1838	424.4926
20	4.1965	425.7812
ค่าเฉลี่ย	4.1856	424.6743

ตารางที่ 3.22 ผลการทดสอบน้ำหนักของผ้าพอลิโพรพิลีน เบอร์ 1000 x 1500 ดีเนียร์

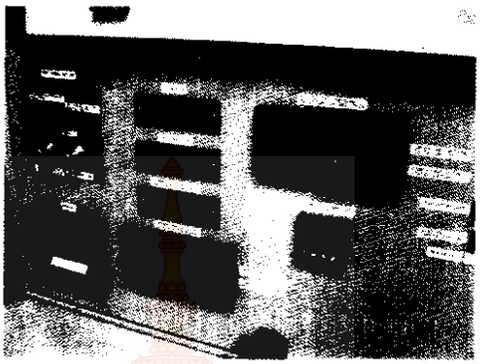
ครั้งที่ทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักผ้าที่คำนวณได้ (กรัม/ตารางเมตร)
1	4.1976	425.8928
2	4.1863	424.7463
3	4.1976	425.8928
4	4.1723	423.3258
5	4.1952	425.6493
6	4.2563	431.8486
7	4.1800	424.1071
8	4.1965	425.7812
9	4.1764	423.7418
10	4.1945	425.5783
11	4.1938	425.5073
12	4.1741	423.5085
13	4.2101	427.1611
14	4.1934	425.4667
15	4.2058	426.7248
16	4.1956	425.6899
17	4.1733	423.4273
18	4.2052	426.6639
19	4.2001	426.1465
20	4.1795	424.0564
ค่าเฉลี่ย	4.1942	425.5458

3.4.5 การทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ (Air permeability) ($L/m^2/s$) ทำการเตรียมผ้าทั้ง 3 โครงสร้างทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ ด้วยเครื่อง Frazil type auto air permeability tester (Model AP – 360D) ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็น $L/m^2/s$ ตามที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า

การทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ มีหน่วยในการวัดได้ 3 หน่วย แล้วแต่คุณลักษณะเฉพาะของผ้าว่าจะกำหนดให้ใช้หน่วยใด สามารถทำการเปลี่ยนหน่วยได้โดยการแทนค่าสูตร (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 737)

$L/m^2/s = cm^3/cm^2/s \times 10$

$L/dm^2/min = cm^3/cm^2/s \times 6$



ภาพที่ 3.16 เครื่อง Frazil type auto air permeability tester (Model AP – 360D)

ตารางที่ 3.23 ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้

ค่า Air Permeability ($L/m^2/s$)	$1000^D \times 1000^D$ / 57 x 20.5	$1000^D \times 1200^D$ / 57 x 21	$1000^D \times 1500^D$ / 54 x 19
ครั้งที่ 1	21.80	20.50	20.50
ครั้งที่ 2	23.10	21.80	21.80
ครั้งที่ 3	20.50	21.80	24.60
ครั้งที่ 4	18.90	21.80	21.80
ครั้งที่ 5	21.80	20.50	21.80
ครั้งที่ 6	20.50	21.80	20.50
ครั้งที่ 7	20.50	21.80	21.80
ครั้งที่ 8	23.30	21.80	21.80
ครั้งที่ 9	20.50	21.80	21.80
ครั้งที่ 10	20.50	21.80	21.80
ค่าเฉลี่ย	21.14	21.54	21.82

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การศึกษากระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน วิเคราะห์ผลโดยแบ่งเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลจากการทดสอบสมบัติของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

4.2 ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

4.3 ผลการทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม

4.1 ผลการทดสอบสมบัติของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

4.1.1 จากการทดสอบเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน ได้ผลสรุปเบอร์ของเส้นด้าย ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลสรุปของการทดสอบเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

เบอร์ของเส้นด้าย (ดีเนียร์)	เบอร์ของเส้นด้ายที่คำนวณได้ (ดีเนียร์)	ความแปรปรวน (%)
1000^{D}(118TPM)	1,045.6097	4.36
1000^{D}	1,016.1396	1.59
1200^{D}	1,222.1141	1.81
1500^{D}	1,536.2541	2.36

จากการทดสอบเบอร์ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนทั้ง 4 เบอร์พบว่า ค่าเฉลี่ยเบอร์ของเส้นด้ายยืนที่คำนวณได้มีความแปรปรวนไม่เกิน 5% ส่วนเส้นด้ายพุ่งมีค่าเฉลี่ยเบอร์ของเส้นด้ายมีความแปรปรวนไม่เกิน 2.5% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ

4.1.2 จากการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน โดยการคำนวณค่าการยืดตัว และค่าความแข็งแรง ได้ผลสรุปดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลสรุปจากการคำนวณค่าการยืดตัว และค่าความแข็งแรง ของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

เบอร์ของเส้นด้าย (ดีเนียร์)	การยืดตัว (%)	ความแข็งแรง (cN/Tex)
1000^{D} (118 TPM)	19.9397	63.2423
1000^{D}	21.7229	58.1460
1200^{D}	19.5257	52.7807
1500^{D}	18.2766	52.3119

จากการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีนทั้ง 4 เบอร์ พบว่า เส้นด้ายดังกล่าวมีความแข็งแรงไม่แตกต่างกัน เมื่อนำไปผลิตผ้าทอจะไม่มีผลกระทบต่ออัตราการขาดของเส้นด้าย

4.2 ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

ตารางที่ 4.3 ผลของโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

โครงสร้างเดิม (ก่อนการอบไอน้ำ)	โครงสร้างใหม่ (หลังการอบไอน้ำ)
$\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{52 \times 20}$	$\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$
$\frac{1000^{D} \times 1200^{D}}{52 \times 21}$	$\frac{1000^{D} \times 1200^{D}}{57 \times 21}$
$\frac{1000^{D} \times 1500^{D}}{52 \times 19}$	$\frac{1000^{D} \times 1500^{D}}{54 \times 19}$

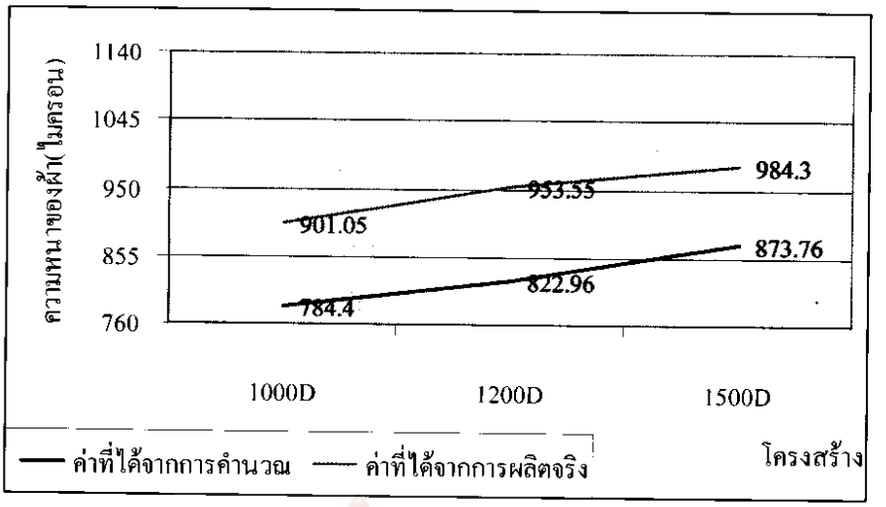
เมื่อนำผ้ากรองอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้นไปผ่านกระบวนการอบผ้าด้วยไอน้ำตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ 3.3.5 พบว่า ความร้อนจากไอน้ำมีผลทำให้โครงสร้างผ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเส้นด้ายยืนมีการหดตัวมากกว่าเส้นด้ายพุ่ง ทำให้จำนวนเส้นด้ายยืนต่อหน่วยในโครงสร้างมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เส้นด้ายพุ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากทั้ง 3 โครงสร้าง (ตารางที่ 4.3) ทั้งนี้เนื่องจากขณะทอผ้าเส้นด้ายยืนถูกดึงให้ตึงตลอดเวลา ทำให้มีความเค้นสะสมในเส้นด้ายยืนมาก เมื่อนำผ้าเข้าอบไอน้ำโดยไม่มีการขึงผ้าอีกต่อไป ทำให้เส้นด้ายยืนคลายความเค้นที่สะสมไว้ เมื่อผ้าแห้งเส้นด้ายยืนจึงหดตัวมาก ในทางกลับกันเส้นด้ายพุ่งรับแรงกระทำน้อยกว่าเส้นด้ายยืน จึงหดตัวน้อยกว่าเมื่อนำไปอบไอน้ำ

4.3 ผลการทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบความหนาของผ้าระหว่าง ความหนาของผ้าที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า, ความหนาของผ้าที่ได้จากการคำนวณ และความหนาของผ้าที่ได้จากการผลิตจริง แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความหนาของผ้า

ความหนาของผ้า(ไมครอน)	$\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$	$\frac{1000^{D} \times 1200^{D}}{57 \times 21}$	$\frac{1000^{D} \times 1500^{D}}{54 \times 19}$
ค่าที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า	760-1140	760-1140	760-1140
ค่าที่ได้จากการคำนวณ	784.40	822.96	873.76
ค่าที่ได้จากการผลิตจริง	901.05	953.55	984.30



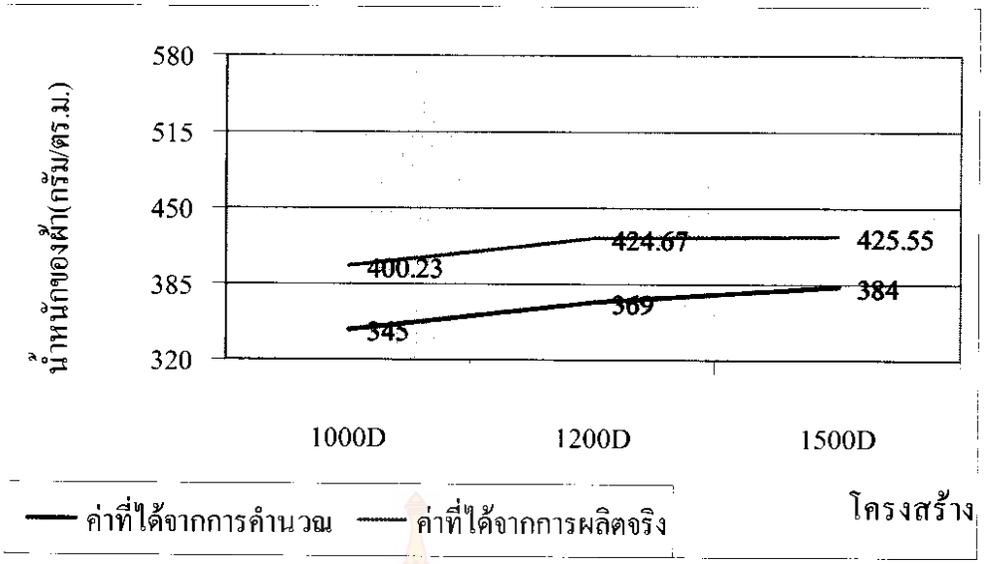
ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบความหนาของผ้า

เมื่อวัดความหนาของผ้ากรองที่ผลิตขึ้นและผ่านการอบไอน้ำทั้ง 3 โครงสร้างตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ 3.4.3 พบว่า ความหนาของผ้าที่ผลิตจริงสูงกว่าความหนาที่ได้จากการคำนวณเพื่อกำหนดโครงสร้างที่ได้กล่าวในข้อ 3.2.1 เนื่องจากโครงสร้างผ้ามีการเปลี่ยนแปลง โดยเส้นด้ายยืนหดตัวทำให้โครงสร้างแน่นขึ้นมีผลทำให้ผ้าหนากว่าที่คาดไว้ อย่างไรก็ตามความหนาของผ้ากรองอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 โครงสร้างยังอยู่ในเกณฑ์ตามคุณลักษณะของผ้ากรองประเภทนี้ (ตารางที่ 4.4)

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า ระหว่างน้ำหนักของผ้าที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า, น้ำหนักของผ้าที่ได้จากการคำนวณ และน้ำหนักของผ้าที่ได้จากการผลิตจริง แสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า

น้ำหนักของผ้า(กรัม/ตร.ม.)	$\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$	$\frac{1000^{D} \times 1200^{D}}{57 \times 21}$	$\frac{1000^{D} \times 1500^{D}}{54 \times 19}$
ค่าที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า	320-580	320-580	320-580
ค่าที่ได้จากการคำนวณ	345.00	369.00	384.00
ค่าที่ได้จากการผลิตจริง	400.23	424.67	425.55



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า

ผลการชั่งน้ำหนักผ้ากรองอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้นและผ่านการอบไอน้ำตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ 3.4.4 พบว่า ทุกโครงสร้างมีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักผ้าที่ประเมินจากการคำนวณเพื่อกำหนดโครงสร้างที่กล่าวในข้อ 3.2.2 โดยใช้สูตรในการคำนวณตามตารางที่ 3.11 อย่างไรก็ตามน้ำหนักผ้าที่ผลิตได้ทั้ง 3 โครงสร้าง ยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 4.5) ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างผ้ามีการหดตัวตามแนวด้ายยืนหลังการอบไอน้ำ

4.3.3 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้ากรอง ก่อนและหลังการแช่สารละลายกรด-เบส

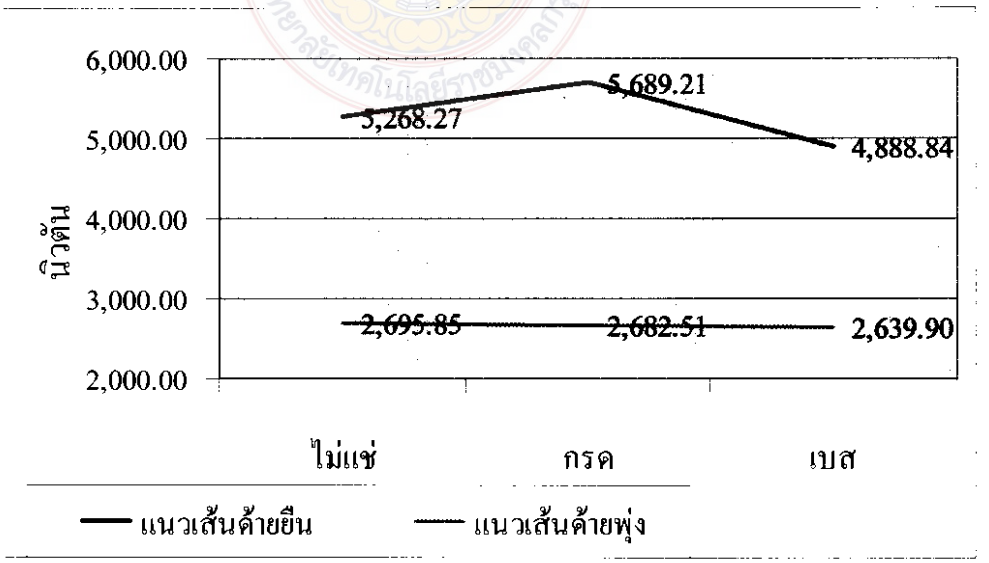
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบค่าความแข็งแรงของผ้าโดยเปรียบเทียบก่อน และหลังการแช่สารละลาย

ชิ้นทดสอบ	ไม่ผ่านการแช่สาร	แช่สารละลาย	
		กรด (pH = 1)	เบส (pH = 13)
ทดสอบแนวเส้นด้ายยืน	5,268.27	5,689.21	4,888.84
ทดสอบแนวเส้นด้ายพุ่ง	2,695.85	2,682.51	2,639.90

ตารางที่ 4.7 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงก่อนและหลังการแช่สารละลาย

ชิ้นทดสอบ	แช่สารละลาย	
	กรด (pH = 1)	เบส (pH = 13)
ทดสอบแนวเส้นด้ายยืน	+7.99%	-7.20%
ทดสอบแนวเส้นด้ายพุ่ง	-0.49%	-2.07%

เมื่อนำผ้ากรองที่ผลิตได้และผ่านการอบไอน้ำโครงสร้าง $\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$ ไปทดสอบความแข็งแรงดึง โดยเปรียบเทียบความแข็งแรงดึงก่อนและหลังการแช่ผ้าในสารละลายกรด-เบส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยงานวิจัยนี้ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (ph=1) และใช้สารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ph=13) และพบว่า ความแข็งแรงดึงตามแนวด้ายยืนเพิ่มขึ้นถึง 7.99% เมื่อแช่ผ้าในสารละลายกรด แต่ลดลงถึง 7.20% เมื่อแช่สารละลายเบส (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่ความแข็งแรงดึงตามแนวเส้นด้ายพุ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ลดลง 0.49%) เมื่อแช่ในสารละลายกรด และลดลง 2.07% เมื่อแช่ในสารละลายเบส จะเห็นว่า สารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อความแข็งแรงของเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน



ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงก่อนและหลังการแช่สารละลาย

4.3.4 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก

การวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (T_m) ของพอลิโพรพิลีนในโครงสร้างผ้ากรองทั้ง 3 โครงสร้างตามที่กล่าวในข้อ 3.4.2 แสดงในตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า อุณหภูมิหลอมตัวผลึกของพอลิโพรพิลีนใกล้เคียงกัน แสดงว่ากระบวนการทอและการอบผ้าด้วยไอน้ำไม่มีผลต่อโครงสร้างระดับโมเลกุลของพอลิโพรพิลีน

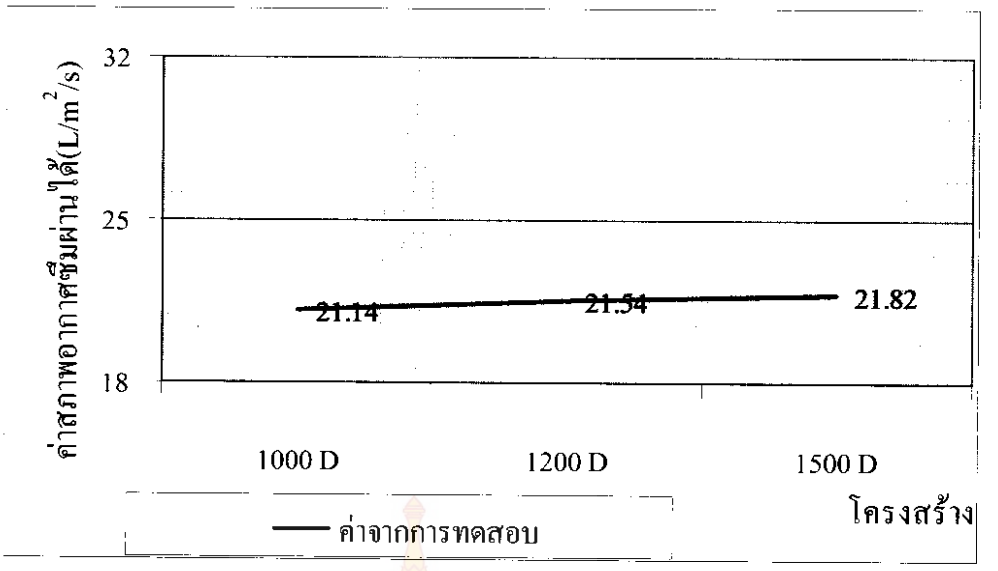
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก

โครงสร้างผ้า	$\frac{1000^D \times 1000^D}{57 \times 20.5}$	$\frac{1000^D \times 1200^D}{57 \times 21}$	$\frac{1000^D \times 1500^D}{54 \times 19}$
อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (°C)	171.92	171.59	174.20

4.3.5 ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้

โครงสร้างผ้า	$\frac{1000^D \times 1000^D}{57 \times 20.5}$	$\frac{1000^D \times 1200^D}{57 \times 21}$	$\frac{1000^D \times 1500^D}{54 \times 19}$
ค่าที่ระบุในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า	18-32	18-32	18-32
ค่าที่ได้จากการทดสอบ	21.14	21.54	21.82



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้

เมื่อนำผ้ากรองที่ผลิตได้และผ่านการอบไอน้ำทั้ง 3 โครงสร้างไปทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ตามวิธีที่กล่าวในข้อ 3.4.5 ได้ผลดังตารางที่ 4.9 โดยทั้ง 3 โครงสร้างยอมให้อากาศซึมผ่านได้ 21.14, 21.54 และ 21.82 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามคุณลักษณะเฉพาะของผ้ากรองอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม การยอมให้อากาศซึมผ่านมากน้อยนั้น เป็นผลเนื่องมาจากความหนาแน่นของเส้นด้ายบนผิวผ้าเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากโครงสร้างลายทอหรือการขัดกันของเส้นด้ายยืนและพุ่ง โครงสร้างที่มีความหนาแน่นสูงย่อมมีช่องเปิดน้อยกว่าโครงสร้างที่มีค่าความหนาแน่นต่ำ วิธีการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น สามารถใช้วิธีการคำนวณตามสูตรต่อไปนี้

$$CT(\%) = ((C_1 + C_2) - (C_1 \times C_2)) \times 100$$

$$C_1 = d_1 n_1 \ , \quad d_1 = \frac{1}{28\sqrt{N}}$$

$$C_2 = d_2 n_2 \ , \quad d_2 = \frac{1}{28\sqrt{N}}$$

$n_1\ n_2$ = ค่าความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้ว

$N_1\ N_2$ = เบอร์เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง (เบอร์ด้ายฝ้ายของอังกฤษ)

จากโครงสร้างผ้า $\frac{1000^{D} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$ นำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่น โดยแทนค่าสูตร ดังนี้

$$CT(\%) = \left(\frac{1x57}{28\sqrt{5.315}} + \frac{1x20.5}{28\sqrt{5.315}}\right) - \left(\frac{1x57}{28\sqrt{5.315}} x \frac{1x20.5}{28\sqrt{5.315}}\right) x100$$

$$= \left(\frac{57}{64.55} + \frac{20.5}{64.55}\right) - \left(\frac{57}{64.55} x \frac{20.5}{64.55}\right) x100$$

$$= ((0.8830+0.3176) - (0.8830x0.3176)) \, x100$$

$$= (1.2006-0.2804) \, x100$$

$$= 92.02\%$$

จากโครงสร้างผ้า $\frac{1000^{D} \, x \, 1200^{D}}{57 \quad x \quad 21}$ นำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่น โดยแทนค่าสูตร ดังนี้

$$CT(\%) = \left(\frac{1x57}{28\sqrt{5.315}} + \frac{1x21}{28\sqrt{4.429}}\right) - \left(\frac{1x57}{28\sqrt{5.315}} x \frac{1x21}{28\sqrt{4.429}}\right) x100$$

$$= ((0.8830+0.3564) - (0.8830x0.3564)) \, x100$$

$$= (1.2394-0.3147) \, x100$$

$$= 92.47\%$$

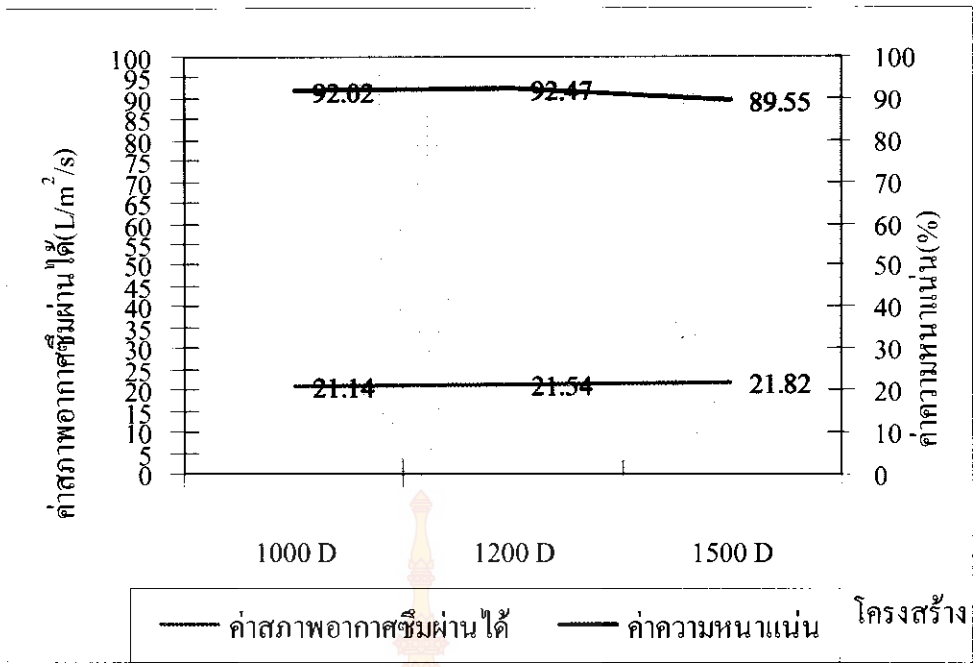
จากโครงสร้างผ้า $\frac{1000^{D} \, x \, 1500^{D}}{54 \quad x \quad 19}$ นำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่น โดยแทนค่าสูตร ดังนี้

$$CT(\%) = \left(\frac{1x54}{28\sqrt{5.315}} + \frac{1x19}{28\sqrt{3.543}}\right) - \left(\frac{1x54}{28\sqrt{5.315}} x \frac{1x19}{28\sqrt{3.543}}\right) x100$$

$$= ((0.8366+0.3605) - (0.8366x0.3605)) \, x100$$

$$= (1.1971-0.3016) \, x100$$

$$= 89.55\%$$



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้และค่าความหนาแน่น

ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปิดคลุมผิวผ้าของผ้ากรองที่ผลิตขึ้นจากเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน โดยใช้เส้นด้ายพุ่งที่มีขนาดต่างกัน กับค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ จะเห็นว่า เมื่อจำนวนเส้นด้ายยืนในโครงสร้างเท่ากัน (57 เส้น/นิ้ว) เส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1000 ดีเนียร์ และ 1200 ดีเนียร์ มีความถี่ไม่แตกต่างกัน (20.5 และ 21 เส้นต่อนิ้วตามลำดับ) ดังนั้นการยอมให้อากาศซึมผ่านได้จึงมีค่าใกล้เคียงกันคือ 21.14 และ 21.54 ($L/m^2/s$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นที่เกือบเท่ากันคือ 92.02 และ 92.47 แต่เมื่อจำนวนเส้นด้ายพุ่งมีเบอร์ใหญ่ขึ้นถึง 1500 ดีเนียร์ มีผลทำให้ความถี่เปลี่ยนแปลงทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง กล่าวคือ จำนวนเส้นด้ายยืนลดลงเหลือ 54 เส้นต่อนิ้ว และจำนวนเส้นด้ายพุ่งลดลงเหลือ 19 เส้นต่อนิ้ว มีผลกระทบโดยตรงต่อค่าความหนาแน่นคือ ทำให้ค่าความหนาแน่นลดลงเหลือเพียง 89.55 แสดงว่าช่องเปิดมีมากขึ้นจึงสอดคล้องกับค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ที่มากขึ้นเป็น 21.82 ($L/m^2/s$)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรม โดยได้รับคุณลักษณะเฉพาะของผ้า นำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น ค่าต่างๆที่ระบุ จะต้องทำการทดสอบและแสดงผล เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า

ด้านทดสอบค่าความแข็งแรงของผ้าโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการแช่สารละลาย เมื่อนำผ้ากรองที่ผลิตได้และผ่านการอบไอน้ำ ไปทดสอบความแข็งแรงดึง พบว่า ความแข็งแรงดึงของผ้าที่ผ่านการแช่สารละลายกรดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่ผ้าที่ผ่านการแช่สารละลายเบสมีผลต่อความแข็งแรงดึงของผ้า

ด้านการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (T_m) ของพอลิโพรพิลีนในโครงสร้างผ้ากรองทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า อุณหภูมิหลอมตัวผลึกของพอลิโพรพิลีนมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า กระบวนการทอและการอบไอน้ำไม่มีผลต่อโครงสร้างระดับโมเลกุลของพอลิโพรพิลีน

ด้านค่าความหนาของผ้าที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า 950+/-190 (760-1140) ไมครอน จากการทดสอบค่าความหนาของผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความหนาของผ้าเท่ากับ 901.05 , 953.33 และ 984.30 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยของความหนาของผ้าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ด้านน้ำหนักของผ้าที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า 450+/-130 (320-580) กรัม/ตารางเมตร จากการทดสอบน้ำหนักของผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของผ้าเท่ากับ 400.23 , 424.67 และ 425.55 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของผ้าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ด้านค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า 25+/-7 (18-32) $L/m^2/s$ จากการทดสอบผ้า ทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้เท่ากับ 21.14 , 21.54 และ 21.82 $L/m^2/s$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากปัญหาสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำเสียนับวันจะเพิ่มมากขึ้น โดยที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ออกกฎหมายควบคุมให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้น ผ้ากรองจึงเป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม จากที่ผ่านมาโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆที่ใช้ผ้ากรอง ได้ซื้อผ่านตัวแทนจำหน่าย โดยที่ตัวแทนจำหน่ายนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งดูได้จากข้อมูลการนำเข้าผ้ากรองในแต่ละปีมีค่าที่สูงมาก ดังนั้น ถ้าทำการผลิตได้เองภายในประเทศ จะสามารถทดแทนการนำเข้าได้ และยังสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปเป็นแนวทางในการผลิตผ้ากรองโดยใช้เส้นใยอื่นๆได้อีก เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

จากการวิจัย พบว่า ผ้าทั้ง 3 โครงสร้างมีผลการทดสอบทุกค่าผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า ค่าการทดสอบที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรก คือ ค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ จากค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า ผ่านตามเกณฑ์ของคุณลักษณะเฉพาะของผ้าทุกโครงสร้าง แต่จากการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า โครงสร้าง $1000^{D}x1200^{D}$ มีค่าความหนาแน่นของผ้ามากที่สุด คือ 92.47% ในขณะที่ค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของโครงสร้างนี้มีค่าเท่ากับ 21.54 $L/m^2/s$ ซึ่งค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของผ้าทั้ง 3 โครงสร้างที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยนั้น ถือว่าไม่มีนัยสำคัญ เพราะค่าที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้านั้นมีช่วงความแปรปรวนอยู่ที่ 7

เมื่อพิจารณาผ้าทั้ง 3 โครงสร้าง พบว่า โครงสร้าง $1000^{D}x1000^{D}$ มีค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของผ้าน้อยที่สุด และค่าการทดสอบอื่นๆ พบว่า น้ำหนักของผ้าและความหนาของผ้าก็มีค่าน้อยที่สุด แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า โครงสร้างนี้จึงเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด และเมื่อพิจารณาถึงเรื่องของต้นทุนของผ้า พบว่า มีต้นทุนที่น้อยที่สุด แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต

	1000^{D} x 1000^{D}	1000^{D} x 1200^{D}	1000^{D} x 1500^{D}
	52 x 20	52 x 21	52 x 19
น้ำหนักของผ้า(ปอนด์/หลา)	1.0616	1.1345	1.1808
ราคาวัตถุดิบ(บาท/ปอนด์)	40	40	40
ต้นทุนวัตถุดิบ(บาท/หลา)	42.46	45.38	47.23
ค่าแรงทอ(บาท/หลา)	2.00	2.10	1.90
ต้นทุนวัตถุดิบและค่าแรงทอ(บาท/หลา)	44.46	47.48	49.13

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย พบว่า การผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมสามารถผลิตได้ตรงตาม คุณลักษณะเฉพาะของผ้าที่กำหนด อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่อไปยังผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาและพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมในครั้งต่อไป

5.3.1 นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผ้าโดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่แตกต่าง แต่ให้ค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

5.3.2 ทำการคำนวณในเรื่องของต้นทุนผ้ากรอง เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนผ้ากรองที่นำเข้าจากต่างประเทศกับผ้ากรองที่ผลิตภายในประเทศ

บรรณานุกรม

มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541. **วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: หอรัตนชัยการพิมพ์

ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541. **คู่มือวิชาการสิ่งทอ โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551. **เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คราฟแมนเพรส

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาธิต พุทธชัยยงค์. 2532. **การผลิตและการพัฒนาผ้าทอ**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สาธิต พุทธชัยยงค์. 2542. **เอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรสิ่งทอ "ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ"** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

อัจฉราพร ไศละสูต และ ชิเงรุ วาตานาเบ. 2520. **วิศวกรรมสิ่งทอ**. กรุงเทพฯ: KINMEI PRINTING CO.,LTD.

อัจฉราพร ไศละสูต. 2539. **ความรู้เรื่องผ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ต้นไทรการพิมพ์

Wu, C-.S., Hong, Y.-S., and Wang, R.-H. 2008. "The influence of uniaxial tensile on the pore size and filtration characteristics of geotextiles". **Geotextiles and Geomembranes**. 26. 250–262.

Lee, K.M., Jo, Y.M., Lee, J.H., and Raper, J.A. 2008. "Assessment of surface and depth filter by filter quality". **Powder Technology.** 185. 187–194.

Salvador, M.D., Amigo, V., Vidal, M.J., Ribes, A., and Contat, L. 2003. "Evaluation of chemical degradation of commercial polypropylene". **Journal of Materials Processing Technology.** 143-144. 693-697.

Carvelli, V., Carozza, C., and Poggi, C. 2008. "Mechanical modeling of monofilament technical textiles". **Computational Materials Science.** 42. 679-691.

Sanchez, J.R., Rodriguez, J.M., Alvaro, A., and Estevez, A.M. 1997. "Comparative study of different fabrics in the filtration of an aerosol using more complete filtration indexes". **Filtration & Separation.** 593.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Thanomsilp, C., and Hogg, P.J. 2003. "Penetration impact resistance of hybrid composites based on commingled yarn fabrics". **Composites Science and Technology.** 63. 467-482.

Barany, T., Izer, A., and Karger-Kocsis, J. 2009. "Impact resistance of all-polypropylene composites composed of alpha and beta modifications". **Polymer Testing.** 28. 176-182.

ภาคผนวก ก

หจก. โรงงานประดิษฐ์กรณ์เท็กซ์ไทล์
P.D.K. Textile Factory Ltd., Part.

PP Fabric Specifications

Model	**05-22-450 K**
Material	**Polypropylene**
pH Resistance	**1-13**
Thermal Resistance	**90 C max**
Thickness (micron)	**950+/-190**
Weight (g/m2)	**450+/-130**
Warp (เส้นยืน)	**Multi**
Weft (เส้นนอน)	**Multi**
Weave	**Plain**
Air Permeability (l/m2/s)	**25+/-7**

276-8 ถนนเสือป่า เขตป้อมปราบ กรุงเทพฯ 10100-11 โทร. 0-2225-1122-6 แฟกซ์ 0-2225-6655
276-8 Suapa Road, Khet Pomprab Bangkok. 10100-11 Tel.: 0-2225-1122-6 Fax : 0-2225-6655
e-mail : info@pdk.co.th

ภาคผนวก ข

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันสิ่งทอแห่งประเทศไทย

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	หมายเลขรายงานผล :	R 00067/52
	2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210	หมายเลขใบคำขอทดสอบ :	10579
วันที่รับตัวอย่าง :	13/03/52	วันที่ออกรายงานผล :	24/03/52
วันที่เริ่มทดสอบ :	18/03/52	หน้า :	1/1

หมายเลขตัวอย่าง	ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00067-1/52	โครงสร้าง $\frac{1000^{S} \times 1000^{D}}{57 \times 20.5}$ ไม่ผ่านการแช่สาร

	R 00067-1/52
ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 5035 : 2006	
แรงดึงขาด (นิวตัน)	
- แนวเส้นด้ายยืน	5,268.27
- แนวเส้นด้ายพุ่ง	2,695.85

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566)
- สภาวะของชิ้นทดสอบ : อุณหภูมิ 21±1 °C. ความชื้นสัมพัทธ์ 65±2%
- ชิ้นทดสอบถูกเตรียมโดยผู้ขอรับบริการ

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ	ผู้อนุมัติ
(นางทิพวรรณ พานิชการ)	(นางสาวพีรพร พละพลีวัลย์)
(นักวิทยาศาสตร์)	(ผู้อำนวยการศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110.
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	หมายเลขรายงานผล :	R 00068/52
	2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210	หมายเลขใบคำขอทดสอบ :	09043
วันที่รับตัวอย่าง :	13/03/52	วันที่ออกรายงานผล :	24/03/52
วันที่เริ่มทดสอบ :	18/03/52	หน้า :	1/1

หมายเลขตัวอย่าง	ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00068-1/52	โครงสร้าง $\frac{1000^{a}x1000^{b}}{57x20.5}$ แช่กรด pH = 1

	R 00068-1/52
ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 5035 : 2006	
แรงดึงขาด (นิวตัน)	
- แนวเส้นด้ายยืน	5,689.21
- แนวเส้นด้ายพุ่ง	2,682.51

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566)
- สภาวะของชิ้นทดสอบ : อุณหภูมิ 21±1°C, ความชื้นสัมพัทธ์ 65±2%
- ชิ้นทดสอบถูกเตรียมโดยผู้ขอรับบริการ

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(นางสาวพีรพร พละพลีวัลย์)
(ผู้อำนวยการศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ)

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

F-QT7 Rev.10, 12 ธ.ค. 50, 1/1

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันสิ่งทอ

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210	หมายเลขรายงานผล :	R 00069/52
		หมายเลขใบคำขอทดสอบ :	09043
วันที่รับตัวอย่าง :	13/03/52	วันที่ออกรายงานผล :	20/03/52
วันที่เริ่มทดสอบ :	18/03/52	หน้า :	1/1

หมายเลขตัวอย่าง	ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00069-1/52	โครงสร้าง $\frac{1000^{3}\text{x}1000^{2}}{57\text{x}20.5}$ แช่ด่าง pH = 13

	R 00069-1/52
ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 5035 : 2006	
แรงดึงขาด (นิวตัน)	
- แนวเส้นด้ายยืน	4,888.84
- แนวเส้นด้ายพุ่ง	2,639.90

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566)
- สภาวะของชิ้นทดสอบ : อุณหภูมิ 21±1°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 65±2%
- ชิ้นทดสอบถูกเตรียมโดยผู้ขอรับบริการ

****

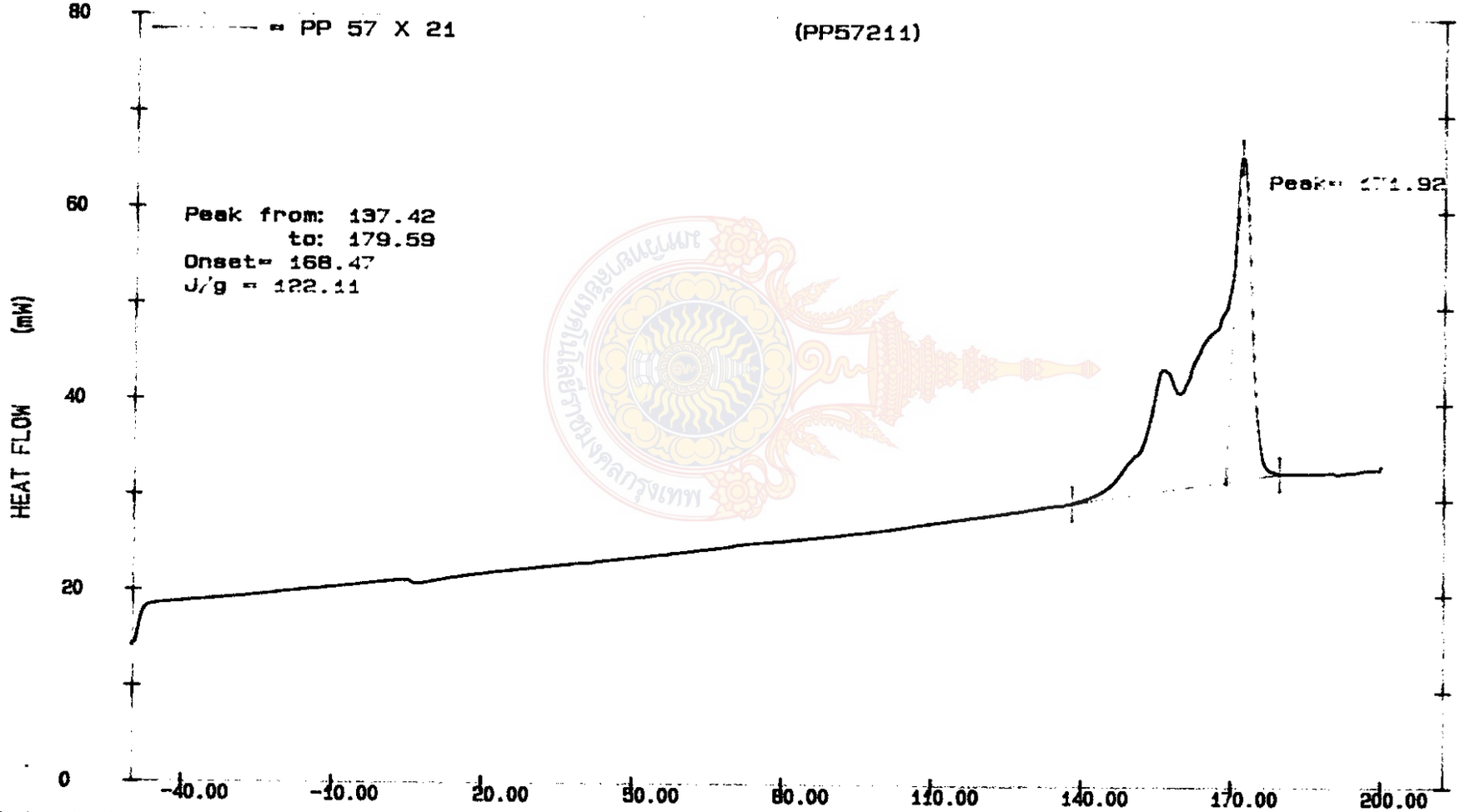
ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางสาวพรพิมล เงาแสงธรรม)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

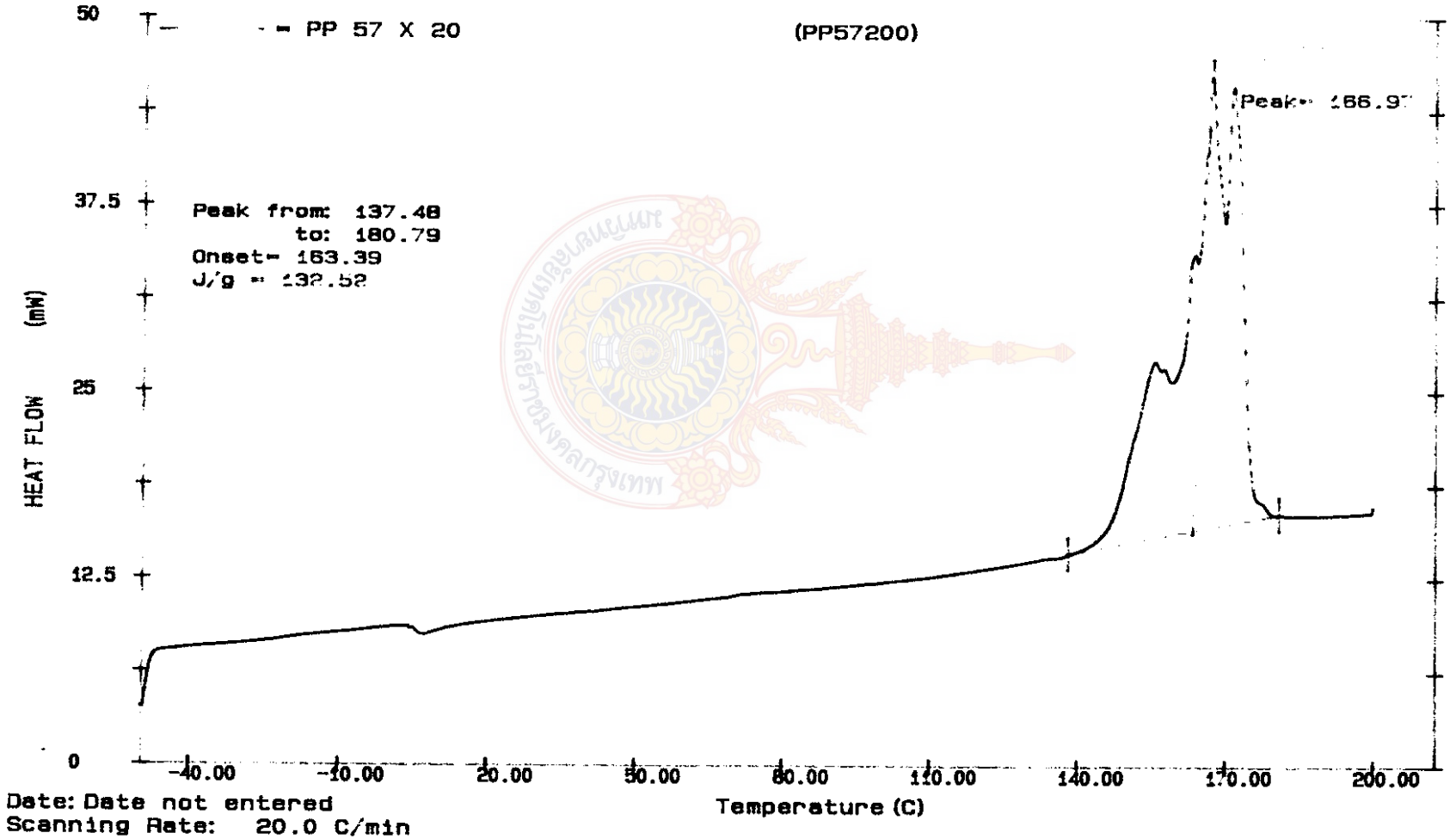
(นางสาวพีรพร พละพลิวัลย์)
(ผู้อำนวยการศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ)

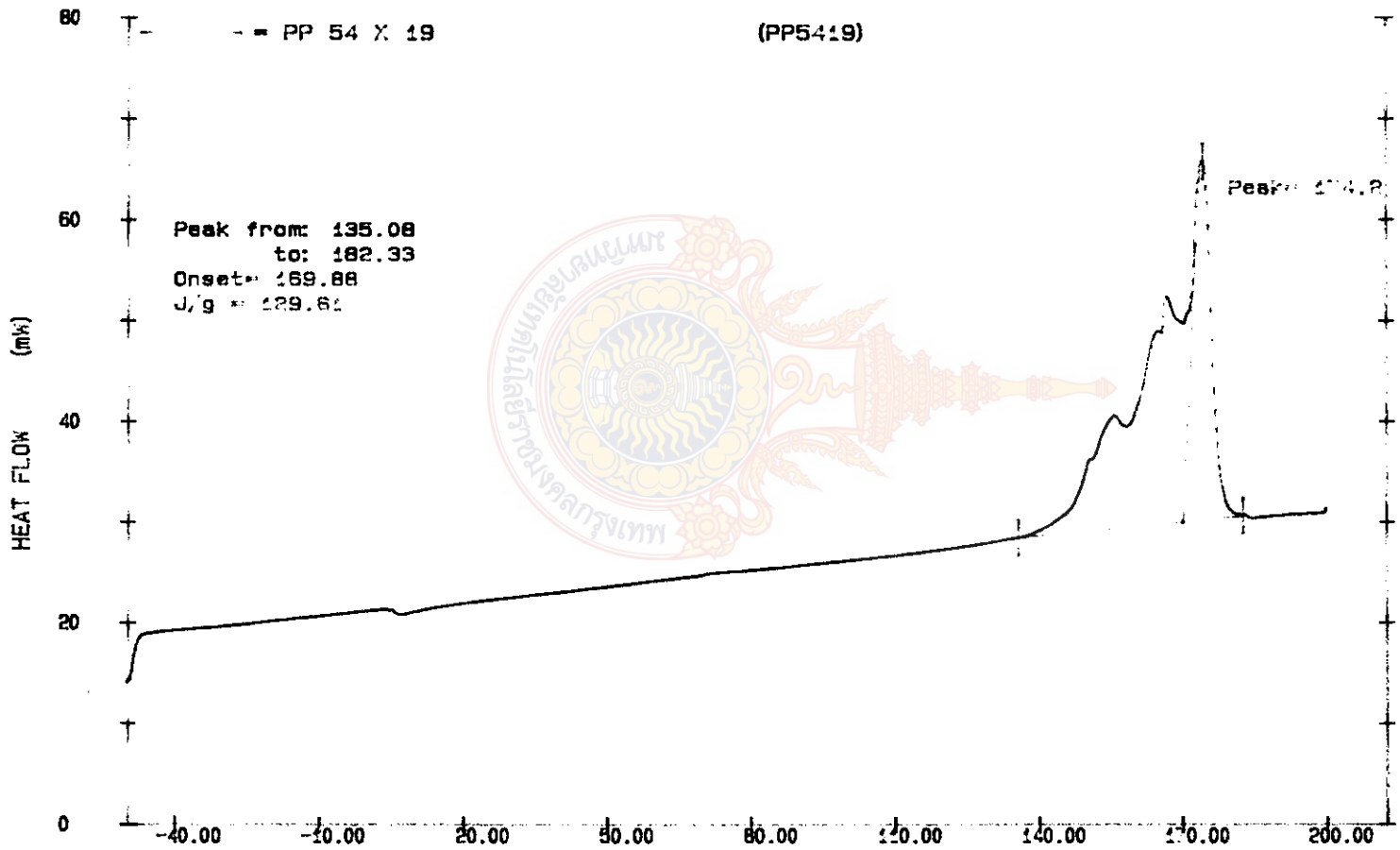
17129



Date: Date not entered
Scanning Rate: 20.0 C/min
Sample Wt: 9.400 mg Path: c:\
File 1: PP57211 PK

PERKIN-ELMER DSC7


50
37.5
25
12.5
0
HEAT FLOW (mW)
- = PP 57 X 20
(PP57200)
Peak from: 137.48
to: 180.79
Onset= 163.39
J/g = 132.52
Peak= 166.97
-40.00
-10.00
20.00
50.00
80.00
110.00
140.00
170.00
200.00
Temperature (C)
Date: Date not entered
Scanning Rate: 20.0 C/min
Sample Wt: 9.500 mg Path: c:\
File 1: PP57200 PK
PERKIN-ELMER DSC7



Date: Date not entered
Scanning Rate: 20.0 C/min
Sample Wt: 11.200 mg Path: c:\
File 1: PP5419 PK

PERKIN-ELMER DSC

F-017T Rev.10, 12 ธ.ค. ..

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันสิ่งทอแห่งประเทศไทย

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210

หมายเลขรายงานผล : R 00003/52
หมายเลขใบคำขอทดสอบ : 10577
วันที่ออกรายงานผล : 09/01/52
หน้า : 1/1

วันที่รับตัวอย่าง : 06/01/52
วันที่เริ่มทดสอบ : 07/01/52

หมายเลขตัวอย่าง | ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00003-1/52 | ผ้ากรองอุตสาหกรรม $\frac{1000^{S} \times 1000}{57 \times 20.5}$ ลายขัดตัดแปลง

	R 00003-1/52		
การซึมผ่านของอากาศ : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 737 : 2004			
การซึมผ่านของอากาศ	$cm^3/cm^2/s$	$L/dm^2/min$	$L/m^2/s$
- ครั้งที่ 1	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 2	2.31	13.86	23.10
- ครั้งที่ 3	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 4	1.89	11.34	18.90
- ครั้งที่ 5	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 6	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 7	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 8	2.33	13.98	23.3
- ครั้งที่ 9	2.05	12.30	20.5
- ครั้งที่ 10	2.05	12.30	20.5
ค่าเฉลี่ย	2.11	12.68	21.12

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : FRAZIL TYPE AUTO AIR PERMEABILITY TESTER (MODEL AP-360D)
- ความแตกต่างของแรงดันระหว่างผิวหน้าทั้ง 2 ด้าน = 12.7 มิลลิเมตรของน้ำ

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(ดร. นราพร รังสิมันตกุล)
(นักวิชาการสิ่งทออาวุโส)

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile institute.

F-017T Rev.10, 12 ธ.ค. 50

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันวิทยาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	หมายเลขรายงานผล :	R 00004/52
	2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210	หมายเลขใบคำขอทดสอบ:	10577
		วันที่ออกรายงานผล :	09/01/52
วันที่รับตัวอย่าง :	06/01/52	หน้า :	1/1
วันที่เริ่มทดสอบ :	07/01/52		

หมายเลขตัวอย่าง ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)

R 00004-1/52 ผ้ากรองอุตสาหกรรม $\frac{1000^{S} \times 1200}{57 \times 21}$ ลายขัดดัดแปลง

	R 00004-1/52		
การซึมผ่านของอากาศ : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 737 : 2004			
การซึมผ่านของอากาศ	$cm^3/cm^2/s$	$L/dm^2/min$	$L/m^2/s$
- ครั้งที่ 1	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 2	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 3	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 4	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 5	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 6	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 7	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 8	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 9	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 10	2.18	13.08	21.80
ค่าเฉลี่ย	2.15	12.92	21.54

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : FRAZIL TYPE AUTO AIR PERMEABILITY TESTER (MODEL AP-360D)
- ความแตกต่างของแรงดันระหว่างผิวหน้าทั้ง 2 ด้าน = 12.7 มิลลิเมตรของน้ำ

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(ดร. นราพร รังสิมันตกุล)
(นักวิชาการสิ่งทออาวุโส)

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

F-017T Rev.10, 12 S.A. 55

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันสิ่งทอแห่งประเทศไทย

Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(662) 7135492-9 Fax. (662) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10210

หมายเลขรายงานผล : R 00103/51
หมายเลขใบคำขอทดสอบ: 09044
วันที่ออกรายงานผล : 06/11/51
หน้า : 1/1

วันที่รับตัวอย่าง : 03/11/51
วันที่เริ่มทดสอบ : 03/11/51

หมายเลขตัวอย่าง ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00103-1/51 ผ้ากรองอุตสาหกรรม 1000D x 1500D / 54 x 19 ลายที่ 3

FIBER CONTENT : POLYPROPYLENE

	R 00103-1/51		
การซึมผ่านของอากาศ : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 737 : 2004			
การซึมผ่านของอากาศ	$cm^3/cm^2/s$	$L/dm^2/min$	$L/m^2/s$
- ครั้งที่ 1	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 2	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 3	2.46	14.76	24.60
- ครั้งที่ 4	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 5	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 6	2.05	12.30	20.50
- ครั้งที่ 7	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 8	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 9	2.18	13.08	21.80
- ครั้งที่ 10	2.18	13.08	21.80
ค่าเฉลี่ย	2.18	13.09	21.82

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : FRAZIL TYPE AUTO AIR PERMEABILITY TESTER (MODEL AP-360D)
- ความแตกต่างของแรงดันระหว่างผิวหน้าทั้ง 2 ด้าน = 12.7 มิลลิเมตรของน้ำ

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(นางสาวพีรพร พละพลีวัลย์)
(ผู้อำนวยการศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ)

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

ภาคผนวก ค

หน้า ๒๓
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๘๑ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๕๐

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๕๐

เพื่อให้การปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗ และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๘ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ชัดเจน และป้องกันการเกิดข้อโต้แย้งเกี่ยวกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมทั้งสองฉบับดังกล่าว กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงเห็นควรกำหนดหลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๕๐ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗ และให้ใช้ประกาศฉบับนี้แทน

ข้อ ๒ น้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗ และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๘ ไม่หมายความรวมถึงน้ำหล่อเย็น (Cooling Water) จากกระบวนการหล่อเย็นซึ่งเป็นการระบายความร้อนเท่านั้นและไม่มีการปนเปื้อนในกระบวนการที่ทำให้เกิดความสกปรกในรูปของบีโอดีหรือซีโอดี

ข้อ ๓ ให้โรงงานที่กำหนดตามข้อ ๒ แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗ และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่อง

อุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๘ ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

ข้อ ๓.๑ โรงงานที่ต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดี ได้แก่

๓.๑.๑ โรงงานลำดับที่ ๔ ประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งไม่ใช่สัตว์น้ำ

๓.๑.๒ โรงงานลำดับที่ ๕ ประกอบกิจการเกี่ยวกับนม

๓.๑.๓ โรงงานลำดับที่ ๖ ประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์น้ำ

๓.๑.๔ โรงงานลำดับที่ ๗ ประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์

๓.๑.๕ โรงงานลำดับที่ ๘ ประกอบกิจการเกี่ยวกับผัก พืช หรือผลไม้

๓.๑.๖ โรงงานลำดับที่ ๙ ประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืชหรือหัวพืช

๓.๑.๗ โรงงานลำดับที่ ๑๐ ประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้ง

๓.๑.๘ โรงงานลำดับที่ ๑๑ ประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำตาล ซึ่งทำจากอ้อย บีช หญ้าหวาน หรือพืชอื่นๆ ที่ให้ความหวาน

๓.๑.๙ โรงงานลำดับที่ ๑๓ ประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหาร

๓.๑.๑๐ โรงงานลำดับที่ ๑๕ ประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์

๓.๑.๑๑ โรงงานลำดับที่ ๑๖ ต้ม กลั่น หรือผสมสุรา

๓.๑.๑๒ โรงงานลำดับที่ ๑๗ ผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งไม่ใช่เอทิลแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากกากซัลไฟต์ในการทำเยื่อกระดาษ

๓.๑.๑๓ โรงงานลำดับที่ ๑๙ ประกอบกิจการเกี่ยวกับมอลต์หรือเบียร์

๓.๑.๑๔ โรงงานลำดับที่ ๒๐ ประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำดื่ม เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ น้ำอัดลม หรือน้ำแร่

๓.๑.๑๕ โรงงานลำดับที่ ๕๒ ประกอบกิจการเกี่ยวกับยาง

ข้อ ๓.๒ โรงงานที่ต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าซีโอดี ได้แก่

๓.๒.๑ โรงงานลำดับที่ ๒๒ ประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งไม่ใช่ใยหิน

๓.๒.๒ โรงงานลำดับที่ ๒๔ ถักผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้าย หรือเส้นใย หรือฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มที่ถักด้วยด้ายหรือเส้นใย

๓.๒.๓ โรงงานลำดับที่ ๒๕ หมัก ชำแหละ อบ ป่นหรือบด ขัดและแต่งแต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์

๓.๒.๔ โรงงานลำดับที่ ๓๘ ผลิตเยื่อ หรือกระดาษ

๓.๒.๕ โรงงานลำดับที่ ๔๐ ประกอบกิจการเกี่ยวกับเยื่อ กระดาษ หรือกระดาษแข็ง

๓.๒.๖ โรงงานลำดับที่ ๔๒ ประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งไม่ใช่ปุ๋ย

๓.๒.๗ โรงงานลำดับที่ ๔๔ ประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตยางเรซิน สังเคราะห์ ยางอีลาสโตเมอร์พลาสติก หรือเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งไม่ใช่ใยแก้ว

๓.๒.๘ โรงงานลำดับที่ ๔๕ กลั่นน้ำมันปิโตรเลียม

ข้อ ๓.๓ โรงงานลำดับที่ ๑๐๑ ต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าซีโอดีหรือเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าซีโอดีและเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีทั้งสองอย่าง ดังนี้

๓.๓.๑ โรงงานลำดับที่ ๑๐๑ ที่รับน้ำเสียจากโรงงานในข้อ ๓.๑ ให้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดี

๓.๓.๒ โรงงานลำดับที่ ๑๐๑ ที่รับน้ำเสียจากโรงงานในข้อ ๓.๒ ให้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าซีโอดี

๓.๓.๓ โรงงานลำดับที่ ๑๐๑ ที่รับน้ำเสียจากโรงงานในข้อ ๓.๑ และข้อ ๓.๒ ให้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีและซีโอดี

โรงงานลำดับอื่น ๆ นอกเหนือจากข้อ ๓ หรือในกรณีที่มีเหตุอันสมควรต้องวินิจฉัยว่าจะต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าใด ให้ขอความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อ ๔ เครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีหรือเครื่องตรวจวัดค่าซีโอดีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ข้อ ๔.๑ การตรวจวัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดีจะต้องใช้ระยะเวลาในการตรวจวัดและรายงานผล ไม่มากกว่า ๓๐ นาทีต่อ ๑ ตัวอย่าง

ข้อ ๔.๒ ผลการตรวจวัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดีจะต้องมีความคลาดเคลื่อนตามตารางที่ ๑ และตารางที่ ๒ เมื่อเทียบกับผลการตรวจวัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดีที่ได้จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของหน่วยงานราชการหรือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชนที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยการขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน

ตารางที่ ๑ ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าบีโอดีเมื่อเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ

ช่วงค่าบีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าบีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๒๐	± ๗.๐
มากกว่า ๒๐ ถึง ๒๕	± ๗.๕
มากกว่า ๒๕ ถึง ๓๐	± ๕.๖
มากกว่า ๓๐ ถึง ๓๕	± ๑๑.๔
มากกว่า ๓๕ ถึง ๔๐	± ๑๓.๑
มากกว่า ๔๐ ถึง ๔๕	± ๑๔.๕
มากกว่า ๔๕ ถึง ๕๐	± ๑๖.๖
มากกว่า ๕๐ ถึง ๕๕	± ๑๘.๔
มากกว่า ๕๕ ถึง ๖๐	± ๒๐.๑
มากกว่า ๖๐ ถึง ๖๕	± ๒๑.๕
มากกว่า ๖๕ ถึง ๗๐	± ๒๓.๖
มากกว่า ๗๐ ถึง ๗๕	± ๒๕.๔
มากกว่า ๗๕ ถึง ๘๐	± ๒๗.๑
มากกว่า ๘๐ ถึง ๘๕	± ๒๘.๕
มากกว่า ๘๕ ถึง ๙๐	± ๓๐.๖
มากกว่า ๙๐ ถึง ๙๕	± ๓๒.๔
มากกว่า ๙๕ ถึง ๑๐๐	± ๓๔.๑

ช่วงค่าบีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าบีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
มากกว่า ๑๐๐ ถึง ๑๐๕	± ๓๕.๕
มากกว่า ๑๐๕ ถึง ๑๑๐	± ๓๗.๖
มากกว่า ๑๑๐ ถึง ๑๑๕	± ๓๙.๔
มากกว่า ๑๑๕ ถึง ๑๒๐	± ๔๑.๑

ตารางที่ ๒ ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าซีโอดีเมื่อเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ

ช่วงค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑๒๐	± ๒๔
มากกว่า ๑๒๐ ถึง ๑๔๐	± ๒๖
มากกว่า ๑๔๐ ถึง ๑๖๐	± ๓๐
มากกว่า ๑๖๐ ถึง ๑๘๐	± ๓๔
มากกว่า ๑๘๐ ถึง ๒๐๐	± ๓๘
มากกว่า ๒๐๐ ถึง ๒๒๐	± ๔๒
มากกว่า ๒๒๐ ถึง ๒๔๐	± ๔๖
มากกว่า ๒๔๐ ถึง ๒๖๐	± ๕๐
มากกว่า ๒๖๐ ถึง ๒๘๐	± ๕๔
มากกว่า ๒๘๐ ถึง ๓๐๐	± ๕๘
มากกว่า ๓๐๐ ถึง ๓๒๐	± ๖๒
มากกว่า ๓๒๐ ถึง ๓๔๐	± ๖๖
มากกว่า ๓๔๐ ถึง ๓๖๐	± ๗๐
มากกว่า ๓๖๐ ถึง ๓๘๐	± ๗๔
มากกว่า ๓๘๐ ถึง ๔๐๐	± ๗๘
มากกว่า ๔๐๐ ถึง ๔๒๐	± ๘๒

ช่วงค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดค่าซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
มากกว่า ๔๒๐ ถึง ๔๔๐	± ๘๖
มากกว่า ๔๔๐ ถึง ๔๖๐	± ๙๐
มากกว่า ๔๖๐ ถึง ๔๘๐	± ๙๔
มากกว่า ๔๘๐ ถึง ๕๐๐	± ๙๘
มากกว่า ๕๐๐ ถึง ๕๒๐	± ๑๐๒
มากกว่า ๕๒๐ ถึง ๕๔๐	± ๑๐๖
มากกว่า ๕๔๐ ถึง ๕๖๐	± ๑๑๐
มากกว่า ๕๖๐ ถึง ๕๘๐	± ๑๑๔
มากกว่า ๕๘๐ ถึง ๖๐๐	± ๑๑๘
มากกว่า ๖๐๐ ถึง ๖๒๐	± ๑๒๒
มากกว่า ๖๒๐ ถึง ๖๔๐	± ๑๒๖
มากกว่า ๖๔๐ ถึง ๖๖๐	± ๑๓๐
มากกว่า ๖๖๐ ถึง ๖๘๐	± ๑๓๔
มากกว่า ๖๘๐ ถึง ๗๐๐	± ๑๓๘
มากกว่า ๗๐๐ ถึง ๗๒๐	± ๑๔๒
มากกว่า ๗๒๐ ถึง ๗๔๐	± ๑๔๖
มากกว่า ๗๔๐ ถึง ๗๖๐	± ๑๕๐
มากกว่า ๗๖๐ ถึง ๗๘๐	± ๑๕๔
มากกว่า ๗๘๐ ถึง ๘๐๐	± ๑๕๘

ข้อ ๕ โรงงานจะต้องมีการบริหารจัดการสารมลพิษที่เกิดจากการตรวจวัดไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๖ การส่งสัญญาณตามข้อ ๓ แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาววารี พงศาโรจนวิทย์

โครงการเรื่อง การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม

ประวัติส่วนตัว

เกิดเมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2508

ที่อยู่ปัจจุบัน 88 หมู่ 4 ซอยเทศบาล 40 ถนนพุทธรักษา ตำบลบางเมือง อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา	ระดับการศึกษา	สาขาวิชา	สถาบันการศึกษา
2526	มัธยมศึกษาตอนปลาย	วิทย์-คณิต	โรงเรียนศรีวิกรม์
2530	ปริญญาตรี	คณะบริหารธุรกิจ (การเงิน)	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ.	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
2530 - 2544	ผู้จัดการฝ่ายการเงิน	บริษัท เอสทีเท็กซ์ไทล์ จำกัด
2545 - ปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายการเงิน	บริษัท รุ่งโรจน์การทอ จำกัด