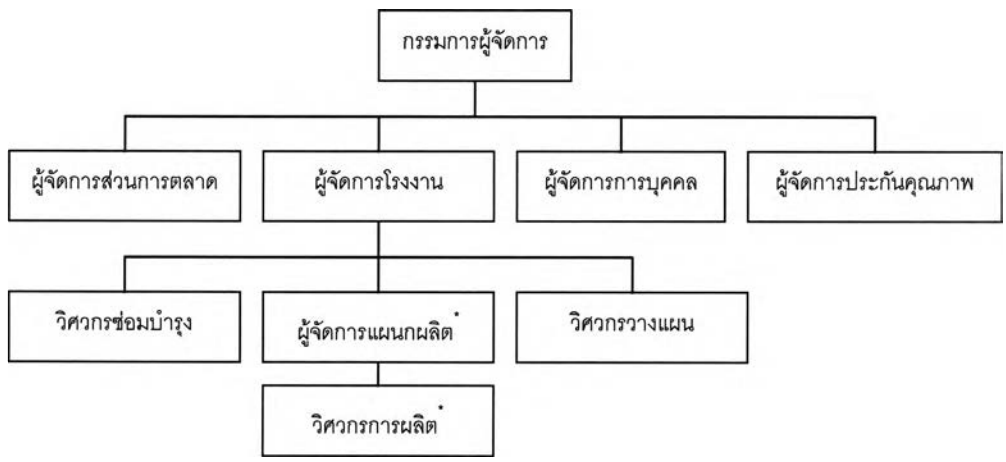
สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

3.1.1 ประวัติ

บริษัทตัวอย่างเป็นผู้ผลิตกระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ปัจจุบันมีพนักงานในส่วนการผลิตจำนวน 9 คน มีพนักงานรับเหมาจำนวน 9 คน โดยอยู่ภายใต้การบังคับบัญชาของวิศวกรการผลิต ดังรูปที่ 3.1 มีกำลังการผลิต 1200 ตัน/ปี เดินเครื่องผลิต 3 กะ 6 วันทำงาน การผลิตทำทั้งแบบ Make to order และ Make to stock ขึ้นอยู่กับประเภทสินค้า



รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กร

3.1.2 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

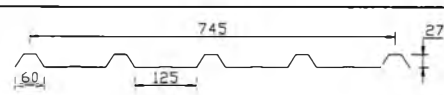
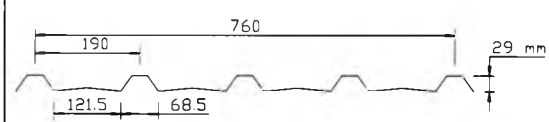
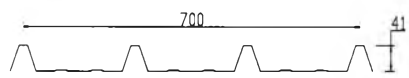
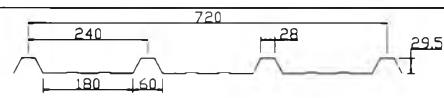
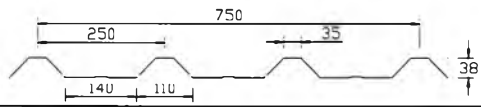
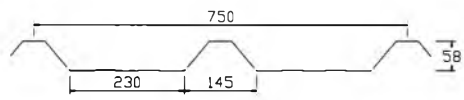
ผลิตภัณฑ์แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วตาม มอก. 612-2549 สามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

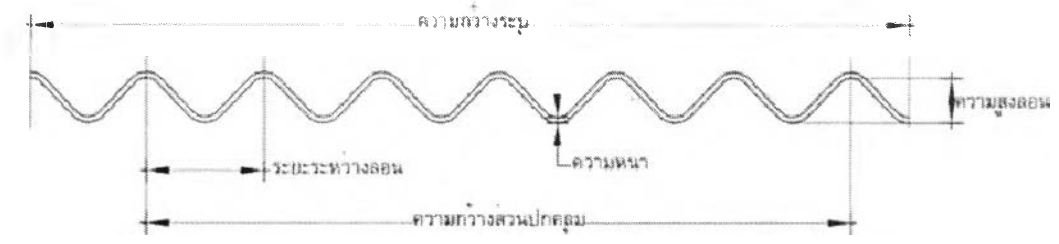
1. กระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
   a. กระเบื้องมุงหลังคารูปลอนมาตรฐาน ได้แก่ลอนสังกะสี, ลูกฟูกลอนเล็ก, ลูกฟูกลอนใหญ่, ลอนคู่
   b. กระเบื้องมุงหลังคารูปลอนกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา เป็นรูปลอนที่ผลิตขึ้นเพื่อให้ใช้งานร่วมกับกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา
2. ฝ้าพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว
3. เกล็ดระบายอากาศพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

ผลิตภัณฑ์แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วแต่ละชนิด มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันดังนี้

1. ความหนา (Thickness) เช่น 0.7 มม., 0.8 มม., 1.2 มม., 1.5 มม. เป็นต้น
2. ความกว้างปกคลุม (Cover width) หมายถึง ความกว้างใช้งานซึ่งเป็นระยะระหว่างสันลอนด้านริม แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.2
3. ความกว้างแผ่นคลี่ (Flat width) หมายถึง ระยะที่วัดตามความโค้งงอของแผ่น แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.2
4. ความกว้างระบุ หมายถึง ระยะริมด้านหนึ่งถึงริมอีกด้านหนึ่งของแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วที่วัดตามหน้าตัดของแผ่นภายหลังจากขึ้นรูปเป็นลอนชนิดต่างๆ หรือความกว้างปกติของแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วแผ่นเรียบที่กำหนด แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.2
5. ความยาว (Length) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ความยาวมาตรฐาน (1.2, 1.5, 1.8 เมตร) และความยาวตาม Order
6. สี (Color) เช่น ขาวใส ,ขาวขุ่น
7. รูปลอน ตัวอย่างดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรูปลอนของผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้วต่างๆ

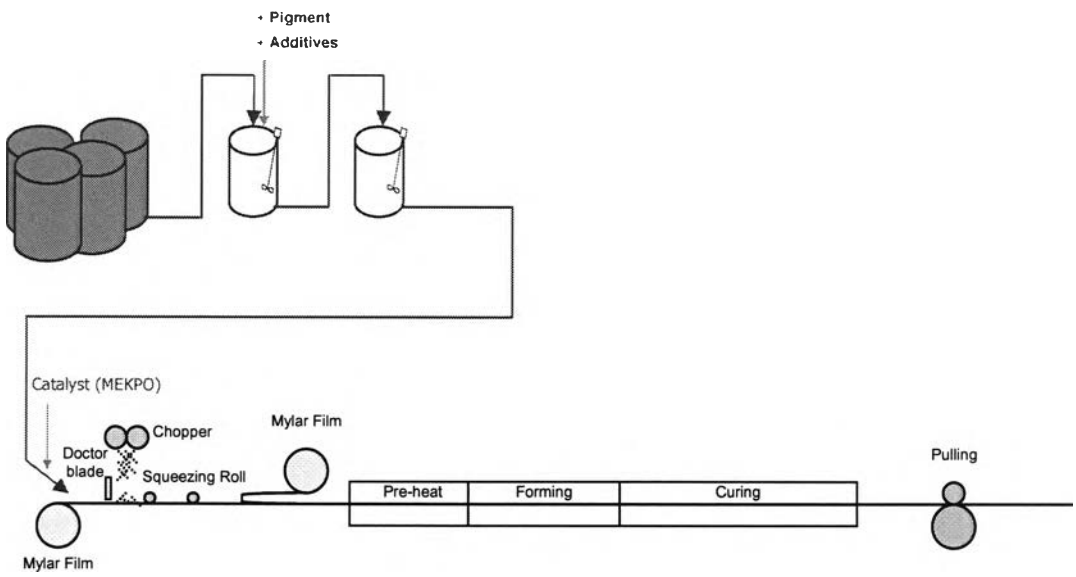
ชนิด	รูปลอน	ความกว้างปกคลุม (มม.)	ความกว้างแผ่นคลี่ (มม.)
A		745	955
B		760	970
C		700	977
D		720	921
E		750	987
F		750	978



รูปที่ 3.2 การระบุขนาดกระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

3.1.3 กระบวนการผลิต

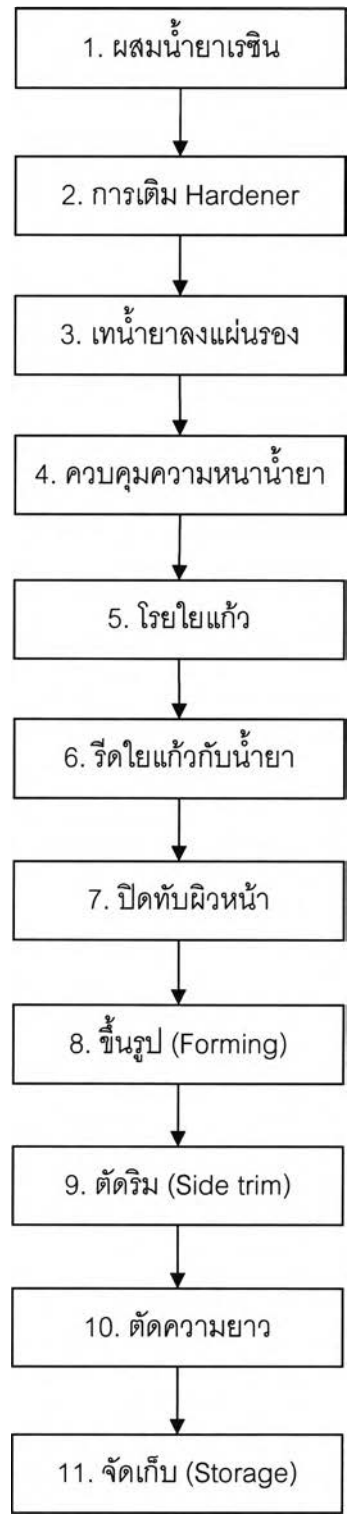
กระบวนการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้วของโรงงานตัวอย่างใช้แบบการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous Molding Process) ดังรูปที่ 3.3 กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีความยาวต่อเนื่องที่ ปริมาณการผลิตสูง (Mass Production) ใช้สำหรับผลิตชิ้นงานที่เป็นแผ่นเรียบหรือแผ่นลอนใช้ทำหลังคาและวัสดุสำหรับก่อสร้างอื่นๆ



รูปที่ 3.3 แผนภาพกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

ขั้นตอนการผลิต



3.1.4 **รายละเอียดขั้นตอนการผลิต**

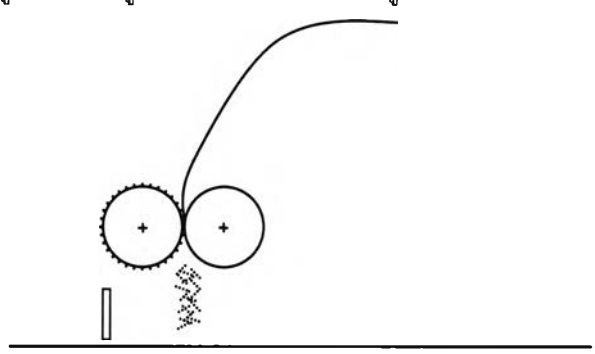
ขั้นตอนผสมน้ำยาเรซิน เป็นการเตรียมน้ำยาเรซินเพื่อรอใช้งาน โดยการเติมสไตรีนโมโนเมอร์เพื่อปรับความหนืด, ใส่สีตามชนิดสินค้า, ใส่ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Cobalt Naphthenate) และใส่สารเติมเต็มต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้จะเปิดใบกวนประมาณ 30 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันดี

การเติม Hardener เมื่อมีความต้องการใช้น้ำยาจะเริ่มเติมตัวคะตะลิสต์ ได้แก่ Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) การเติมคะตะลิสต์นี้จะทำในท่อเกลียวหมุ (Inline Mixer) ช่วยให้การผสมสารเข้ากันได้ดี เมื่อน้ำยาผสมเข้ากับคะตะลิสต์แล้วจะเป็นจุดเริ่มต้นของปฏิกิริยาการแข็งตัว ซึ่งโดยปกติ ณ เวลานี้ไปน้ำยาจะแข็งตัวเต็มที่โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที

เทน้ำยาลงแผ่นรอง(วัสดุปิดผิวล่าง) แผ่นรองนี้จะเคลื่อนที่ตามความยาวของเครื่องจักรโดยการดึงของ Main drive ซึ่งอยู่ด้านท้ายเครื่อง และในขั้นตอนนี้จะเป็นการควบคุมความกว้างของผลิตภัณฑ์ด้วย

การควบคุมความหนาน้ำยา มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมความหนาของผลิตภัณฑ์ น้ำยาไหลลงบนแผ่นรองและเคลื่อนที่ตามแผ่นรอง จะผ่านประตูกันน้ำยา (Doctor Blade) น้ำยาไหลผ่านคานกั้นน้ำยาที่มีช่องว่างสูงประมาณ 1.5 – 1.8 มม.

การโรยใยแก้ว หลังจากน้ำยาผ่านการควบคุมความหนาแล้ว ใยแก้วที่เป็นเส้นคล้ายเส้นด้าย (Chop Roving) ถูกจัดเรียงให้เต็มหน้ากว้างชิ้นงาน และจะถูกตัด-โรยลงบนน้ำยา ด้วยความสม่ำเสมอโดยใช้ลูกกลิ้งสองลูกบดกันซึ่งมีใบมีดติดอยู่



การรีดใยแก้วกับน้ำยา ใยแก้วที่โรยลงมาจะยังไม่ถูกน้ำยาซึมเข้าไปอย่างสมบูรณ์ ในกระบวนการจะต้องใช้ลูกกลิ้งช่วยเพื่อกดทับใยแก้วให้น้ำยาซึมเข้าไปในใยแก้วอย่างสมบูรณ์

การปิดทับผิวหน้า เมื่อน้ำยาและใยแก้วเข้ากันดีแล้ว จะทำการปิดผิวหน้าด้วยแผ่นพลาสติกบาง ๆ ในตำแหน่งนี้สิ่งที่ต้องระวังคือไม่ให้มีฟองอากาศหลุดเข้าไปกับชิ้นงาน

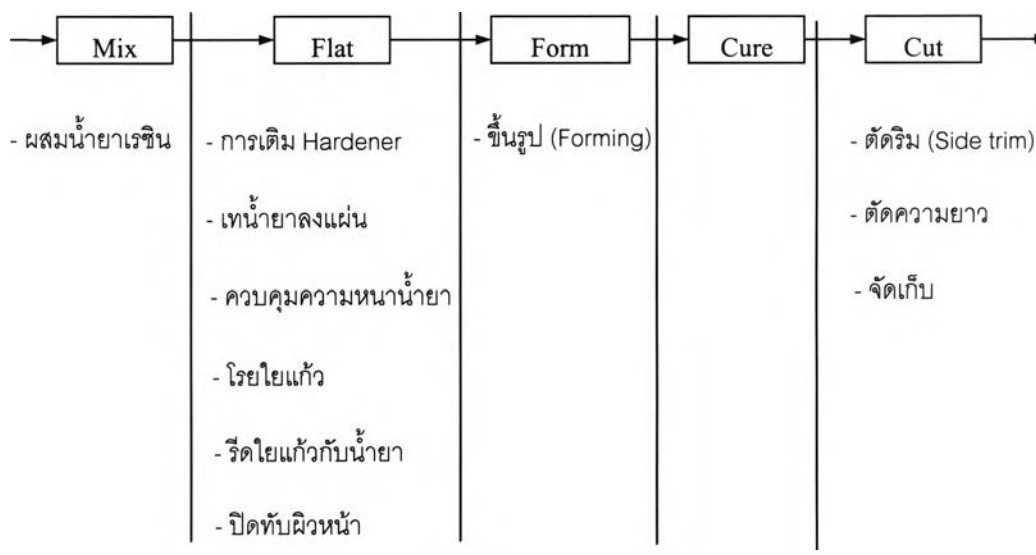
การขึ้นรูป (Forming) ชิ้นงานที่ถูกประกบด้วยฟิล์มทั้งสองด้านมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบจะถูกนำเข้าสู่เตาอบ เตาอบนี้มีหน้าที่เร่งปฏิกิริยาแข็งตัว การขึ้นรูปชิ้นงานจะทำ ณ จุดที่น้ำยาเริ่มเปลี่ยนสถานะของเหลวไปเป็นวุ้น (Gel Point) ซึ่งการขึ้นรูปนี้จะอาศัยแบบกดทับบนและล่าง ลักษณะแบบดังกล่าวจะเป็นไปตามรูปลอนของสินค้าที่ต้องการ

การตัดริม (Side trim) เนื่องจากขอบข้างของชิ้นงานจะมีความหนาไม่ได้ตามคุณลักษณะของสินค้า ในกระบวนการจะทำการตัดขอบข้างทั้งสองข้างออก โดยใช้ในตัดเคลือบกากเพชร

การตัดความยาว เนื่องจากการใช้งานผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว มีหลายความยาวขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าตรงกับความยาวที่ลูกค้าต้องการ

การจัดเก็บ (Storage) ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามข้อกำหนด จะทำการสติ๊กเกอร์ตราสินค้าและ เตรียมส่งให้กับคลังสินค้าต่อไป

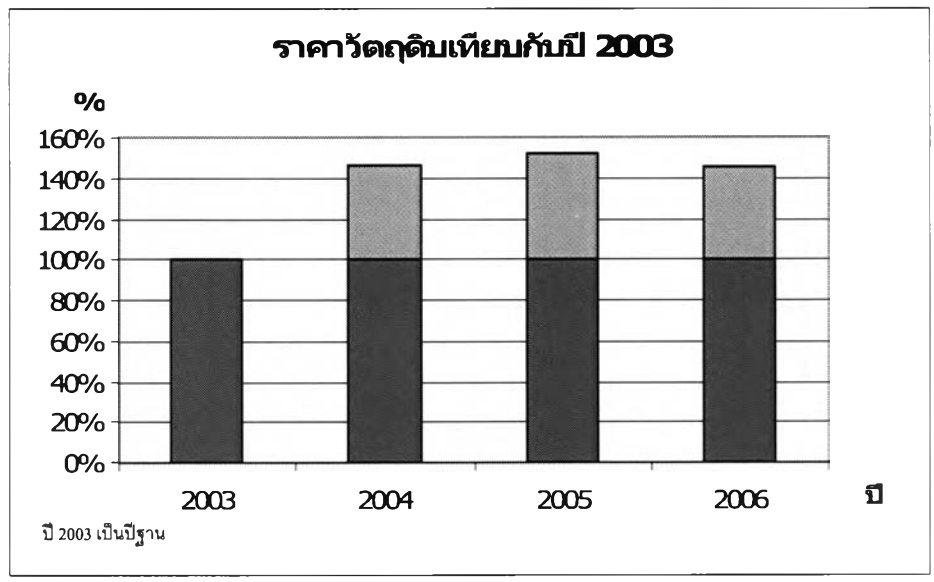
โดยขั้นตอนการผลิตทั้ง 11 ขั้นตอนสามารถสรุปเป็นตำแหน่งบนเครื่องจักรได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนภาพขั้นตอนการผลิตตามตำแหน่งของเครื่องจักร

3.1.5 สภาพปัจจุบันที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

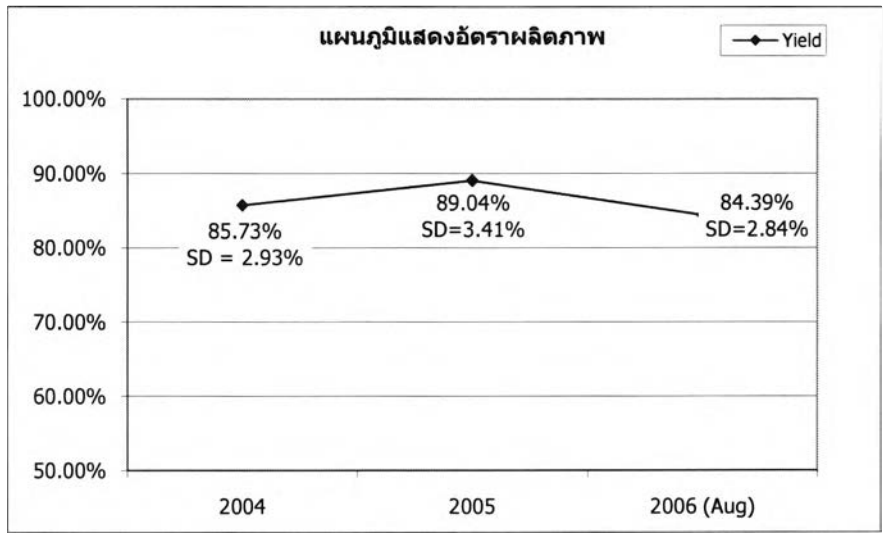
จากราคาน้ำมันดิบที่ปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลให้ราคาวัตถุดิบที่โรงงานกรณีศึกษานี้ซื้อมาปรับตัวสูงขึ้น จากฐานข้อมูลของโรงงาน ราคาวัตถุดิบในปี 2004 มีราคาสูงกว่าปี 2003 ประมาณ 145 เปอร์เซ็นต์ และมีราคาใกล้เคียงกันในปีต่อ ๆ มา ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภูมิราคาวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลงเทียบปีฐาน 2003

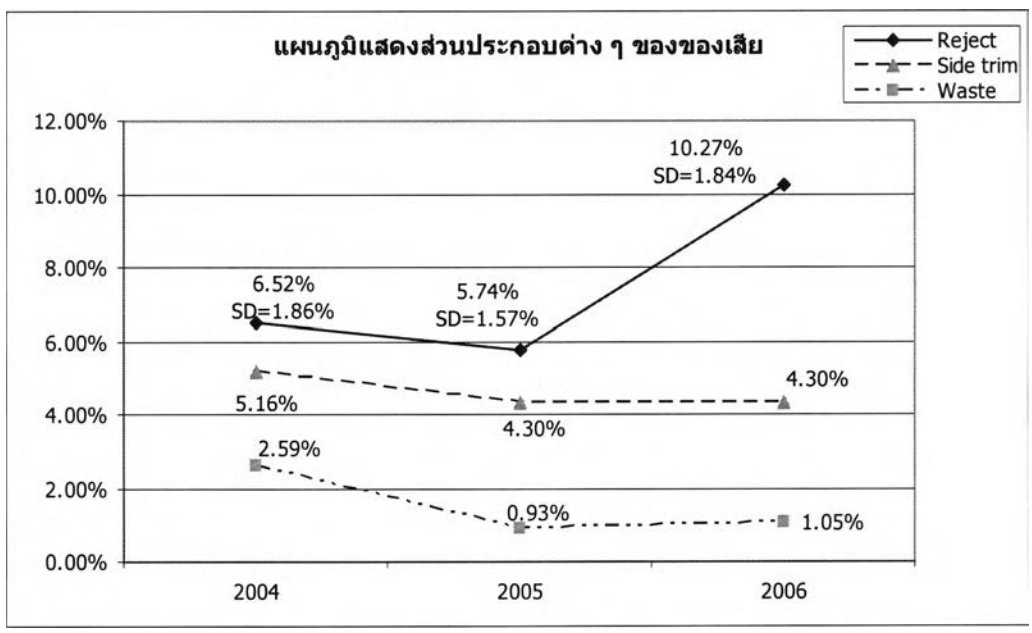
ดังนั้นหากการผลิตสินค้ายังคงมีปัญหาการผลิตไม่ได้คุณภาพอยู่ ย่อมทำให้ปัญหาด้านต้นทุนการผลิตยิ่งสูงมากขึ้นไปด้วย แม้ว่าอัตราของเสียที่เกิดขึ้นทุกปีจะเท่าเดิมก็ตาม

เมื่อพิจารณาจากสภาพอัตราผลิตภาพ (อัตราผลิตภาพหมายถึงปริมาณผลผลิตดีส่วนด้วยปริมาณวัตถุดิบที่ใช้) จากรูปที่ 3.6 ในช่วง 3 ปีของโรงงานเห็นได้ว่ามีอัตราที่ไม่สูง โดยมีค่าประมาณ 83-86 % เท่านั้น ชี้ให้เป็นโอกาสที่จะทำการปรับปรุง



รูปที่ 3.6 แผนภูมิอัตราผลิตภาพด้านวัตถุดิบ

ในส่วนกลับของอัตราผลิตภาพก็คือของเสียนั่นเอง โดยสามารถพิจารณาส่วนประกอบที่เป็นของเสียต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 3.7



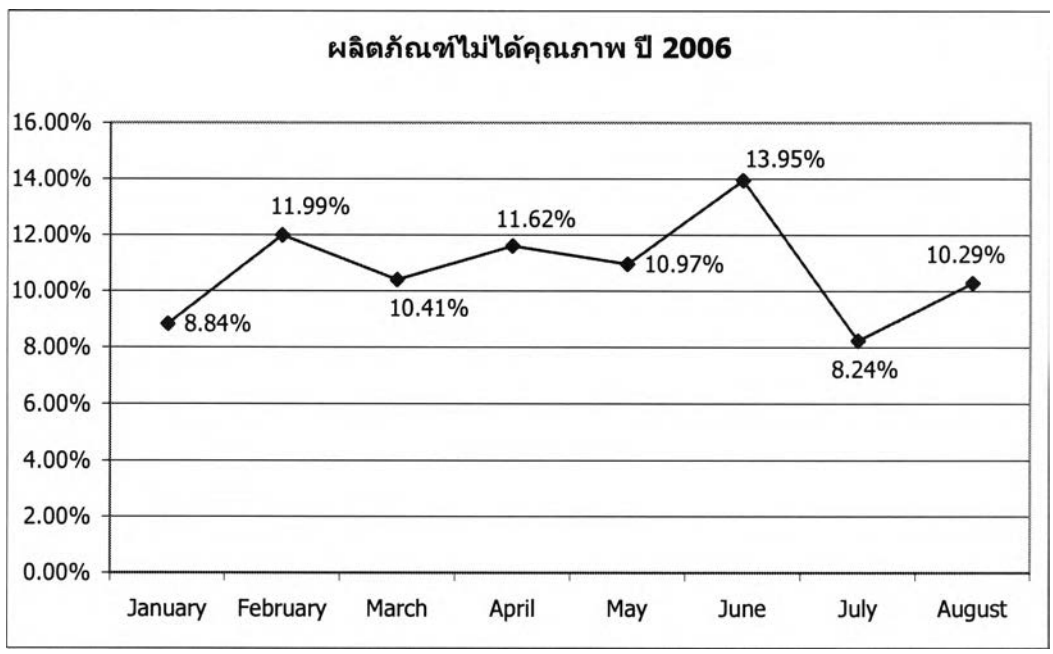
รูปที่ 3.7 แผนภูมิส่วนประกอบต่าง ๆ ของของเสีย

1. Waste ได้แก่ของเสียที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์, ของเสียเริ่มเดินเครื่อง และของเสียหยุดเครื่อง

2. Side Trim ได้แก่ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดริมทั้งสองข้างของผลิตภัณฑ์ (กระบวนการขั้นตอนที่ 9)
3. Reject ได้แก่ของเสียอื่น ๆ นอกเหนือจากข้อ 1 และ 2

พิจารณาของเสียทั้งสามประเภทพบว่า ของเสียประเภท Waste เกิดขึ้นจากแผนผลิตซึ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้ทำการวิจัย ส่วนของเสียประเภท Side Trim เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการผลิตชนิดนี้ไม่สามรถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นจึงได้มาพิจารณาของเสียประเภท Reject เพียงอย่างเดียว

และยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (%Reject) เป็นของเสียหลักที่ทำให้อัตราผลิตภาพมีค่าต่ำ และเพื่อทำให้เห็นภาพปริมาณการเกิดของเสียประเภทผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ให้ชัดเจนขึ้น จึงทำการแจกแจงข้อมูลเป็นรายเดือน โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (%Reject) 2006 (January-August)

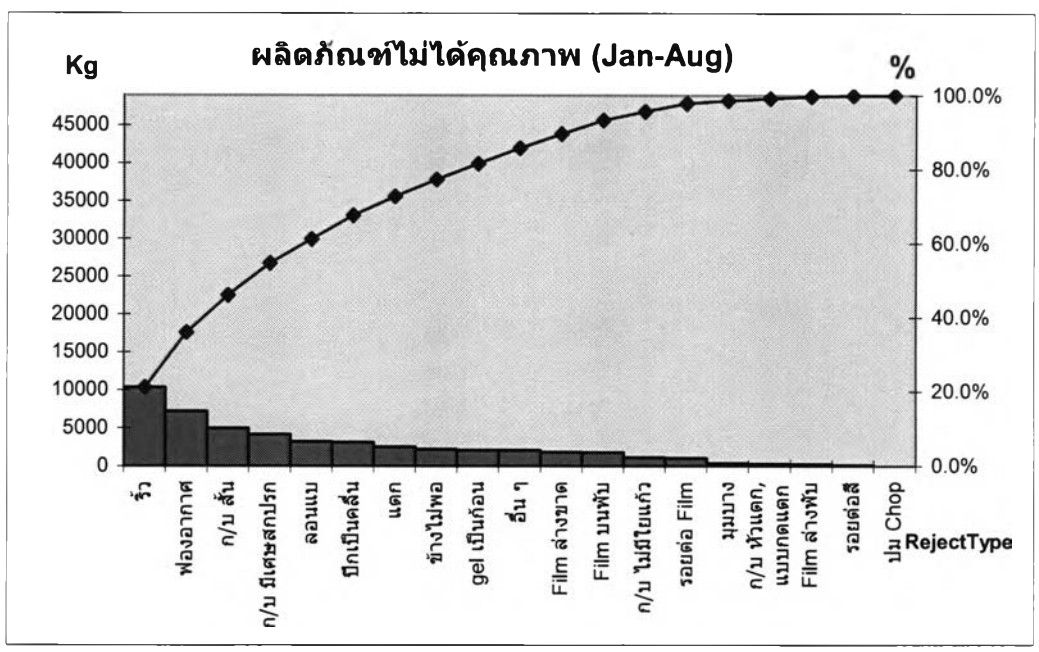
ตารางที่ 3.3 ปริมาณและมูลค่าของผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) จำแนกตามรายเดือน

เดือน	ยอดผลิต (ตัน)	ปริมาณ Reject (ตัน)	เปอร์เซ็นต์	มูลค่าของเสียที่เกิดขึ้น (บาท)
มกราคม	45.43	4.53	9.97%	453,000
กุมภาพันธ์	49.62	7.09	14.29%	709,000
มีนาคม	56.77	6.71	11.82%	671,000
เมษายน	61.39	8.36	13.62%	836,000
พฤษภาคม	62.83	7.89	12.56%	789,000
มิถุนายน	51.64	10.04	19.44%	1,004,000
กรกฎาคม	64.28	5.93	9.23%	593,000
สิงหาคม	59.45	6.95	11.69%	695,000
รวม	**451**	**58**	**12.86%**	**5,750,000**

ต้นทุนการผลิตประมาณ 100 บาท/กก.

จากตารางที่ 3.3 เป็นตารางแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีมูลค่ามากเพียงพอที่จะทำการค้นหาสาเหตุและทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ตลอดช่วงเวลาศึกษาข้อมูลสามารถ แจกแจงปริมาณตามอาการที่เกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 3.9 โดยความหมายและ แนวทางแก้ไขแสดงดังตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.9 ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) แยกตามอาการ

ตารางที่ 3.4 ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject), รายละเอียดของปัญหา และแนวทางที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุง

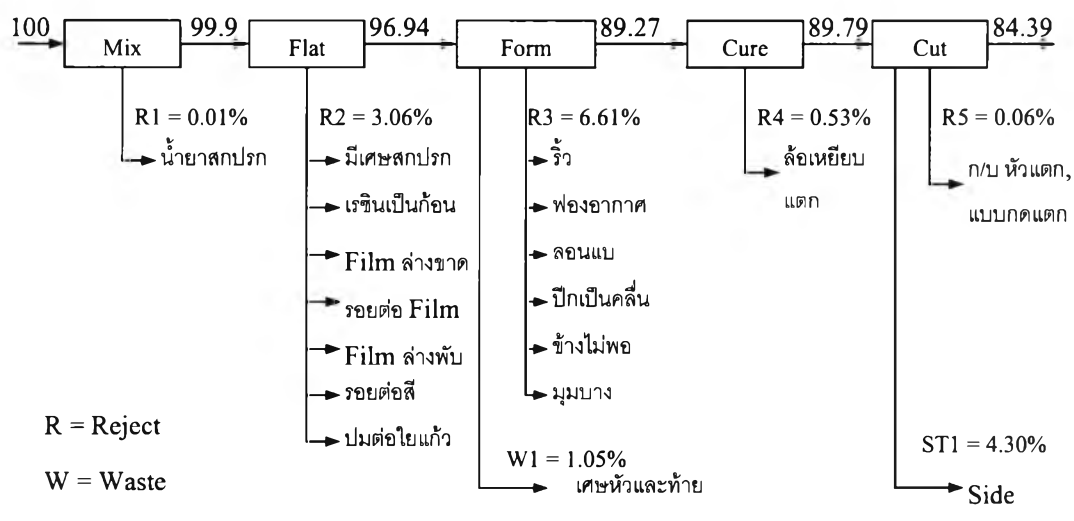
Defective Item	รายละเอียดของปัญหา	แนวทางแก้ไข
น้ำยาสกปรก	มีเศษตะกอนปนหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ออกมาจากระบบผสมน้ำยา	ป้องกันสิ่งสกปรกไม่ให้หลุดออกมากับน้ำยา
มีเศษสกปรก	เศษสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่เกิดหลังระบบผสมน้ำยา เช่น แมลง, ใยแก้วสกปรก	ป้องกันสิ่งสกปรกไม่ให้หล่นลงมาผสมกับแผ่นน้ำยา
เรซินเป็นก้อน	เกิดจากการสะสมของน้ำยาในขั้นตอนปิดทับผิวหน้า น้ำยาที่สะสมบริเวณนี้จะเริ่มแข็งตัวและหลุดปนออกมากับน้ำยาปกติ ปรากฏเป็นก้อนเรซินหนา	ควบคุมระดับการสะสมของน้ำยา ในขั้นตอนการปิดทับผิวหน้า
Film ล่างขาด	ฟิล์มนี้เปรียบเสมือนสายพานลำเลียง หากขาดจะทำให้ Main drive ไม่สามารถดึงน้ำยาเข้าสู่สายการผลิตได้ ปัญหานี้ เกิดจากความสกปรกบริเวณที่วัสดุปิดผิวเคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งเศษใยแก้ว, เศษโลหะ หรือ เศษเรซินแข็ง เสียดสีกับฟิล์ม	ควบคุมความสะอาดบริเวณเครื่องจักร
รอยต่อ Film	ลักษณะของเสียนี้ทำให้ชิ้นงานมีความไม่เรียบ ปรากฏเป็นรอยของการต่อวัสดุปิดผิว สาเหตุเกิดจากวัสดุปิดผิวมีลักษณะเป็นม้วนมีความยาวจำกัดประมาณ 3,000 เมตร ซึ่งไม่ตรงกับความยาวของชิ้นงาน เมื่อวัสดุปิดผิว	เป็นความจำเป็นของกระบวนการ และมีปริมาณของเสียไม่มาก จึงไม่มีการกำหนดมาตรการป้องกัน

Defective Item	รายละเอียดของปัญหา	แนวทางแก้ไข
	หมดม้วน แต่ขั้นงานยังผลิตไม่เสร็จ จำเป็นจะต้องต่อม้วนใหม่เข้าไป	
Film ล่างพับ	เมื่อฟิล์มล่างไม่แนบกับพื้นรอง แรงดึงตามแนวยาวที่เกิดจากการดึงของ Main drive จะทำให้ฟิล์มหด และซ้อนทับกันเป็นเส้นยาว ส่งผลให้ผิวชิ้นงานไม่เรียบ	ควบคุมให้ฟิล์มแนบกับพื้นรองตลอดเวลา
รอยต่อสี	การผลิตชิ้นงานเป็นแบบ Continues Process ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นสินค้าจึงจะผลิตต่อเนื่องกันไปเลย โดยที่อาจมีสีของน้ำยาที่แตกต่างกันตามชนิดสินค้า	เป็นความจำเป็นของกระบวนการ และมีปริมาณของเสียไม่มาก จึงไม่มีการกำหนดมาตรการป้องกัน
ปมต่อใยแก้ว	ใยแก้วที่ใช้เป็นแบบ Chop Roving มีลักษณะเป็นม้วนเหมือนม้วนด้าย พนักงานจะต่อม้วนต่อม้วนด้วยวิธีผูกมัดกัน ซึ่งปมที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้ใยแก้วไม่กระจายตัว เมื่อรวมกับน้ำยาจะมีลักษณะเป็นก้อนและสีแตกต่างออกไป	ป้องกันปมใยแก้วหลุดไปปนกับใยแก้วดี

Defective Item	รายละเอียดของปัญหา	แนวทางแก้ไข
ริ้ว	ลักษณะผิวชิ้นงานไม่เรียบเป็นรอยริ้วเล็ก ๆ เกิดขึ้นขณะน้ำยาเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นวุ้น	ยังไม่ทราบสาเหตุ ดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป
ฟองอากาศ	ในขั้นตอนการปิดทับผิวบน หากปริมาณน้ำยามีไม่มากพอ จะทำให้มีเม็ดฟองอากาศหลุดปนออกไปกับชิ้นงาน เมื่อน้ำยาแข็งตัวจะเกิดเป็นโพรงอากาศ	ความคุมระดับการสะสมของน้ำยา ในขั้นตอนการปิดทับผิวหน้า
ลอนแบ	การเปลี่ยนสถานะของน้ำยาจากของเหลวเป็นวุ้น (Gel Point) หากไม่เกิด ณ ตำแหน่งการขึ้นรูป จะส่งผลให้รูปร่างของชิ้นงานไม่ตรงตามขนาดสินค้าที่ต้องการ ส่งผลกระทบต่อระยะห่างระหว่างลอน, ความกว้างปกคลุม และความกว้างระบุ	ควบคุมปัจจัยที่ทำให้มีการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดเปลี่ยนสถานะของน้ำยาจากของเหลวเป็นวุ้น (Gel Point)
ปีกเป็นคลื่น	บริเวณขอบของชิ้นงานเกิดการโค้งงอเป็นลูกคลื่น เนื่องจากความไม่ตึงของวัดสุปิดผิวด้านใดด้านหนึ่ง	ควบคุมการเบี่ยงเบน Center line ของแผ่นชิ้นงาน
ข้างไม่พอ	เมื่อแผ่นน้ำยาเคลื่อนที่เข้าสู่ บริเวณการขึ้นรูป หากเคลื่อนที่ไม่ได้ Center line จะทำให้ขอบข้างของแผ่นน้ำยาซึ่งจะตัดต้องทิ้งในขั้นตอนตัดริม หดเข้ามาในแบบ ชิ้นงานจึงเสียไปด้วย	ควบคุมการเบี่ยงเบน Center line ของแผ่นชิ้นงาน

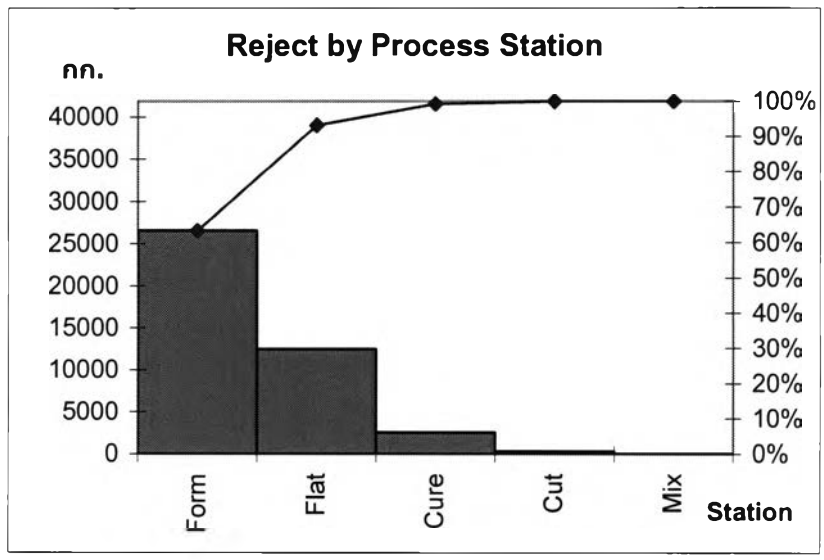
Defective Item	รายละเอียดของปัญหา	แนวทางแก้ไข
มุมบาง	การเปลี่ยนสถานะของน้ำยาจากของเหลวเป็นวุ้น (Gel Point) หากเกิดในตำแหน่งกดทับของแบบบนที่ไม่เหมาะสม แบบทับบนจะกดแผ่นน้ำยามากเกินไป บริเวณที่เป็นมุมงอของชิ้นงานจะบางลง	ควบคุมปัจจัยที่ทำให้มีการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดเปลี่ยนสถานะของน้ำยาจากของเหลวเป็นวุ้น (Gel Point)
ล้อเหยียบแตก	การเคลื่อนที่ของชิ้นงานเกิดจากการดึงของล้อ Main drive ซึ่งอุณหภูมิชิ้นงานที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ความแข็งของชิ้นงาน ณ จุดดึงเปลี่ยนไป ความแข็งที่ไม่เหมาะสมนี้เมื่อล้อมีการกดทับจึงแตก	ควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมของชิ้นงานระหว่างการกดทับของล้อ Main drive
หัวแตก/แบบกดแตก	ระหว่างการตัดความยาว หากอุปกรณ์จับยึดหรือใบตัดชำรุด จะทำให้การตัดทำได้ไม่เรียบร้อย เกิดรอยแตกระหว่างการตัด	เพิ่มชุดอุปกรณ์ตัดความยาวลงในแผนPreventive Maintenance

เพื่อเป็นการมุ่งไปหาปัญหาที่ชัดเจนขึ้น จึงนำผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) มาจัดกลุ่มกระบวนการผลิตใหม่กลุ่มตามกระบวนการผลิต ได้ดังรูปที่ 3.10



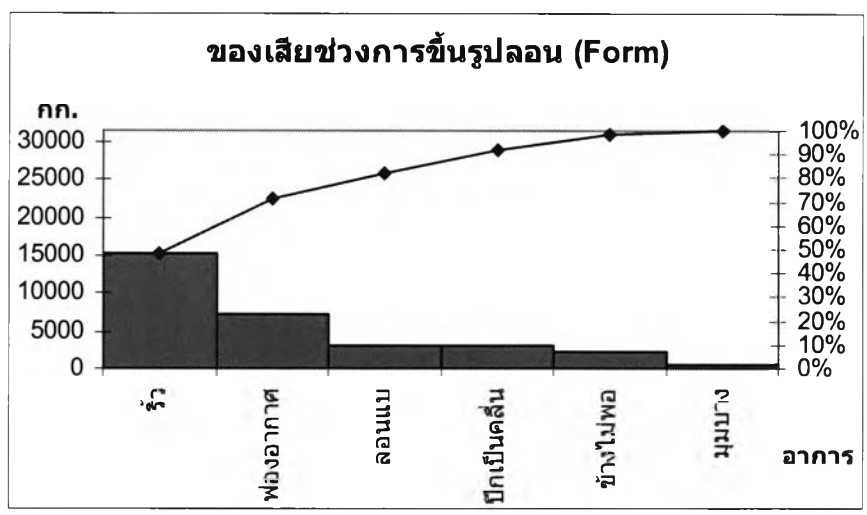
รูปที่ 3.10 ของเสียตามกระบวนการผลิต

และแสดงปริมาณผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการย่อย มาจัดเรียงลำดับความสำคัญดังรูปที่ 3.11 พบว่าที่กระบวนการ Form เป็นตำแหน่งที่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) มากที่สุด ดังนั้นในการลดปัญหา จึงมุ่งเน้นเข้าไปแก้ไขปัญหาในกระบวนการย่อย "Form"



รูปที่ 3.11 ปริมาณของเสียแยกตามกระบวนการย่อย

พิจารณาปริมาณผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการการขึ้นรูปลอน (Form) เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ใดเป็นอาการหลักของกระบวนการขึ้นรูปลอนจึงเป็นรูปพาเรโตดังรูปที่ 3.12

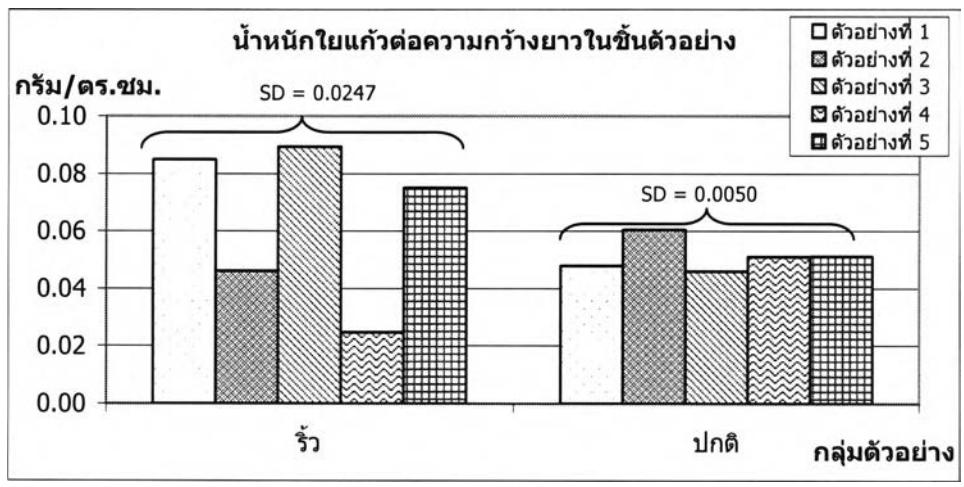


รูปที่ 3.12 ของเสียกระบวนการย่อยการขึ้นรูปลอน (Form)

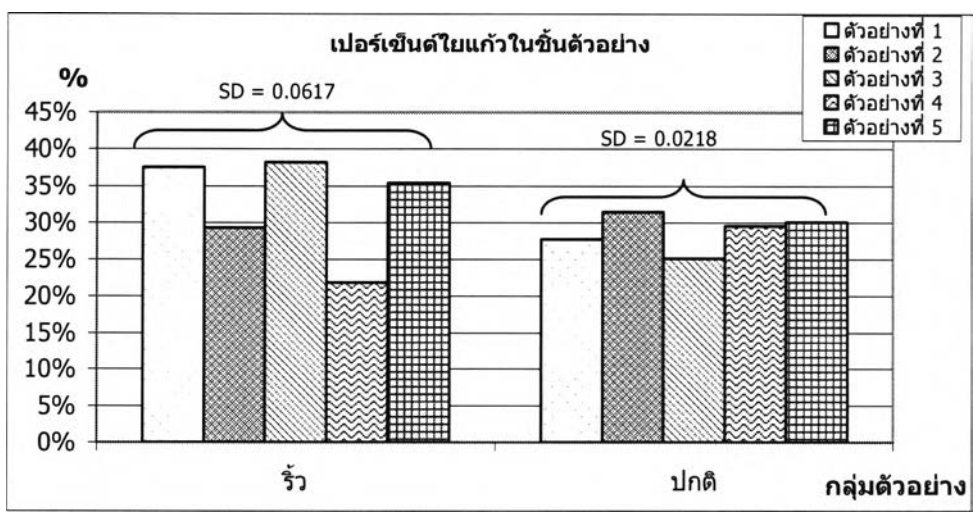
ดังรูปที่ 3.12 อาการริ้วเป็นอาการหลังของการเกิดผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Reject) ในกระบวนการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาพอลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว และจากตารางที่ 3.4 ปัญหาริ้วเป็นปัญหาที่ยังไม่ทราบสาเหตุ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการเกิดริ้ว

3.2 การวิเคราะห์การเกิดปัญหาอาการริ้วเพื่อนำไปสู่การดำเนินการวิจัย

พิจารณาปริมาณใยแก้วในชิ้นงานที่เกิดริ้ว และในชิ้นงานปกติ ทั้งในรูปของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ใยแก้ว สังเกตได้ว่าชิ้นงานที่มีอาการริ้วมีค่าปริมาณใยแก้วและเปอร์เซ็นต์ใยแก้วในแต่ละชิ้นแตกต่างกันมาก กล่าวคือมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่ากลุ่มที่มีชิ้นงานปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 น้ำหนักใยแก้วในชิ้นงานที่มีอาการริ้วและชิ้นงานปกติ

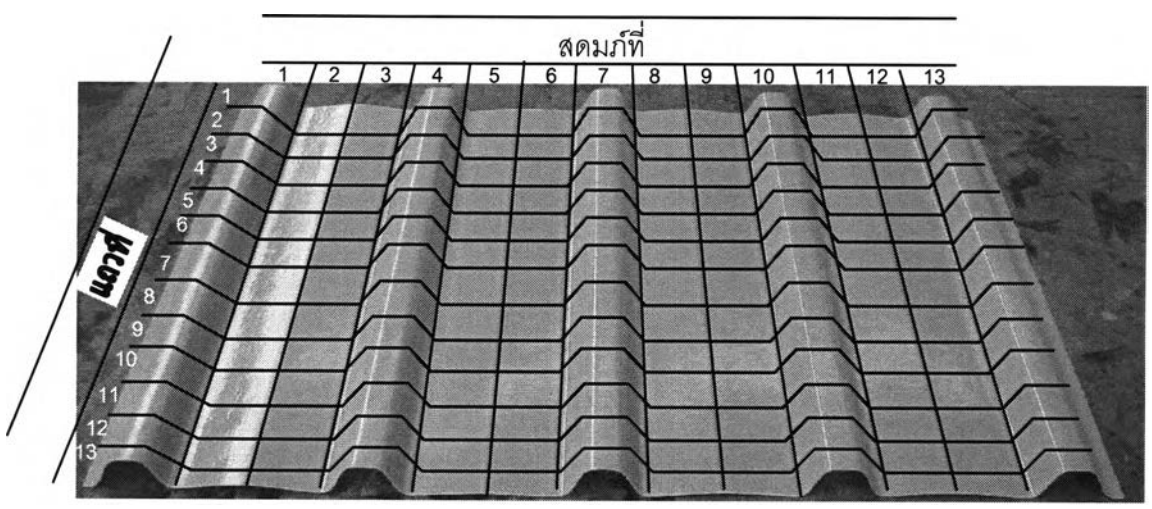


รูปที่ 3.14 เปอร์เซ็นต์ใยแก้วในชิ้นงานที่มีอาการริ้วและชิ้นงานปกติ

และได้ทำการแบ่งแผ่นหลังคาเป็นตารางเพื่อหาความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ใยแก้วในแนวยาวและแนวขวางของแผ่นหลังคา โดยกำหนดชื่อให้กับชิ้นงานย่อย ๆ ตามตารางที่ 3.5 และรูปแบบการแบ่งตารางแสดงดังรูปที่ 3.15

ตารางที่ 3.5 ชื่อกำกับชิ้นงานสำหรับหาเปอร์เซ็นต์ใยแก้ว

ชื่อกำกับช่องแผ่นหลังคา		สดมภ์ที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
แถวที่	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,10	1,11	1,12	1,13
	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,10	2,11	2,12	2,13
	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	3,10	3,11	3,12	3,13
	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	4,10	4,11	4,12	4,13
	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,10	5,11	5,12	5,13
	6	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	6,10	6,11	6,12	6,13
	7	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	7,10	7,11	7,12	7,13
	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	8,10	8,11	8,12	8,13
	9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	9,10	9,11	9,12	9,13
	10	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	10,10	10,11	10,12	10,13
	11	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	11,10	11,11	11,12	11,13
	12	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	12,10	12,11	12,12	12,13
	13	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,10	13,11	13,12	13,13
	14	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	14,10	14,11	14,12	14,13



รูปที่ 3.15 ภาพการแบ่งแผ่นหลังคาโปร่งแสงเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ใยแก้ว

ข้อสังเกตที่พบได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ใยแก้วตามแนวขวาง SD2 รูปที่ 3.17 (แผ่นที่มีอาการริ้ว) มีความผันผวนมากกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรของเปอร์เซ็นต์ใยแก้วตามแนวขวาง SD4 รูปที่ 3.19 (แผ่นปกติ) ซึ่งสอดคล้องกับตำแหน่งการเกิดอาการริ้ว

และทดสอบสมมติฐานว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสองประชากรมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอลมีค่าเท่ากัน ได้แก่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ใยแก้วตามแนวขวางแผ่นที่เป็นริ้วเท่ากับ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ใยแก้วตามแนวขวางของแผ่นปกติหรือไม่

ใช้การทดสอบ H_0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

H_1: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

กำหนด $\alpha = 0.05$, จำนวนตัวอย่าง = 13 ตัวอย่าง

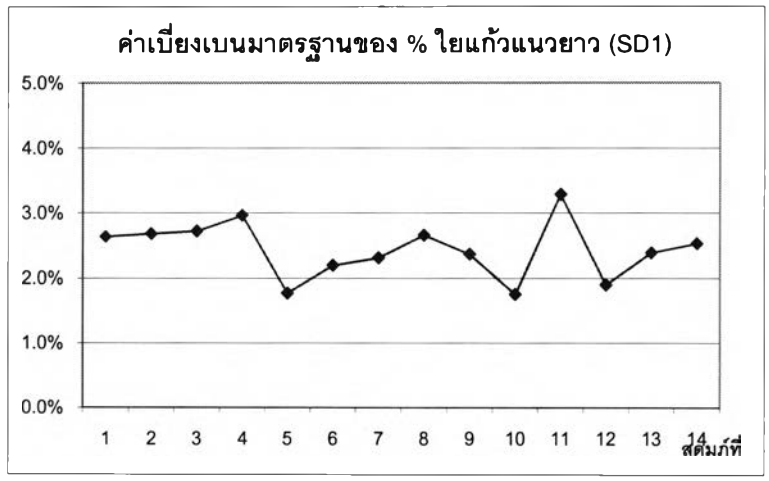
$F_0 = S_1^2 / S_2^2$

ได้ F_0=3.388 และ $F_{0.025,12,12}$=3.277

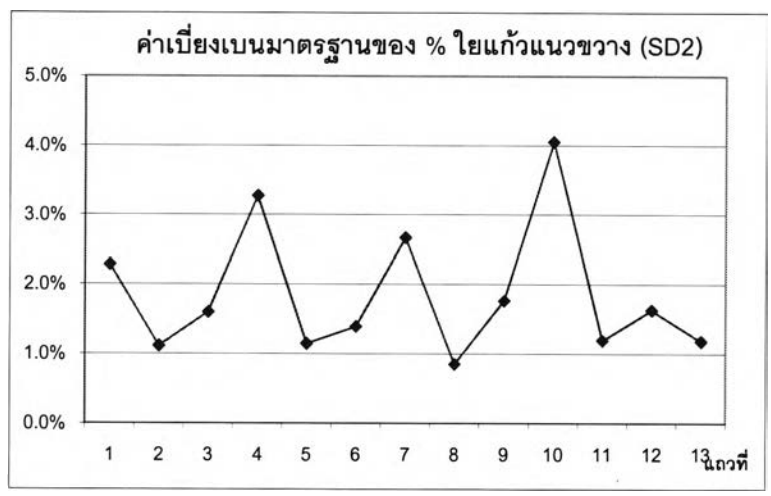
$F_0 > F_{0.025,12,12}$ แสดงว่าการกระจายตัวของใยแก้วแผ่นปกติและแผ่นที่เกิดอาการริ้วกระจายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3.6 เปอร์เซ็นต์ใยแก้วแต่ละตำแหน่งในแผ่นหลังคาแผ่นเต็ม (แผ่นที่มีอาการริ้ว)

ลดมภ์ / แถว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	SD1
1	29.8%	26.2%	29.1%	28.6%	30.4%	29.1%	24.6%	30.4%	28.8%	21.3%	27.9%	29.3%	29.9%	2.6%
2	26.2%	25.4%	24.7%	24.8%	29.6%	29.6%	20.5%	29.9%	29.5%	25.3%	25.6%	27.3%	27.1%	2.7%
3	27.9%	26.1%	25.4%	28.1%	30.7%	30.5%	21.5%	30.0%	28.1%	25.0%	24.2%	24.8%	27.5%	2.7%
4	28.9%	28.3%	29.0%	25.8%	31.7%	31.7%	20.4%	28.8%	27.6%	29.1%	25.1%	26.2%	26.8%	3.0%
5	28.4%	29.7%	29.7%	27.5%	30.5%	30.8%	25.1%	28.5%	28.3%	25.4%	27.0%	28.1%	26.8%	1.8%
6	28.8%	27.5%	27.2%	34.0%	28.8%	31.4%	26.7%	29.0%	29.4%	30.7%	28.2%	26.8%	26.1%	2.2%
7	33.3%	27.4%	26.4%	30.8%	27.0%	28.0%	27.7%	27.9%	27.1%	32.0%	25.8%	29.5%	26.3%	2.3%
8	28.0%	28.3%	26.9%	23.1%	28.8%	27.5%	29.5%	27.7%	26.1%	34.9%	26.6%	26.7%	26.5%	2.7%
9	27.9%	28.1%	28.4%	23.6%	29.6%	29.6%	26.9%	28.7%	29.7%	32.6%	24.7%	30.7%	28.3%	2.4%
10	29.9%	27.2%	29.1%	28.6%	30.1%	30.9%	26.1%	29.6%	31.3%	30.8%	26.9%	26.7%	27.9%	1.7%
11	23.2%	27.6%	27.5%	33.0%	31.1%	30.8%	25.6%	30.0%	30.7%	33.9%	26.2%	25.2%	26.0%	3.3%
12	26.2%	28.0%	28.2%	30.0%	29.2%	31.5%	24.8%	30.0%	30.6%	28.4%	26.5%	28.1%	27.1%	1.9%
13	28.2%	28.1%	29.0%	28.7%	29.7%	31.0%	23.2%	29.5%	31.8%	24.7%	27.8%	26.8%	26.3%	2.4%
14	26.6%	28.4%	29.8%	31.1%	30.2%	32.3%	24.9%	29.9%	31.7%	26.2%	26.5%	27.3%	25.0%	2.5%
SD2	2.3%	1.1%	1.6%	3.3%	1.1%	1.4%	2.7%	0.9%	1.8%	4.1%	1.2%	1.6%	1.2%	



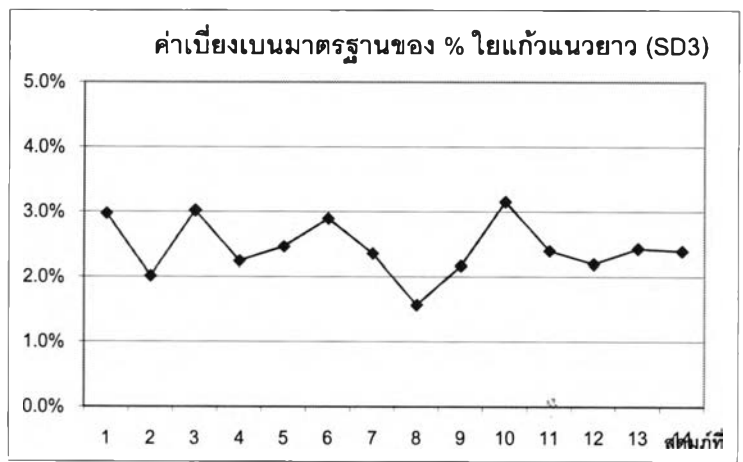
รูปที่ 3.16 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณใยแก้วตามแนวยาวชิ้นตัวอย่างริ้ว (SD1)



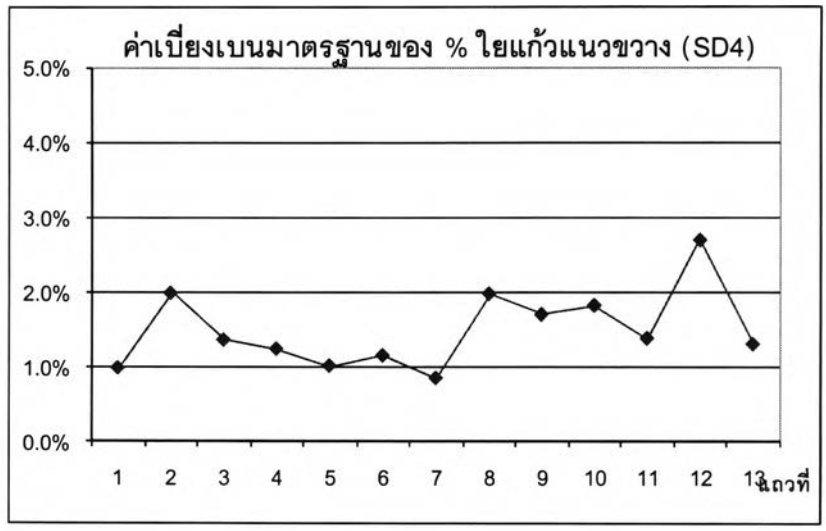
รูปที่ 3.17 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณใยแก้วตามแนวขวางชิ้นตัวอย่างริ้ว (SD2)

ตารางที่ 3.7 เปอร์เซ็นต์ใยแก้วแต่ละตำแหน่งในแผ่นหลังคาแผ่นเต็ม (แผ่นปกติ)

ลดมภ์ / แถว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	SD3
1	30.4%	33.3%	32.3%	30.3%	31.4%	31.7%	29.1%	26.7%	23.5%	24.8%	28.9%	26.5%	28.8%	3.0%
2	29.6%	29.3%	29.6%	30.4%	29.2%	31.7%	28.3%	26.5%	26.0%	24.1%	28.7%	27.6%	29.2%	2.0%
3	29.8%	28.7%	28.2%	29.8%	29.2%	32.6%	29.7%	30.1%	22.0%	23.3%	26.9%	30.8%	31.2%	3.0%
4	30.8%	30.8%	30.2%	29.7%	28.8%	30.2%	29.5%	30.9%	26.5%	24.0%	25.2%	27.7%	28.4%	2.2%
5	30.5%	32.5%	30.4%	29.5%	30.0%	31.3%	27.8%	29.4%	26.8%	23.2%	26.9%	29.0%	31.3%	2.5%
6	30.5%	34.5%	31.8%	29.0%	30.0%	31.1%	28.0%	29.1%	27.0%	24.9%	23.8%	31.8%	30.0%	2.9%
7	29.6%	31.0%	32.1%	27.3%	28.3%	29.2%	28.6%	32.1%	26.0%	29.1%	25.3%	33.2%	28.9%	2.4%
8	29.0%	28.1%	29.5%	27.8%	28.7%	29.7%	30.2%	30.9%	28.4%	26.1%	26.0%	29.6%	30.9%	1.6%
9	31.1%	29.4%	30.3%	30.1%	30.0%	30.9%	29.0%	26.6%	26.5%	26.6%	25.0%	29.6%	32.1%	2.2%
10	32.4%	33.5%	32.7%	31.0%	31.3%	32.9%	28.2%	26.4%	25.8%	24.6%	25.8%	28.9%	31.5%	3.2%
11	30.0%	32.9%	31.8%	31.4%	29.3%	31.1%	27.9%	29.5%	27.0%	24.5%	26.7%	27.8%	30.6%	2.4%
12	28.5%	31.2%	32.0%	30.6%	29.7%	33.0%	29.8%	30.5%	26.9%	26.8%	26.3%	32.6%	29.8%	2.2%
13	29.4%	31.7%	32.6%	27.8%	31.6%	31.0%	27.8%	29.3%	27.3%	28.1%	27.3%	34.6%	32.7%	2.4%
14	30.9%	33.1%	31.5%	30.2%	30.0%	32.4%	27.8%	31.5%	28.2%	27.3%	26.9%	35.0%	30.0%	2.4%
SD4	1.0%	2.0%	1.4%	1.2%	1.0%	1.2%	0.9%	2.0%	1.7%	1.8%	1.4%	2.7%	1.3%	



รูปที่ 3.18 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณใยแก้วตามแนวยาวชิ้นตัวอย่างปกติ (SD3)



รูปที่ 3.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณใยแก้วตามแนวขวางชิ้นตัวอย่างปกติ (SD4)

3.3 **ข้อสันนิษฐานเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ** (Reject) **อาการริ้ว เกิดจาก**

1. สัดส่วนใยแก้วไม่สม่ำเสมอ
2. ความหนืดไม่เหมาะสมกับสัดส่วนใยแก้วและความหนา