



การลดของเสียในกระบวนการเคลือบฟิล์มพลาสติกแบบครายลามิเนตโดยใช้เทคนิค FMEA

นครศ เมฆา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82



63920363_127956659

การลดของเสียในกระบวนการเคลือบฟิล์มพลาสติกแบบครายลามิเนตโดยใช้เทคนิค FMEA



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

นครเรศ เมฆา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

DEFECT REDUCTION IN DRY LAMINATION PROCESS OF PLASTIC FILM USING
FMEA TECHNIQUE

NAKARES MEKHA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF ENGINEERING
IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
BURAPHA UNIVERSITY

2025

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นเศรษฐ เมฆา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ดร. ฤทธิชัย จันทะ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย จันทะ)

ดร. สุรินทร์ จันทะ ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ จันทะ)

ดร. ฤทธิชัย จันทะ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย จันทะ)

ดร. วรธิดา อุทัยรัตน์ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรธิดา อุทัยรัตน์)

ดร. จักรวาล คุณะจิต กรรมการ

(ดร.จักรวาล คุณะจิต)

ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล)

วันที่ ๑๑ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

ดร. วิทวัส แจ่มเยี่ยม คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเยี่ยม)

วันที่ 13 เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

63920363: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

คำสำคัญ: การลดของเสีย/ การเคลือบฟิล์มพลาสติก/ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและ
ผลกระทบ

นครศ เมฆา : การลดของเสียในกระบวนการเคลือบฟิล์มพลาสติกแบบครายลามิเนต
โดยใช้เทคนิค FMEA. (DEFECT REDUCTION IN DRY LAMINATION PROCESS OF
PLASTIC FILM USING FMEA TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ฤทธิชัย
จันทร์สา ปี พ.ศ. 2568.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเคลือบฟิล์มพลาสติก
แบบครายลามิเนตของโรงงานกรณีศึกษาด้วยการประยุกต์หลักการการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและ
ผลกระทบ (FMEA) การวิจัยเริ่มต้นจากการศึกษากระบวนการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณ
ของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ การเกิดฟองอากาศขึ้นบนของผลิตภัณฑ์ ต่อมา
ใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุจำนวน 16 ข้อ จากนั้นได้ประยุกต์หลักการ FMEA เพื่อ
ประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่องซึ่งพบว่าข้อบกพร่อง 3 ข้อ มีคะแนน RPN สูงสุดมีค่า
320 เท่ากัน ได้แก่ 1. ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม 2. อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม และ 3. ความเร็ว
ในการเดินงานไม่เหมาะสม จากนั้นได้กำหนดมาตรการการแก้ไข ได้แก่ มาตรฐานการเดินเครื่อง
การตรวจคุณภาพด้วยเครื่องวัดน้ำหนักรถ และ การตรวจสอบคุณภาพด้วยกล้องตรวจจับของ
เสีย ผลการปรับปรุงพบว่าก่อนการปรับปรุง ในปี พ.ศ. 2563 มีของเสียจำนวน 380,692 เมตร
ภายหลังการปรับปรุง ในปี พ.ศ. 2564 ของเสียลดลงเหลือ 76,090 เมตร คิดเป็นปริมาณของเสีย
ลดลง 80.01% นอกจากนั้นการปรับปรุงยังส่งผลให้จำนวนการส่งคืนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพจาก
ลูกค้าลดลงจากเดิมเฉลี่ย 43 ครั้งต่อปี เหลือ 8 ครั้งต่อปี ลดลง 81%



63920363: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)

KEYWORDS: DEFECT REDUCTION/ PLASTIC FILM LAMINATION/ FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

NAKARES MEKHA : DEFECT REDUCTION IN DRY LAMINATION PROCESS OF PLASTIC FILM USING FMEA TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE: RUEPHUWAN CHANTRASA, Ph.D. 2025.

The objective of this research is to reduce defects generated in plastic film dry laminating process of the case study company applying the principle of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The research begins with studying the production process and collecting data on the number of defects that occurred. It was found that the highest number of defects was air bubbles that occurred on the packaging. Next, the Fishbone Diagram was used to identify 16 root causes of the defects. After that, FMEA was applied to evaluate the Risk Priority Number (RPN) of the failures. It was found that 3 failures had the same highest RPN score of 320, namely 1.) improper tension setting, 2.) inappropriate drying temperature, and 3.) inappropriate of machine running speed. Then, corrective actions were determined and implemented. including the establishment of machine operation standards, coating weight measurement machine, and web inspection cameras. The results of the improvement showed that before the improvement in 2020, there were 380,692 meters of defects. After the improvement in 2021, the defects decreased to 76,090 meters, representing an 80.01% reduction in the number of defects. Additionally, the improvement has resulted in the number of product claims from customers decreasing from an average of 43 times per year to 8 times per year, representing a 81% reduction.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิ
หลายท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤๅวลย์ จันทระ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยให้
คำปรึกษาและชี้แนะตลอดระยะเวลาการจัดทำ ขอบคุณประธานคณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์
ดร.สุนารีน จันทะ คณะกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตตา อุทัยรัตน์และอาจารย์ ดร.
จักรวาล คุณะดิลก ที่ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไข จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ กราบ
ขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ทั้งที่ร่วมศึกษาในสาขาและเพื่อนที่ทำงาน สำหรับความช่วยเหลือข้อมูล
คำปรึกษาคำชี้แนะในการศึกษาครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งให้
กำลังใจและการสนับสนุนเสมอมาแก่ผู้วิจัย จนสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

นภเรศ เมฆา



127956659

BUU-1Thesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
ตารางที่	ฌ
ภาพที่	ฎ
บทที่1	13
บทนำ.....	13
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	13
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	14
ขอบเขตของการวิจัย	14
ขั้นตอนการวิจัย.....	15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	15
บทที่2	16
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บรรณานุกรม.....	16
การเคลือบทรายลามิเนต.....	16
ประเภทของฟิล์มสำหรับการลามิเนต	17
เครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์กระบวนการและข้อมูลทางสถิติ	19
การวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่ตามมา	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25

บทที่ 3	28
วิธีการดำเนินงานวิจัย	28
ศึกษากระบวนการและระบบการผลิต	28
เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	39
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล	44
การวิเคราะห์หาแนวโน้มสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ FMEA.....	46
เกณฑ์ในการปฏิบัติการแก้ไข RPN.....	49
บทที่ 4	58
ผลการวิจัย	58
การแก้ไขสาเหตุของปัญหา.....	58
การวัดผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินการแก้ไขปัญหา.....	65
สรุปผลการดำเนินงาน	69
บทที่ 5	70
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	70
สรุปผลการวิจัย	70
การอภิปรายผลการวิจัย.....	75
ข้อเสนอแนะ	75
อุปสรรคปัญหาในงานวิจัย.....	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	78
ประวัติย่อของผู้วิจัย	88



127956659

ตารางที่

หน้า

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียของโรงงานกรณีศึกษาปี พ.ศ. 2562-2563	13
ตารางที่ 2 จำนวนการร้องเรียนส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต ปี พ.ศ. 2562-2563	14
ตารางที่ 3 ปริมาณของเสียปีแยกเป็นแผนก ปีพ.ศ.2562-2563	39
ตารางที่ 4 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปี พ.ศ. 2562-2563	40
ตารางที่ 5 ปริมาณของเสียปี พ.ศ. 2563 จากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต	41
ตารางที่ 6 ปริมาณของเสียปี พ.ศ.2563 ปัญหาฟองอากาศจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต ...	42
ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ	47
ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ(ต่อ).....	48
ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ(ต่อ).....	49
ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินหัวข้อ ความรุนแรงจากข้อบกพร่อง (S : Severity)	50
ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินหัวข้อความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง (O : Occurrence).....	51
ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินหัวข้อความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง(D:Detection:)	52
ตารางที่ 13 ผลการประเมินคะแนนความรุนแรง โอกาสการเกิดข้อบกพร่องและการตรวจจับของ ปัญหา.....	54
ตารางที่ 14 ผลการประเมินคะแนนความรุนแรง โอกาสการเกิดข้อบกพร่องและการตรวจจับของ ปัญหา(ต่อ).....	55
ตารางที่ 15 สาเหตุที่เป็นปัญหาของเสียฟองอากาศ	57
ตารางที่ 16 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาของเสียฟองอากาศทั้ง 3 สาเหตุ.....	58
ตารางที่ 17 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาของเสียฟองอากาศทั้ง 3 สาเหตุ (ต่อ)	59
ตารางที่ 18 มาตรการป้องกันและแก้ไขของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต ...	60
ตารางที่ 19 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข.....	62



127956659

BUU 1Thesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ตารางที่ 20 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข(ต่อ)	63
ตารางที่ 21 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข(ต่อ)	64
ตารางที่ 22 ข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2563	65
ตารางที่ 23 ข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564	66
ตารางที่ 24 ข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564	66
ตารางที่ 25 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ.2562-2563	68
ตารางที่ 26 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าในปีพ.ศ.2562-2563 เปรียบเทียบกับปีพ.ศ. 2564 หลังจากการปรับปรุง.....	68
ตารางที่ 27 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ	71
ตารางที่ 28 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ(ต่อ)	72
ตารางที่ 29 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ(ต่อ)	73



127956659

ภาพที่

หน้า

ภาพที่ 1 กระบวนการเคลือบทรายลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer	17
ภาพที่ 2 แผนภาพพาเรโต	20
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างของฟังก์ชันปลา (Fishbone Diagram).....	22
ภาพที่ 4 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดย FMEA	24
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	28
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน	30
ภาพที่ 7 เครื่องเป่าฟิล์ม.....	31
ภาพที่ 8 เครื่องพิมพ์.....	32
ภาพที่ 9 หลักการพิมพ์กราเวียร์	33
ภาพที่ 10 เครื่องเคลือบทรายลามิเนต.....	33
ภาพที่ 11 เครื่องเคลือบแบบ Extrusion.....	34
ภาพที่ 12 เครื่องสลิต(ผ่าม้วน)	35
ภาพที่ 13 เครื่องทำช่อง.....	36
ภาพที่ 14 เครื่องตรวจสอบน้ำหนักกาว.....	37
ภาพที่ 15 กล้องตรวจจับของเสียผลิตภัณฑ์ฟิล์ม.....	38
ภาพที่ 16 กราฟแท่งจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ.2562-2563	40
ภาพที่ 17 ภาพฟองอากาศที่เกิดบนซองผลิตภัณฑ์.....	43
ภาพที่ 18 ภาพขยายการแยกชั้นกาวและฟิล์มพลาสติกที่สาเหตุมีอากาศเข้าไปแทรก	43
ภาพที่ 19 แผนภาพก้างปลาแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียฟองอากาศ	45
ภาพที่ 20 กราฟแท่งแสดงคะแนน RPN จากปัญหาทั้งหมด 16 ข้อ.....	56
ภาพที่ 21 กราฟแท่งแสดงการจัดเรียงลำดับคะแนน RPN จากมากไปหาน้อย	57



ภาพที่ 22 กราฟแท่งผลการประเมินคะแนนค่า RPN ใหม่หลังมีมาตรการปรับปรุง	65
ภาพที่ 23 กราฟแท่งสรุปของเสียฟองอากาศเป็นจำนวนเมตรหลังการปรับปรุง	67
ภาพที่ 24 กราฟแท่งสรุปของเสียฟองอากาศเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ หลังการปรับปรุง	67
ภาพที่ 25 กราฟแท่งจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าในปีพ.ศ.2564 หลังการปรับปรุง	69



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์พลาสติกได้เข้ามามีส่วนสำคัญในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก โดยผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทยที่สำคัญได้แก่ ถุงพลาสติก แผ่นฟิล์ม ซองบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีอุตสาหกรรมพลาสติกทั่วประเทศอยู่ประมาณ 2,800 โรงงาน (สำนักข่าววิจัยกรุงศรี, 2564) อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูงขึ้น บริษัทผู้ผลิตต่างผลิตสินค้าที่มีคุณภาพเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ด้วยต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกยังเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตและของเสียเหล่านี้ได้หลุดรอดไปถึงลูกค้า การคืนสินค้าจากลูกค้าจึงเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งเนื่องจากส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและเกิดความเสียหายต่อภาพลักษณ์ในสินค้าของบริษัท

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก มีผลิตภัณฑ์หลัก คือบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอ่อน (Flexible Packaging) โดยในปี พ.ศ. 2562-2563 โรงงานกรณีศึกษามีปริมาณของเสียอยู่ในระดับที่สูง รวมกันประมาณ 22,079,588 เมตร และเมื่อศึกษาข้อมูลพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในแผนกเคลือบทรายลามิเนต มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น 90% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2562 แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งนับเป็นปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการวิเคราะห์สาเหตุและดำเนินการเพื่อการลดของเสียที่เกิดขึ้นจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยจะพัฒนาความสามารถในการผลิตได้ ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียของโรงงานกรณีศึกษาปี พ.ศ. 2562-2563

งานเสียทั้งหมด (เมตร)					
แผนก	ปี พ.ศ.2562	ปี พ.ศ. 2563	รวม	เปอร์เซ็นต์	ผลต่าง
เป่า	22,450	11,040	33,490	0.15%	ลดลง 51%
พิมพ์	4,201,663	4,206,052	8,407,715	38.08%	เพิ่มขึ้น 1%
ทรายลามิเนต	2,863,334	5,447,951	8,311,285	37.64%	เพิ่มขึ้น 90%
สลิต	1,240,696	712,372	1,953,068	8.85%	ลดลง 43%
ทำซอง	1,595,955	1,778,045	3,374,000	15.28%	เพิ่มขึ้น 11%
รวม	9,924,098	12,155,460	22,079,558	100.00%	เพิ่มขึ้น 22%

เมื่อทำการแยกข้อมูลของเสียจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตแล้ว พบว่าเกิดปัญหาข้อร้องเรียนส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากลูกค้าในปี พ.ศ. 2562–2563 ดังตารางที่ 2 เป็นปัญหาที่ต้องรับแก้ไขอย่างเร่งด่วน สาเหตุเนื่องจากปัญหานี้ในขั้นตอนกระบวนการผลิตแบบปกติจะไม่ทราบต้นตอปัญหา และขาดการวิเคราะห์สาเหตุ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะดำเนินแก้ปัญหานี้ โดยถ้าสามารถลดปัญหานี้ได้ ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับบริษัท ลดการเคลมสินค้าหรือการส่งคืนสินค้า ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ในการลดของเสียนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน และการประยุกต์เทคนิค FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องและผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดของเสีย

ตารางที่ 2 จำนวนการร้องเรียนส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต ปี พ.ศ. 2562-2563

แผนก	ปี พ.ศ.2562 จำนวน(ครั้ง)	ปี พ.ศ.2563 จำนวน(ครั้ง)	ผลรวม จำนวน(ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์
เป่า	3	2	5	4%
พิมพ์	22	19	41	30%
ทรายลามิเนต	18	25	43	32%
สลิต	5	7	12	9%
ทำช่อง	13	22	35	26%
รวม	61	75	136	100%

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดปริมาณของเสียและการส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากลูกค้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเคลือบฟิล์มแบบทรายเนต

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ด้วยการประยุกต์เครื่องมือวิศวกรรมคุณภาพ และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดปัญหา
3. นำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข
4. ประเมินผลแนวทางการปรับปรุงและเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ปัญหาฟองอากาศ ในกระบวนการเคลือบดราวยามีเนตมีปริมาณลดลง
2. ช่วยลดต้นทุนในส่วนของการเคลือบ ได้แก่ กาวที่ใช้เคลือบ พลังงานไฟฟ้า สำหรับการให้ความร้อนเพื่ออบฟิล์มพลาสติก
3. เป็นแนวทางการลดของเสีย (Defect loss) สำหรับผลิตภัณฑ์อื่นในบริษัท

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตพลาสติก โดยใช้เครื่องมือคุณภาพและสถิติเพื่อหาสาเหตุของปัญหา ตลอดจนการหามาตรการและแนวทางเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสารทางวิชาการและบทความจากเว็บไซต์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

บรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์มีความเกี่ยวข้องกับสังคมมนุษย์มาอย่างช้านาน คำว่า ‘ภาชนะบรรจุ’ หรือ ‘บรรจุภัณฑ์’ ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า ‘Package’ หรือ ‘Packaging’ ซึ่งหมายถึงวิธีการจัดส่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไปยังจุดหมายปลายทางอย่างปลอดภัยและ ทำให้เกิดจุดคุ้มทุนสูงสุด โดยหน้าที่ของการบรรจุขายขอบเขต ตามความต้องการของมนุษย์ที่มีมากขึ้นทุกปีซึ่งจะทำหน้าที่ในการรองรับและป้องกันผลิตภัณฑ์จากสภาวะอันตรายต่าง ๆ รวมไปถึงการเป็นส่วนหนึ่งของการแปรรูปซึ่งเป็นหน้าที่ที่สำคัญอีกประการ บรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนในการช่วยรักษาคุณภาพของอาหารและมีความเกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของอาหารประการแรกคือชนิดของวัสดุบรรจุที่ใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สำคัญคือ แก้ว, กระดาษ โลหะและพลาสติก ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีข้อดีข้อด้อย แตกต่างกันดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ในปัจจุบันได้มีการนำพลาสติกมาใช้แทนวัสดุบรรจุประเภทอื่นๆมากมายเนื่องจากพลาสติก มีจุดเด่นคือมีสมบัติที่หลากหลาย สามารถเลือกใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งอาหารแต่ละชนิดล้วนแล้ว มีความต้องการแตกต่างกันนอกจากนั้นยังมีน้ำหนักเบา มีพลังงานในการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับการผลิตแก้วและโลหะ

ที่มา : (Plastics Interlligence Update, 2553)

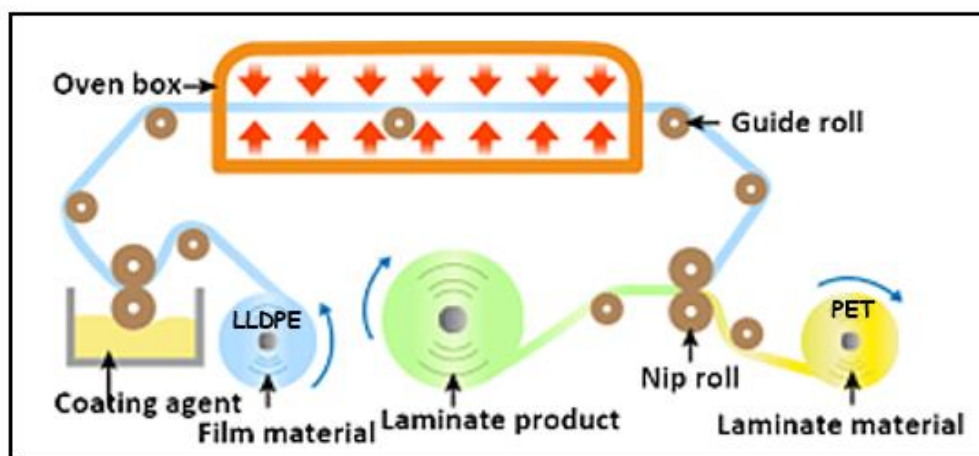
การเคลือบทรายลามิเนต

ลามิเนต (Laminate) ความหมายในพจนานุกรม หมายความว่า การทำให้เป็นแผ่นบางๆ ประกอบด้วยชั้นบางๆเช่นเดียวกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ซึ่งหมายถึง แผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตโดยการนำฟิล์มพลาสติกหลายชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่นๆ เช่น กระดาษหรือฟล้อยโลหะ โดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อน หรือกาว (Adhesive) ฟิล์มลามิเนตจะมีจำนวนชั้นฟิล์มมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับตามความต้องการของผู้ผลิต ด้วยวัตถุประสงค์ของการผลิตฟิล์มลามิเนตเพื่อให้ลวดลายหรือ ตัวอักษรที่พิมพ์ลงบนฟิล์มนั้น สามารถติดอยู่บนฟิล์มได้นานขึ้นโดยการ

นำแผ่นฟิล์มมาเคลือบติดบนฟิล์มอีกแผ่นหนึ่งที่ผ่านกระบวนการพิมพ์ลวดลายหรือตัวอักษรลงไป เพื่อป้องกันลวดลายของฟิล์มไม่ให้ลบเลือน ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยภายนอกเช่น การขีดข่วน , น้ำ และความชื้น ซึ่งการลามิเนตจะช่วยให้ลวดลายที่พิมพ์บนฟิล์มติดทนนาน ทำให้สินค้ามีความสวยงาม น่าใช้ และช่วยยืดอายุของสินค้า(Shelf Life) ให้นานขึ้นอีกด้วย

ที่มา : (Plastics Interlligence Update, 2553)

กระบวนการเคลือบทรายลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับเตาอบ (Dryer) กระบวนการเคลือบทรายการลามิเนตฟิล์มดังภาพที่ 1 เริ่มต้นโดยเครื่องปล่อยม้วนนำฟิล์มพลาสติกชนิดที่1 ผ่านเครื่องโค้ดกาวลงบนผิวผ่านเข้าไปในส่วนคู่อบเพื่ออบให้ความร้อนกับฟิล์มเพื่อเป่าไล่ในตัวทำละลายอื่นๆ (Solvent) ให้เหลือแค่เนื้อของกาวหรือสารเคลือบประสานฟิล์ม(Adhesive) ผ่านเครื่องรีดประกบชิ้นงาน(Nip roll) เพื่อนำฟิล์มทั้ง2 ชนิดมาประกบติดกัน แล้วผ่านเข้าส่วนสุดท้ายเข้าเก็บม้วนงาน



ภาพที่ 1 กระบวนการเคลือบทรายลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer

ประเภทของฟิล์มสำหรับการลามิเนต

ประเภทของฟิล์มที่นำมาเข้ากระบวนการลามิเนตจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ว่าเป็นบรรจุภัณฑ์หรือ ส่วนประกอบสำหรับสินค้าประเภทอะไร และบรรจุภัณฑ์ หรือสินค้าประเภทดังกล่าวต้องการมีคุณสมบัติในด้านใดบ้าง เมื่อทราบความต้องการดังกล่าวแล้วจึงจะสามารถเลือกประเภทของฟิล์มให้เหมาะสมและมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการ เพื่อทำการลามิเนตต่อไป ประเภทของฟิล์มและวัสดุที่นิยมนำมาผลิตฟิล์มลามิเนตสำหรับบรรจุภัณฑ์มีดังนี้ (เจริญ นาคะสรณ์, 2546)

PET (Polyethylene terephthalate)

ฟิล์ม PET เป็นโพลีเอสเตอร์เชิงเส้นตรงที่อึดตัวถูกนำมาใช้งานในรูปของเส้นใยสังเคราะห์ ส่วนใหญ่ มักใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับอาหารและยาในรูปของขวดเป็พ โดยวิธีเป่ายืด (Stretch Blow Molding) ขวดเป็พนี้จะมีใสเหนียว ไม่แตกง่าย ๆ ทนต่อความดันก๊าซสูง ใช้บรรจุน้ำอัดลม บรรจุอาหาร สุรา ยา และ เครื่องสำอาง เป็นต้น

BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene)

ฟิล์ม OPP แผ่นฟิล์ม BOPP ผลิตจาก PP ฟิล์ม BOPP เหมาะสำหรับงานลามิเนต และ งานพิมพ์นำมาใช้ห่อซองบุหรี่ บรรจุอาหารบรรจุผงซักฟอก ยา แคมพู น้ำยาสารเคมี สบู่เหลว และ นำมาใช้งานแทนแผ่นกระดาษแก้ว

Nylon(Polyamide)

ฟิล์ม PA Nylon มีสมบัติที่ดีในด้านความเหนียวและมีผิวลื่น ผสมกับสีได้เป็นอย่างดี สามารถยืดและหดตัวได้มีสีขาวขุ่น โปร่งแสง และสามารถใช้งานทำถุงสุญญากาศได้ดี

Polypropylene: PP

ฟิล์ม PP ที่นิยมใช้ในกระบวนการลามิเนตคือ ฟิล์ม CPP (Cast Polypropylene Film) และ ฟิล์ม BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene Film) ซึ่งฟิล์มทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติโดดเด่นมากในเรื่องความใส ผิวมันวาว เหนียว ทนต่อแรงดึง ไม่มีไฟฟ้าสถิต กันน้ำได้ดีฟิล์ม CPP และ BOPP มักถูกใช้ควบคู่กันโดย CPP โดยทำหน้าที่เป็นชั้นเคลือบ เพื่อให้อาหารหรือสินค้าที่บรรจุปลอดภัยจากผลกระทบของสีที่พิมพ์ลงบน BOPP เช่น ฟิล์มหุ้มซองบุหรี่ เป็นต้น

Aluminum Foil

ฟิล์มอลูมิเนียมฟอยล์ มีคุณสมบัติเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดถ้าเทียบกับฟิล์มพลาสติกชนิดอื่นๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน โดยฟอยล์อลูมิเนียมมีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซต่างๆ น้ำ กลิ่นน้ำมัน และแสง ได้อย่างดีเยี่ยม จึงสามารถ ปกป้องและถนอมผลิตภัณฑ์ที่ได้ยาวนานกว่า ฟิล์มชนิดอื่นๆ โดยอลูมิเนียมฟอยล์ใช้ได้ กับบรรจุภัณฑ์อาหาร และ ยา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของแข็งและ ของเหลว ถ้าหากผลิตภัณฑ์กักกร่อนก็ยังสามารรถ เคลือบฟอยล์อลูมิเนียมด้วยสารอื่นๆที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ผิวของฟอยล์อลูมิเนียมมีความมันวาวสวยงามเช่นเดียวกับฟิล์ม Metalized อีกด้วย

Metalized

ฟิล์ม Metalized เป็นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการฉาบด้วยโลหะอลูมิเนียม (Aluminum) ทำให้ซองบรรจุภัณฑ์ มีสีมันวาวว การซึมผ่านของก๊าซได้ดี ช่วยยืดอายุของสินค้าภายในได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มชนิดธรรมดา ฉะนั้นฟิล์ม Metalized จึงเหมาะกับการใช้งาน ในด้านบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างมาก โดยฟิล์ม Metalized ที่นิยมใช้ในการลามิเนตได้แก่ M-BOPA

(Metalized Nylon Film), M-CPP (Metalized Cast Polypropylene Film) M-PET (Metalized Polyester Film) เป็นต้น

LLDPE (Linear Low Density Polyethylene)

ฟิล์มLLDPE ใช้เป็นตัวเคลือบกับวัสดุบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เพื่อช่วยในการปิดผนึก ป้องกันไอน้ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และ เหมาะสมสำหรับการใช้งานซึ่งต้องการรองรับสินค้าที่มี ลักษณะพิเศษ เช่น ถุงใส่งานอุตสาหกรรม เครื่องโลหะ ถุงข้าวสาร และ ถุงน้ำแข็ง เป็นต้น ข้อดีทน ต่อแรงกระแทก ยืดหยุ่น หรือ การฉีกขาดได้ดี แปรรูปเปลี่ยนแปลงลักษณะ คืนสภาพเดิมได้ดี รองรับการผลิตแบบคุณภาพ และยังป้องกันการรั่วไหลของสินค้าได้ สามารถทนสภาพการปรับ สภาพพื้นผิววัสดุได้สามารถบรรจุน้ำมันและเคมีภัณฑ์ที่มีแรงเหนียวพื้นผิววัสดุได้ดีจึงเป็นวัตถุดิบ หนึ่งในการลามินตชั้นภายในฟิล์มไม่ค่อยใส เวลาที่พลาสติกเหลวเย็นตัวลงมันก็เกิดการตกผลึกใน เนื้อของมัน เมื่อมันมีผลึกเยอะมันก็เลยขุ่น ไม่เหมาะสำหรับบรรจุของเหลวที่มีส่วนผสมของตัวทำ ละลาย สินค้า ให้สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้ และยังทนกรด,ด่างป้องกันกรดสนิม และ ความชื้น

เครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์กระบวนการและข้อมูลทางสถิติ

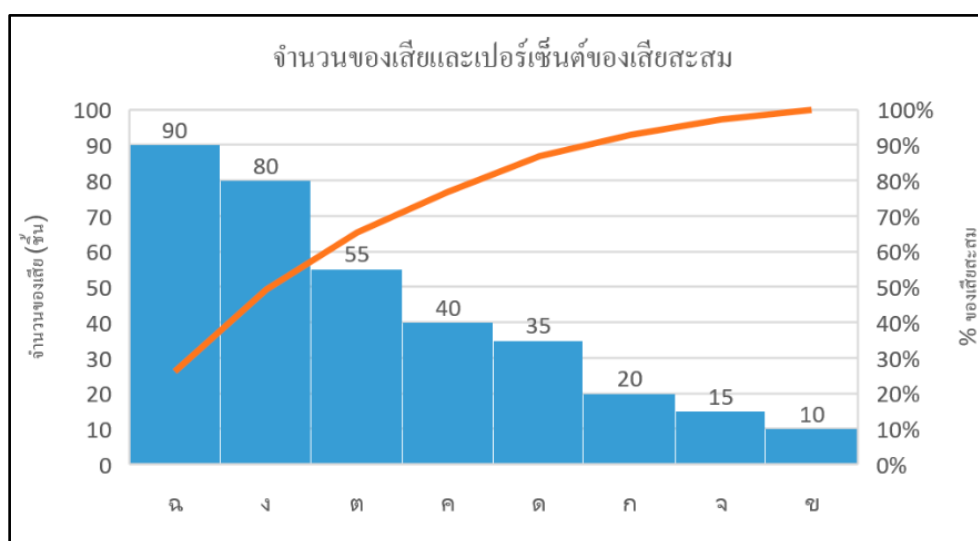
เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการและข้อมูลทางสถิติมีอยู่หลายเครื่องมือขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสมของปัญหา หรืองานที่ต้องการปรับปรุง ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับ ลักษณะของปัญหา หรือการปรับปรุงที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา และคัดเลือกเครื่องมือที่ จะนำมาใช้ดังนี้

1. แผนภาพพาเรโต

เป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กรโดยการนำเอาปัญหา เหล่านั้นมาแบ่งแยกประเภท แล้วเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลจากมากที่สุดไปน้อยสุดโดย แผนภูมิพาเรโตเป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิด คือกราฟคอลัมน์หรือกราฟแท่งและกราฟเส้น โดยกราฟแท่งมีการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงลดหลั่น จากซ้ายไปขวา ส่วน กราฟ เส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสมของความสูงของคอลัมน์ต่างๆ จากซ้ายไปขวาแล้วอาศัยหลัก 80:20 ของ แผนภูมิพาเรโตมาใช้เป็นประโยชน์ สำหรับแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาเร่งด่วน ปัญหารอง ทำให้เข้าใจถึงลำดับความสำคัญของปัญหา ก่อนนำไปพิจารณาแก้ไข ปรับปรุงต่อไปซึ่งการ แก้ปัญหาที่สาเหตุหลักจะช่วยให้อาการลดลง จนถึงขั้นที่อาจจะไม่ต้องแก้ไขปัญหารองที่เหลืออีก เลยแผนภาพพาเรโตนิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบ โดยการนำเสนอแผนภาพ พาเรโตจะอยู่ในรูปกราฟแท่งเช่นเดียวกับฮิสโตแกรม โดยแผนภาพพาเรโตจะมีลำดับ ข้อมูลจาก

กลุ่มที่มีความถี่สูงสุด (ปริมาณมากที่สุด) ไปยังข้อมูลกลุ่มที่มีจำนวนน้อยที่สุด และในแผนภาพพาเรโตจะมีกราฟเส้นแสดงค่าสะสมสะสม (Cumulative) ของแต่ละกลุ่ม (อดิสร มาลา, 2558)

แผนภูมิพาเรโตนิยมใช้ในการเลือกปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไขหรือปรับปรุง เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในเรื่องคุณภาพอาจมีจำนวนน้อย แต่ส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพได้อย่างรุนแรง หรือปัญหาปลีกย่อยมีอยู่จำนวนมากแต่จะไม่ส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญเป็นลำดับแรกก่อน แผนภาพพาเรโต แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพพาเรโต

2. ฟังแสดงเหตุและผลหรืออิชิกาวาไดอะแกรม

แผนภูมิแก๊งปลา (Fishbone Diagram) หรือ แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Dr.Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังนี้มาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพ กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นแผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง (Effect) กับสาเหตุ (Causes) ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นั้นๆ ปัญหาเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ อาจมีหลายสาเหตุ จึงต้องมีการแจกแจงสาเหตุต่างๆ ออกมาให้ชัดเจนทั้งนี้เพื่อการศึกษาวิเคราะห์ ทำความเข้าใจและการหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงประเด็น แผนผังแสดงเหตุและผลเรียกอีกชื่อว่า ฟังแก๊งปลา (Fish Bone Diagram) หรือแผนผังอิชิกาวา (Ishigawa Diagram) วิธีการดำเนินงานแผนผังแสดงเหตุและผล แสดงดังภาพที่ 3

1. ระบุผลลัพธ์ที่ไม่ต้องการขององค์การ หรือผลลัพธ์ที่ต้องการให้บรรลุอยู่ปลายสุดของลูกศร
2. ระบุสาเหตุหรือองค์ประกอบที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นั้นๆ องค์ประกอบหลักหรือสาเหตุหลักที่นิยมใช้ในผังแสดงเหตุและผล คือ 4M
 - 2.1 Man คน
 - 2.2 Machine เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์
 - 2.3 Material วัตถุดิบ หรือวัสดุ
 - 2.4 Method วิธีการทำงาน
3. ระบุสาเหตุย่อยลงในกิ่งสาเหตุหลัก กำหนดความสำคัญของสาเหตุหลักต่างๆ และหามาตรการแก้ไข แพนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) มักใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลที่เกิดเป็นปัญหา (Problem) กับสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา (Cause) การใช้แผนภูมิรูปคล้ายกังปลา ใช้ค้นหาสาเหตุแห่งปัญหาและทำการศึกษา ทำความเข้าใจ ทำความรู้จักกับกระบวนการและใช้ในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกคนสนใจใน ผลที่เกิดในรูปของปัญหาที่มีซึ่งจะแสดงไว้ที่หัวปลา วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังกังปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนภูมิคือ ควรต้องทำเป็นคณะทีมงานเป็นกลุ่ม ผ่านการระดมความคิดร่วมกัน โดยมี 6 ขั้นตอนประกอบด้วย
 - 3.1 กำหนดปัญหาที่สนใจไว้ที่ตำแหน่งของหัวปลา
 - 3.2 กำหนดสาเหตุจะทำให้เกิดปัญหาไว้ตามตำแหน่งของตัวปลา
 - 3.3 กำหนดปัจจัยหลักที่จะทำให้เกิดปัญหาไว้ตามตำแหน่งของก้างปลาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
 - 3.4 กำหนดสาเหตุของปัจจัยหลักที่พบไว้ตามตำแหน่งแยกย่อยในแต่ละก้างปลา
 ระบุสาเหตุปัจจัยหลักของปัญหาให้มากที่สุด
 - 3.5 จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัจจัยที่มีเพื่อจัดกลุ่มการแก้ไขปัญหา
 - 3.6 คัดเลือกแนวทางและเครื่องมือที่มีใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังตามที่เป็น
4. การกำหนดปัจจัยหลักบนก้างปลา

การกำหนดปัจจัยหลักบนก้างปลานั้น สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ตามความสำคัญและความสนใจที่มี แยกกลุ่มตามจุดประสงค์เป้าหมายของงาน กลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยหลักนั้นควรจะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุที่มีได้อย่างเป็นระบบ ในงานอุตสาหกรรมการผลิตเราอาจใช้หลักการ 4M-1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุประกอบด้วย

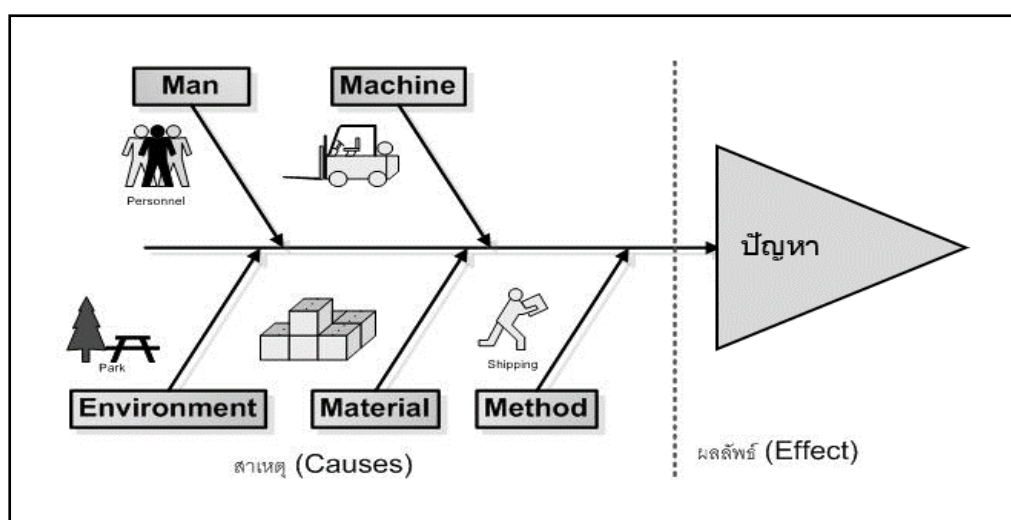
M-Man คนงาน พนักงาน หรือบุคลากร

M-Machine เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M-Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M-Method ขั้นตอนงานที่มี กระบวนการทำงาน

E-Environment สิ่งแวดล้อมที่มี ลักษณะของสถานที่ และบรรยากาศในการทำงาน



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างของผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

การวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่ตามมา

(กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547) การวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่ตามมา (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานตั้งแต่ การออกแบบ การผลิต และการบริการ โดย FMEA จะเป็นการแสดงถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น (Potential Failure Mode) เนื่องจากการออกแบบ การผลิต หรือการบริการ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Effects Analysis) และสุดท้ายก็เพื่อนำไปสู่การหาวิธีป้องกันการเกิดความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Problems Prevention)

FMEA สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. Design FMEA (DFMEA) คือ การปรับปรุงการออกแบบโดยวิธีการ FMEA
2. Process FMEA (PFMEA) คือ การปรับปรุงการผลิตโดยวิธีการ FMEA
3. Service FMEA (SFMEA) คือ การปรับปรุงการบริการโดยวิธีการ FMEA

คุณลักษณะของความเสียหาย (Failure Mode) หมายถึง สภาวะการณ์ หรืออาการที่อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายที่ตามมา (Failure) ซึ่งอาการผิดปกติส่วนใหญ่แล้วจะเป็นคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics) ได้แก่ การแตก ความร้อน กลิ่นไหม้ การบิดเบี้ยว การร้าว สีเพี้ยน รอยร้าว เป็นต้น และสามารถสังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส เช่น สายตา (ร้าว สีเพี้ยน รอยร้าว) หู (การสั่น) การสัมผัส (ความร้อน) และการได้กลิ่นที่ผิดปกติ (กลิ่นไหม้) ถ้าหากว่าอาการเหล่านี้ (Symptoms) ไม่ได้รับการแก้ไข จะส่งผลกระทบต่อชิ้นส่วน หรือ ระบบอื่นๆ ทำให้เกิดการขัดข้อง หรือเสียหายได้ในที่สุด (สมภพ ตลับแก้ว, 2551)

ผลกระทบจากความเสียหาย (Effect) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเสียหาย และส่งผลโดยตรงต่อ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และ การบริการในที่สุด โดยทั่วไปแล้วมักจะยึดจาก “ผลกระทบที่เกิดกับลูกค้าเป็นหลัก” ซึ่งอาจจะหมายถึงหน่วยงานที่รับผิดชอบถัดไป เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายประกอบ หรือฝ่ายบริการ การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อหาทางป้องกันการเกิดความเสียหายขึ้นในอนาคตอธิบายว่าการวิเคราะห์ลักษณะขอบกพร่องและผลของ ขอบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ที่ใช้ในการนิยามบ่งชี้สาเหตุของขอบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว (Activate Cause) และมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น(Potential Cause) โดยขอบกพร่องดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของปัญหา การวิเคราะห์ลักษณะขอบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ที่ดีซึ่งไปถึงขอบกพร่องที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นซึ่งบ่งถึงสาเหตุและผลของแต่ละขอบกพร่อง จัดลำดับความสำคัญ และชี้ไปถึงขอบกพร่องตามตัวเลขกำหนดก่อนหลังความเสี่ยง (Risk Priority Number-RPN) ซึ่ง พิจารณาจากความถี่ในการเกิดความเสี่ยงและแนวโน้มที่ขอบกพร่องจะเกิดกับลูกค้ากำหนดถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาและการแก้ไข ลักษณะสำคัญ 3 ประการของการวิเคราะห์ลักษณะขอบกพร่อง และผลกระทบ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)

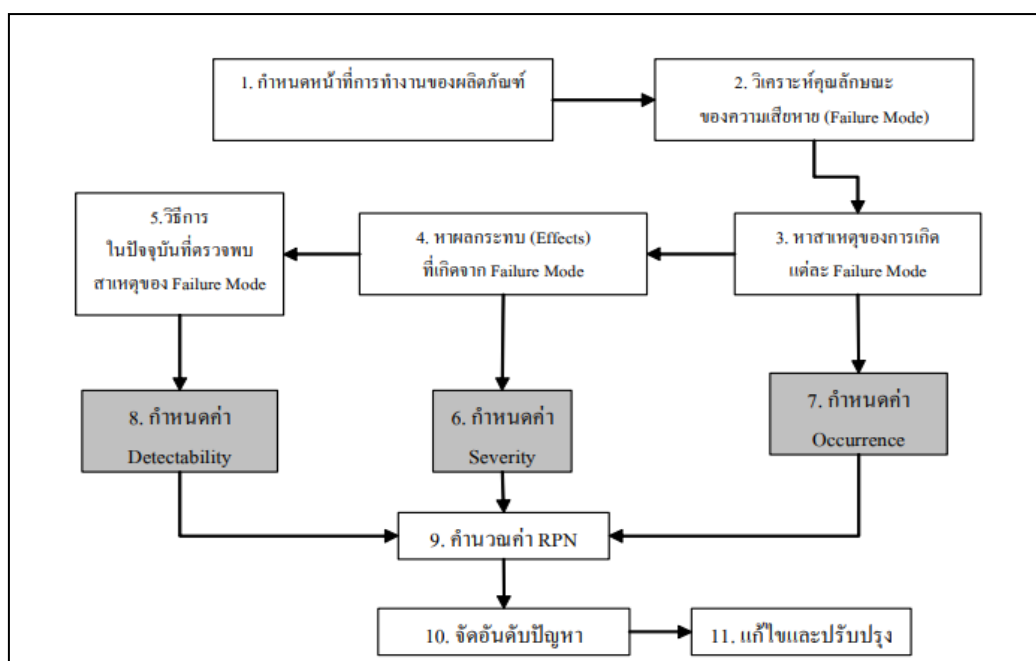
1. จะต้องมีการแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของความล้มเหลวปัญหาและความผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นแล้ว จากกระบวนการ การออกแบบ การผลิตและการบริการอย่างชัดเจนและ มีการประเมินผล

2. จะต้องมีการบ่งชี้การกระทำ สำหรับการลด หรือจัด โอกาสของความล้มเหลวของปัญหา และความผิดพลาดนั้นๆ ที่จะเกิดขึ้นมาอีก

3. จะต้องมีการบันทึกกลงในแบบฟอร์มมาตรฐาน

ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยหลักการ FMEA โดยหลักมีทั้งหมด 11 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 4

1. การกำหนดแผนผังการดำเนินงาน (Process Flow) เช่น การออกแบบ การผลิต การบริการ
2. กำหนดหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์
3. วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode) ที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์
4. หาสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (Cause of Failure Mode)
5. พิจารณาว่าจะรู้ได้อย่างไรถ้าเกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ (Effect)
6. กำหนดระดับของความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น (S = Severity)
7. พิจารณาถึงความถี่ของสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (O = Occurrence of Cause of Failure Mode)
8. พิจารณาวิธีการในปัจจุบันที่ทำการตรวจสอบการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (D = Detectability of Cause of Failure Mode)
9. คำนวณค่า Risk Priority Number (RPN) = $S \times O \times D$
10. จัดอันดับปัญหา
11. แก้ไขและปรับปรุง



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดย FMEA

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(นาคยา เอื้อพิทักษ์สกุล, 2539) ได้ทำการศึกษาฟิล์มที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อการเชื่อมติด ประกอบด้วยฟิล์มพอลิโพรพิลีนเป็นหลัก จำนวน 5 ประเภท จากโรงงานอุตสาหกรรมคือ OPP/PE/LLDPE OPP/PE OPP/PP OPP/CPP และ OPP/MCPP มาปิดผนึกด้วยความร้อน เพื่อใช้ศึกษาปัจจัยที่มีต่อความสมบูรณ์ของรอยผนึกโดยพิจารณาทั้งเครื่องปิดผนึกและฟิล์มที่ใช้โดยการ วัดค่าความแข็งแรงของรอยผนึกและดูรูปแบบของการขาดหลังจากนั้นจะศึกษาหาวิธีการปิดผนึก ด้วยความร้อนที่สอดคล้องต่อรอยผนึกโดยการวัดค่าความแข็งแรงรอยผนึก ความทนต่อการลอก และความแข็งแรงของรอยผนึกขณะร้อนการปิดผนึกด้วยความร้อนจะใช้เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนแบบเทอร์ที่มีการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง และนำรอยปิดผนึกออกในขณะที่ยังร้อนอยู่การเพิ่มอุณหภูมิแท่งปิดผนึกและ เวลาในการปิดผนึกจะมีผลทำให้ความแข็งแรงของรอยผนึกสูงขึ้นในระยะหนึ่งจนกระทั่งถึง อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมต่อการปิดผนึกหรือถึงจุดที่มีการเปลี่ยนรูปแบบของการขาดแล้วจึง จะทำให้ค่าความแข็งแรงของรอยผนึกเริ่มคงที่ ส่วนความดันในการปิดผนึกจะมีผลต่อความ แข็งแรงของรอยผนึกน้อยมาก หากฟิล์มที่มีสารปิดผนึกหนาจะให้ความแข็งแรงของรอยผนึกสูง กว่าฟิล์มที่มีสารปิดผนึกบางแต่ฟิล์มจากวัสดุหลักที่หนาจะให้ความแข็งแรงของรอยผนึกต่ำกว่า ฟิล์มจากวัสดุหลักที่บางวิธีการปิดผนึกด้วยความร้อนที่เหมาะสมควรใช้อุณหภูมิแท่งปิดผนึกที่สูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารปิดผนึกเล็กน้อยโดยให้ความร้อนเพียงพอเฉพาะต่อการหลอมสารปิดผนึกเท่านั้น โดยมีเวลาในการปิดผนึกที่เพียงพอที่จะให้สารปิดผนึกมีอุณหภูมิถึงจุดหลอมเหลว และเกิดพันธะที่ผิวสัมผัสได้ส่วนความดันในการปิดผนึกควรใช้ค่าความดันต่ำเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวของรอยผนึก

(ภูมิินทร์ แจ่มเชื้อ, 2554)งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษากระบวนการเคลือบ(ทราย)ในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อน การศึกษาความสัมพันธ์ของของเสียฟองอากาศในพลาสติกไนลอนพอลิเอทิลีนชนิดความหนา กับเงื่อนไขของกระบวนการเคลือบ(ทรายซึ่ง)ได้แก่ความเร็วของลูกกลิ้ง ,อุณหภูมิของเตาอบและแรงดึงพลาสติก โดยใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Respond Surface Analysis) ด้วยการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design ซึ่งผลการแสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขกระบวนการเคลือบทรายกับการเกิดฟองอากาศจะแสดงด้วยฟังก์ชันกำลังสองโดยพบว่าเงื่อนไขในกระบวนการเคลือบ(ทราย) ที่เหมาะสมจะส่งผลให้ปริมาณของเสียฟองอากาศมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับความเชื่อมั่น 95%จากการศึกษาพบว่าเมื่อความเร็วลูกกลิ้งมากขึ้นจะทำให้เกิดของเสียฟองอากาศลดลงเนื่องพลาสติกมีความดึงฟองอากาศที่เกิดขึ้นจะไม่ถูกเก็บไว้บนผลิตภัณฑ์แต่เมื่อพลาสติกดึงเกินไปเนื่องแรงดึงพลาสติกที่มากจะส่งผลให้พลาสติกเกิดการขยายและหดตัวทำให้เกิดของเสียฟองอากาศที่มากและในขณะที่เมื่ออุณหภูมิของเตาอบมากขึ้นจะทำให้ปริมาณของเสียฟองอากาศมีปริมาณมาก เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตัวทำ

ละลายสามารถระเหยได้ดีแผ่นพลาสติกมีการเชื่อมติดกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและค่าที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดของเสียฟองอากาศน้อยสุดคือความเร็วลูกกลิ้ง150รอบ ต่อนาที แรงดึงพลาสติก 400 นิวตันและอุณหภูมิเตาอบ 85 องศาเซลเซียส

(อดิสร มาลา, 2558) จากการระดมสมองของทีมงานโดยใช้แผนภูมิแกงปลาและสร้างตารางเมตริกซ์สาเหตุและผล พบ 4 สาเหตุที่เป็นไปได้ต่อค่า และของเสียประเภทความลึกของร่องหักแบ่งงานได้แก่ สาเหตุจากขั้นตอนและสัดส่วนการผสมวัตถุดิบ สาเหตุจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร สาเหตุจากอายุการใช้งานของแม่พิมพ์และสาเหตุจากเงื่อนไขมาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องก่อนเริ่มดำเนินงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักโดยการทดลองเปรียบเทียบเงื่อนไขที่แตกต่างของแต่ละสาเหตุที่เป็นไปได้ โดยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน พบว่าสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อค่า และของเสียประเภทความลึก ของร่องหักแบ่งงาน คือเงื่อนไขมาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องก่อนเริ่มดำเนินงาน จึงได้ทำการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วนแบบ 2 โดยมีปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมด 5 ปัจจัย ได้แก่อัตราความเร็วช่วงชัก เวลาหน่วงกดทับงาน แรงกดบีบงาน ชนิดของสปริง และระยะห่าง ระหว่างงานกับแม่พิมพ์หลังการปรับปรุงแก้ไขพบว่าสามารถปรับปรุงค่าความลึกของร่องหักแบ่งงานให้ใกล้เคียงค่าเป้าหมาย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปรับปรุงจาก 9.0 ไมโครเมตร เป็น 5.9 ไมโครเมตร และค่า ความสามารถในการกระบวนการผลิตปรับปรุงขึ้นจาก0.49 เป็น 1.08 และลดสัดส่วนของเสียประเภท ความลึกของร่องหักแบ่งงานลงได้ 79.65% เมื่อเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง สามารถลดต้นทุน ของบริษัทอันเนื่องมาจากการลดลงของของเสียได้มากกว่า 50% ของมูลค่าความเสียหายอัน เนื่องมาจากต้นทุนในการผลิตที่เสียไป และสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของลูกค้าที่มีต่อบริษัทได้

(สุกานดา พรหมเทพ, 2554); (ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2554) งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ซิกมาตาม DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) เพื่อการลดของเสียในกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติกบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตฟิล์มโพลีพอฟิลีน (Biaxial oriented Polypropylene film ; BOPP)ในปี 2553ปริมาณของเสียจากการคืนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง 122,340.58 กิโลกรัมเป็นมูลค่า 8,563,840.6 ล้านบาทส่วนใหญ่เกิดจาก 6 ข้อบกพร่องหลักซึ่งได้แก่ข้อบกพร่องฟิล์มหย่อน(SG) 2.58%โดยน้ำหนักข้อบกพร่องความหนาผิดปกติ(BT)1.91%โดยน้ำหนักข้อบกพร่องคราบ(ST) 2.3%โดยน้ำหนักข้อบกพร่องฟิล์มสไลด์ (LW) 5.29%โดยน้ำหนักข้อบกพร่องฟิล์มยับ (WR) 1.72%โดยน้ำหนักและข้อบกพร่องฟิล์มเป็นร่อง(CO) 5.23% หลังปรับปรุงกระบวนการผลิตทำการประเมิน FMEAตามหลักการSOD ตั้งเป้าหมายเพื่อลดปริมาณของเสียลงประมาณ 50% จากปริมาณของเสียในปี 2553ซึ่งเป็นมูลค่า 4,281,920.3 ล้านบาท

(ศิริวัช แก้ววงศา, 2555); (เพ็ญสุดา พันธุธิดา, 2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 ทำการศึกษาการลดข้อผิดพลาด(Errors) ในการที่จะนำไปสู่การลดการแก้ไขงาน(Rework)ของ
 การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ของการบริหารโครงการขนาดใหญ่ โดยใช้
 เทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (Failure Mode Effect Analysis:
 FMEA) เป็นเครื่องมือหลัก กรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ได้เลือกกระบวนการการออกแบบทาง
 วิศวกรรมงานท่อ(Piping Engineering) เป็นกระบวนการหลัก ในการศึกษาเริ่มด้วยการรวบรวม
 ปัญหา และข้อผิดพลาดต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความไม่พอใจในคุณภาพการออกแบบจากลูกค้า โดย
 อาศัยการระดมความคิด การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา หรือข้อผิดพลาด และการศึกษา
 ความเกี่ยวข้องระหว่างปัญหาต่างๆ กับผู้รับผิดชอบ จากนั้นจะใช้การวิเคราะห์คุณลักษณะความ
 เสียหายและผลกระทบในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดต่างๆ รวมถึงความครอบคลุมในการรวบรวม
 ข้อผิดพลาด ในการปรับปรุงแก้ไขและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพการออกแบบ
 ทางวิศวกรรม ในการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบการประเมินค่าดัชนีความ
 เสี่ยงของแต่ละข้อผิดพลาดโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งคำนึงถึงความรุนแรงของข้อผิดพลาด
 โอกาสการเกิดขึ้นของข้อผิดพลาด และการตรวจจับได้ของข้อผิดพลาด ในกรณีที่ข้อผิดพลาดที่มี
 คะแนนดัชนีความเสี่ยงสูง แสดงถึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อผิดพลาดนั้น คะแนนดัชนีความเสี่ยงมีค่า
 อยู่ระหว่าง 1 ถึง 1000คะแนน ในงานวิจัยนี้ได้เน้นแก้ไขข้อผิดพลาดประเภทวิกฤต ประเภทสำคัญที่
 มีระดับความรุนแรง 9-10 และค่าดัชนีความเสี่ยงเกินกว่า 100 คะแนนเป็นหลัก ในการแก้ไข
 ข้อผิดพลาดเหล่านั้นมีทั้งการกำหนดมาตรฐานการทำงาน การจัดระบบรวบรวมข้อมูล การจัดทำ
 เช็คลิสต์ป้องกันข้อผิดพลาด การกำหนดแบบฟอร์มสำหรับตรวจสอบฯลฯ หลังจากทางวิศวกรที่มี
 ความเชี่ยวชาญทำ การพิจารณาให้ค่าดัชนีความเสี่ยงหลังจากการปฏิบัติการแก้ไข พบว่าคะแนน
 ดัชนีความเสี่ยงของข้อผิดพลาดต่างๆ ลดลงมาก โดยล้วนมีค่าดัชนีความเสี่ยงต่ำกว่า 100 คะแนน
 ทั้งสิ้น ผลการศึกษายังพบว่า อัตราข้อผิดพลาดในการออกแบบทางวิศวกรรมหลังการแก้ไขลดลง
 จากเดิม 4.73% เหลือเพียง 1.25%



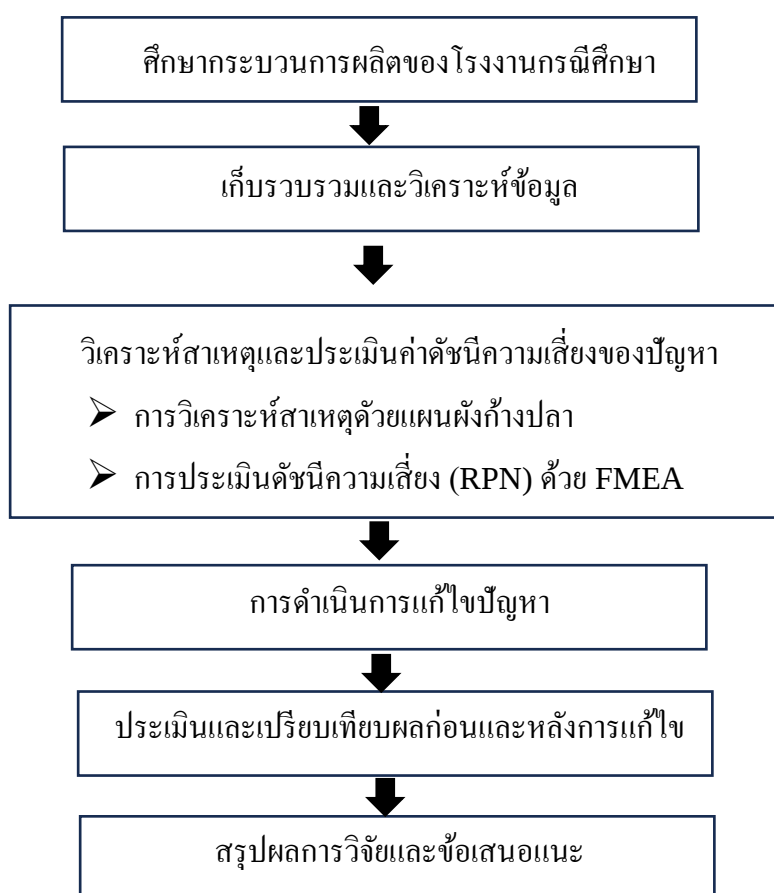
127956659

BUU-1Thesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดปริมาณของเสียในกระบวนการเคลือบครายลามิเนตหรือการประกบแผ่นฟิล์มพลาสติกกับวัสดุเคลือบผิวของบริษัทกรณีศึกษา โดยรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ศึกษากระบวนการและระบบการผลิต

บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทคือ บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอ่อน



วัตถุดิบพลาสติก

พลาสติกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้(เจริญ นาคะสรรค์, 2546) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) หรือเรซิน เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดในโลก ได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลวหรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน มีสมบัติพิเศษคือเมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ ชนิดของพลาสติกใน ตระกูลเทอร์โมพลาสติก ได้แก่

1. พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้พอควร เป็นพลาสติกที่นำมาใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม เช่น ท่อน้ำ ถัง ถู ขวด แท่นรองรับสินค้า เป็นต้น
2. พอลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แข็งกว่าพอลิเอทิลีนทนต่อสารไขมันและความร้อนสูง ใช้ทำแผ่นพลาสติกถุงพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน หลอดดูดพลาสติก เป็นต้น
3. ไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมาก คงทนต่อการเพิ่มอุณหภูมิทำแผ่นฟิล์มลามิเนตสำหรับทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารแบบสุญญากาศ
4. พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate: PET) เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมากโปร่งใส ราคาแพง ใช้ทำแผ่นฟิล์มบาง ๆ บรรจุอาหาร

ฟิล์มบรรจุภัณฑ์พลาสติก

ฟิล์มพลาสติก (Plastic film) เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ ที่ใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร เพื่อรักษาคุณภาพของอาหารและเพื่อความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารนั้นสามารถจำแนกตามวัตถุดิบที่ใช้และวัตถุประสงค์ในการใช้งานดังนี้ (นาตยา เอื้อพิทักษ์สกุล, 2539)

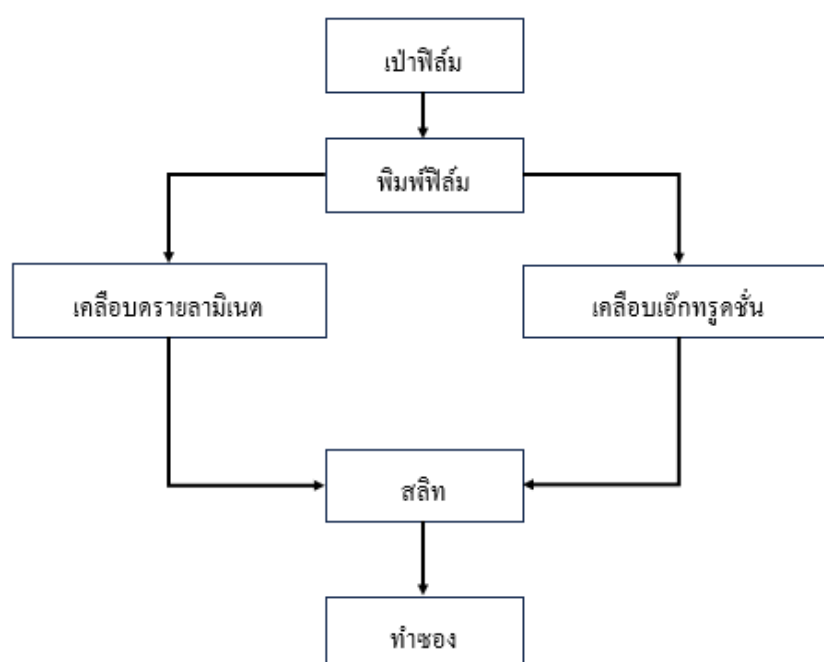
1. ฟิล์มพลาสติกเดี่ยว (Single plastic film) มักใช้ทำถุงทั่วไป โดยมีราคาไม่สูงมาก เช่น ถู LDPE หรือถูเอ็น และ ถู PP หรือถูร้อน นอกจากนี้ยังนิยมทำเป็นถูชั้นใน ในกล่องกระดาษแข็งบรรจุอาหารสำเร็จรูปเพื่อการขายปลีก
2. ฟิล์มพลาสติกประกบ (Laminated plastic film) หมายถึงฟิล์มต่างชนิดกันที่ประกบเข้าด้วยกัน หรือฟิล์มพลาสติกที่ใช้ประกบกับวัสดุอื่นๆ เช่น กระดาษแผ่นเปลวอลูมิเนียม รวมทั้งพลาสติกที่ผ่านการเคลือบด้วยไออลูมิเนียม แล้วนำมาประกบกับฟิล์มพลาสติกอื่นๆ โดยโครงสร้างของฟิล์มพลาสติกประเภทนี้ต้องประกอบด้วยวัสดุตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป โดยอาหารที่ใช้บรรจุสำหรับ

ฟิล์มพลาสติกประเภทนี้คือ อาหารแห้ง เครื่องดื่มผงสำเร็จรูป อาหารที่ต้องฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Retort pouch) บะหมี่สำเร็จรูป อาหารขบเคี้ยว อาหารที่ใช้ไขมันสูง อาหารแช่เยือกแข็ง ซึ่งบรรจุด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum) อาหารว่าง และผักดอง (ต้มฆ่าเชื้อได้) เป็นต้น

3. ฟิล์มพลาสติกรีดร่วม (Coextruded plastic film) เป็นฟิล์มหลายชั้นซึ่งประกอบด้วยพลาสติกชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน โดยการประกบใช้วิธีรีดให้ติดกัน โดยอาหารที่ใช้บรรจุสำหรับฟิล์มพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ เนื้อ ไข่กรอก แสม ปลา เนยแข็ง นมผง น้ำสลัด และอาหารที่มีไขมันสูง เป็นต้น (Plastics Intelligence Update, 2553)

กระบวนการผลิต

ในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกนั้นจะแตกต่างกันขึ้นกับความต้องการในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ เช่น ความหนา ความยืดหยุ่น ความใส รูปทรงสีสีน การออกแบบ เป็นต้น กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอ่อนมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน

1. กระบวนการเป่าฟิล์ม

เป็นกระบวนการสำหรับการผลิตถุงพลาสติก โดยการเป่าพลาสติกเหลวหนืดให้พองตัวในอากาศและรีดให้ออกมาเป็นถุงพลาสติก หรือเป็นแผ่นพลาสติกบาง (ฟิล์ม) โดยการตัดขอบทั้งสองข้างของถุงพลาสติกออก เครื่องเป่าฟิล์ม ดังภาพที่ 7 มีส่วนประกอบและหลักการดังต่อไปนี้

1.1 เครื่อง Extruder ทำหน้าที่ป้อนและหลอมเม็ดพลาสติกให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เกลียวหนอนหมุนอัดพลาสติกให้เคลื่อนที่ไปตามรีนเกลียวหนอน

1.2 หัวเป่า Die ทำหน้าที่ทำให้เกิดรูปร่างของท่อพลาสติกบาง ในการเป่าถุงพลาสติกและพลาสติกแผ่นบาง โดยปกติพลาสติกจากแม่แบบเป่าถุงจะถูกหักมุม 90 องศา เนื่องจากเหตุผลทางเทคนิคและการไหลออกทางด้านล่าง หรือด้านบนในรูปของท่อพลาสติกบาง โดยท่อพลาสติกบางนี้จะถูกเป่าให้ขยายออกและบางลงเป็นท่อบางๆที่ยาวตลอดที่จะนำมาทำเป็นถุงพลาสติกหรือฟิล์มต่อไป

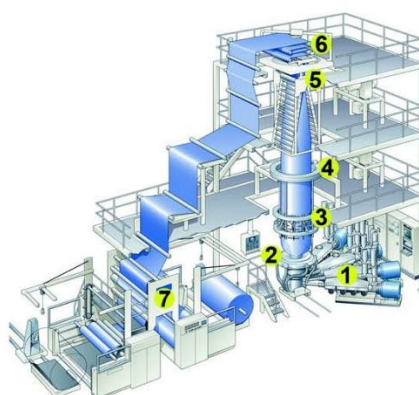
1.3 วงแหวนหล่อเย็นทำหน้าที่หล่อเย็นท่อพลาสติกบางให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว พลาสติกเหลวที่ออกมาจากหัวเป่าจะต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความคงรูปของตัวพลาสติกเองมีน้อย ในการหล่อเย็นนี้อาศัยลมหรือน้ำ

1.4 แผ่นนำฟิล์มเข้าลูกกลิ้ง ทำหน้าที่ประคองถุงที่เป่าให้ค่อยๆรีดตัวเข้าสู่ลูกกลิ้งรีดทำจากโลหะผิวเรียบมันวาว

1.5 ลูกกลิ้งรีดมีหน้าที่รีดท่อพลาสติกบางให้แบน โดยท่อพลาสติกบางที่พองตัวในอากาศจะถูกบีบให้ลู่เข้าหากันด้วยแผ่นนำถุงเข้าลูกรีด และลูกรีดให้แบนอีกครั้งเพื่อส่งแผ่นพลาสติกเข้าลูกกลิ้งม้วน

1.6 ลูกกลิ้งม้วน ทำหน้าที่ม้วนและดึงท่อพลาสติกบางเข้าเก็บด้วยความเร็วคงที่ หลังจากพลาสติกบางถูกบีบให้แบนแล้ว นำพลาสติกบางจะผ่านลูกกลิ้งย้อนลงมาเพื่อม้วนแผ่นพลาสติกในลักษณะที่เป็นท่อบางยาวตลอดหรือตัดของทั้งสองให้เป็นแผ่นพลาสติกบางในการตัดแบ่งถุงพลาสติก โดยการตัดที่รอบพับหรือขอบของถุงนั้นจำเป็นต้องมีตำแหน่งในการม้วนอยู่สองตำแหน่ง (Plastics Interlligence Update, 2553)

รายละเอียดเครื่องเป่า
1. เอ็กทูดอร์(Extruder)
2. หัวเป่า
3. แหวนหล่อเย็น
4. เครื่องเช็คความหนา
5. ลูกกลิ้งรีด
6. ลูกกลิ้ง Take Off
7. อุปกรณ์เก็บม้วน



ภาพที่ 7 เครื่องเป่าฟิล์ม

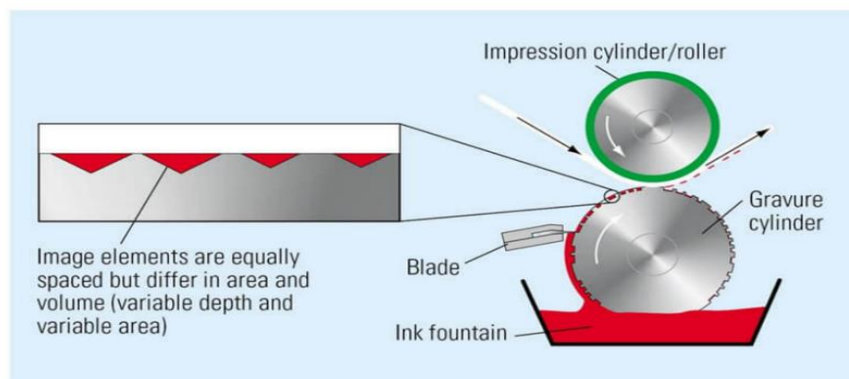
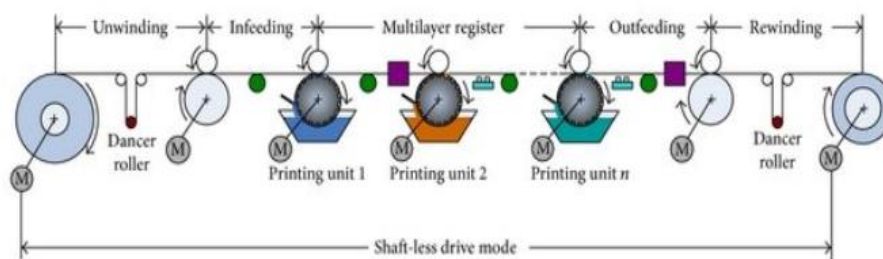
2. กระบวนการพิมพ์ฟิล์ม

เครื่องพิมพ์ ดังภาพที่ 8 เป็นการพิมพ์ที่ใช้แม่พิมพ์ในการผลิต ทำให้งานพิมพ์มีคุณภาพ ความละเอียดสูง ทั้งตัวหนังสือ ภาพลายเส้น ภาพลายสกรีน กระบวนการพิมพ์ลงบนเนื้อฟิล์ม ที่ โรงงานกรณีศึกษาเป็นการพิมพ์แบบการระบบกราเวียร์ เป็นกรรมวิธีการพิมพ์แบบแม่พิมพ์ร่องลึก (Intaglio) ซึ่งส่วนที่เป็นภาพ หรือลายเส้นที่พิมพ์ จะถูกกัดเจาะ เป็นร่องเล็กๆ จำนวนนับล้านร่อง เรียกว่า เซลล์ ซึ่งมีหน้าที่ขังหมึก สำหรับที่จะพิมพ์ลงบนวัสดุบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ ภาพ จะเป็นผิวเรียบ และอยู่สูงกว่าร่องหมึก ร่องหมึกแต่ละร่อง จะแยกออกจากกันโดยผนัง ที่ เรียกว่า ผนังเซลล์ (Cell wall) ร่องเล็กๆ นี้ขังหมึกไว้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันแล้วแต่ขนาดของร่อง ปริมาณหมึก ถ้ามามากก็จะทำให้สีเข้มมากกว่าบ่อที่มีหมึกน้อยกว่า ทำให้สามารถพิมพ์ภาพที่มีโทน ต่อเนื่องได้อย่างมีคุณภาพ และรวดเร็ว แม่พิมพ์กราเวียร์ นี้ทำมาจากเหล็กรูปทรงกระบอก ซึ่งผิว ของเหล็กจะชุบด้วยทองแดง และร่องหมึกเล็กๆ ก็จะถูกกัดลงในชั้นของทองแดงนี้ หรือแม่พิมพ์ อาจนำมาเป็นแผ่น แล้วนำมาหุ้มรอบลูกกลิ้งเหล็กอีกชั้นหนึ่ง (Rainbow Trading, 2562)



ภาพที่ 8 เครื่องพิมพ์

หลักการพิมพ์กราเวียร์ แม่พิมพ์ที่ถูกกัดเจาะจนเป็นภาพแล้ว จะหมุนอยู่ในอ่างหมึกเหลว หมึกจะเกาะอยู่ในร่องที่กัดไว้ และจะมีมีดปาดหมึก (Doctor blade) เป็นเหล็กสปริงยาว ๆ กด แนบ สนิทอยู่กับผิว ของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิว ส่งผลให้น้ำหมึกก็จะติดอยู่กับ เฉพาะในบ่อหมึกเท่านั้น เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมีลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กด (Impression) วัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึก (Transfer) จากแม่พิมพ์ลงบนผิว ของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟฟิคออกมา ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 หลักการพิมพ์กราเวียร์

3. กระบวนการเคลือบทรายลามิเนต

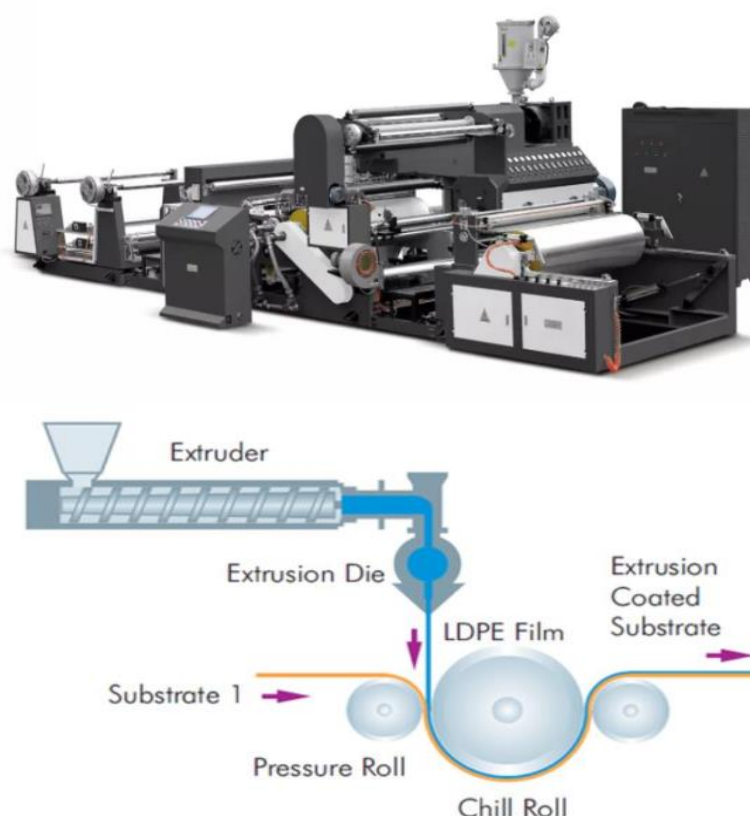
เป็นกระบวนการเคลือบพลาสติกที่เครื่องโค้ดกาวลงบนผิวฟิล์มพลาสติกเพื่อประกบให้ฟิล์มพลาสติก 2 ชั้นมาประกบติดกัน มีหลักการคือนำม้วนฟิล์มพลาสติกที่ไม่พิมพ์สีหรือพิมพ์สี ขึ้นเครื่องในส่วนชุดปล่อยม้วนด้านหน้าก่อนการเคลือบด้วยกาว แล้วปล่อยม้วนเข้าในส่วนการเคลือบกาว ผ่านเข้าไปในส่วนตู้อบเพื่ออบให้ความร้อนกับฟิล์ม แล้วผ่านเข้าส่วนรีดประกบชิ้นงาน สุดท้ายเข้าเก็บม้วนงานในส่วนของการเก็บม้วนหลังประกบ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 เครื่องเคลือบทรายลามิเนต

4. กระบวนการเคลือบเอ็กทรูดชั่น

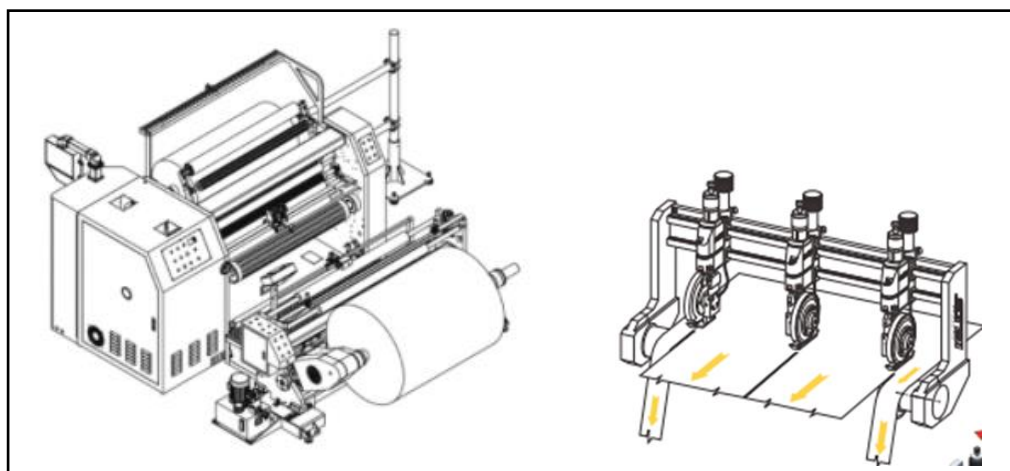
เป็นกระบวนการเคลือบพลาสติกที่ใช้กาวหลอมเม็ดพลาสติกด้วยความร้อนให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เกลียวสกรูหมุนอัดพลาสติกที่หลอมให้เคลื่อนที่ไปตามกระบอกก่อนที่พลาสติกที่หลอมจะตกลงบนผิวฟิล์มพลาสติกเพื่อประกบให้ฟิล์มพลาสติก 2 ชนิดมาประกบติดกันด้วยลูกกลิ้งรีดฟิล์มให้เรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 เครื่องเคลือบแบบ Extrusion

5. กระบวนการสลิต (ผ่าม้วน)

เป็นการนำม้วนฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการเคลือบมาตัดขอบด้านข้างออก โดยขอบดังกล่าวเกิดจากกระบวนการเป่าฟิล์มที่ทำเพื่อให้แผ่นกัมพม์ตรวจสอบคุณภาพของสีและการควบคุมภาพเหลืองในกระบวนการพิมพ์ วิธีการสลิตคือนำม้วนฟิล์มวิ่งผ่านใบมีดตัดขอบด้านข้างที่สามารถปรับตั้งระยะตามต้องการ ก่อนที่จะนำม้วนฟิล์มที่สลิตขอบด้านข้าง มาตัดทำช่องซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้าย ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 เครื่องสลิต(ผ่าม้วน)

6. กระบวนการทำช่อง

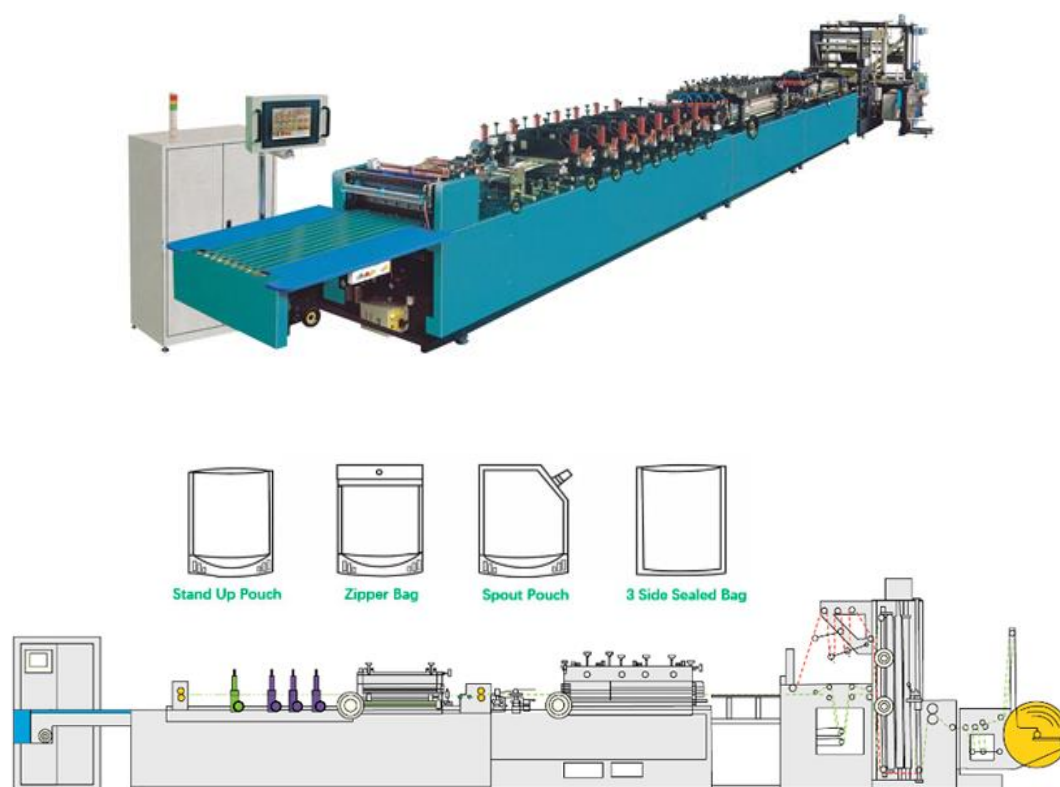
กระบวนการตัดทำช่อง คือ เมื่อผ่านกระบวนการตัดขอบด้านข้างออกจากกระบวนการสลิตแล้วก็จะได้ม้วนฟิล์มและเข้ามาในเครื่องทำช่องขั้นตอนนี้ทำโดยเครื่องตัดและทำช่อง ซึ่งทำการตัดและทำช่องเสร็จภายในกระบวนการเดียวกัน ม้วนพลาสติกจะถูกส่งผ่านเข้าแผ่นซิลด้วยความร้อนรีด จากนั้นจะผ่านไปเข้าขั้นตอนการ ตัดเพื่อให้ได้ขนาดและความยาวตามที่ต้องการ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาน้อยและใช้คนงานไม่มาก โดยจะมีการแบ่งประเภทการทำช่องได้ดังนี้

6.1 ช่องพับข้าง มีหลากหลายลักษณะให้เลือกใช้ตามความต้องการ ได้แก่ ช่องพับข้างแบบมาตรฐาน จะนิยมบรรจุกาแฟ ถั่ว อาหารแห้ง ซึ่งช่องพับข้างแบบมีรอยซิลขอบด้านข้างทั้ง 4 ข้าง ประเภทซิล 4 ด้านนี้ ลักษณะของช่องจะทำให้สินค้าดูพรีเมียมมากขึ้น ทั้งนี้ช่องพับข้าง ยังสามารถติดชิปล็อกได้อีกด้วย

6.2 ช่องกันตั้ง เป็นช่องที่นิยมมากที่สุด ส่วนใหญ่ใช้บรรจุอาหาร สินค้าอุปโภคบริโภค ซึ่งช่องกันตั้ง สามารถเลือกวัสดุได้หลากหลายในการผลิต เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งนี้ช่องกันตั้ง เวลาวางโชว์สินค้าจะมีรูปทรงที่สวยงาม แข็งแรง ไม่โอนเอน หรือห่อตัวได้ง่าย เหมาะกับการตั้งโชว์สินค้า โดยช่องประเภทนี้ สามารถเลือกเป็นแบบช่องกันตั้งปกติ หรือช่องกันตั้งติดชิปได้

6.3 ช่องซิล 3 ด้าน เหมาะสำหรับการบรรจุสินค้าชนิดผง หรือสินค้าที่บรรจุจำนวนไม่มาก ซึ่งจะนิยมบรรจุจำพวกเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ และยังสามารถทำหูเจาะสำหรับแขวนได้ สำหรับการบรรจุเครื่องสำอาง ครีม โลชั่น นิยมทำเป็นช่องตัวอย่าง ซึ่งสามารถออกแบบให้ดูสวยงาม น่ารัก น่าใช้ มุมของยังสามารเลือกที่จะทำคายคัทเป็นทรงมน หรือไม่ทำก็ได้

6.4 ซองซีลกลาง หรือซองซีลกลางด้านหลัง จะนิยมเรียกอีกชื่อว่า ซองทรงหมอน จะนิยมบรรจุสินค้าจำพวกขนมขบเคี้ยว ลูกอม อีกทั้งยังสามารถใช้บรรจุสินค้าอุปโภคบริโภคได้เช่นกัน เช่น บรรจุสบู่ก้อน ผงซักฟอก อาหารเสริม เป็นต้น ทั้งนี้ซองซีลกลาง ยังไม่สามารถติดซิปได้ ต้องใช้เป็นการซีลปิดธรรมดาเท่านั้น เครื่องทำซอง แสดงดังภาพที่ 13

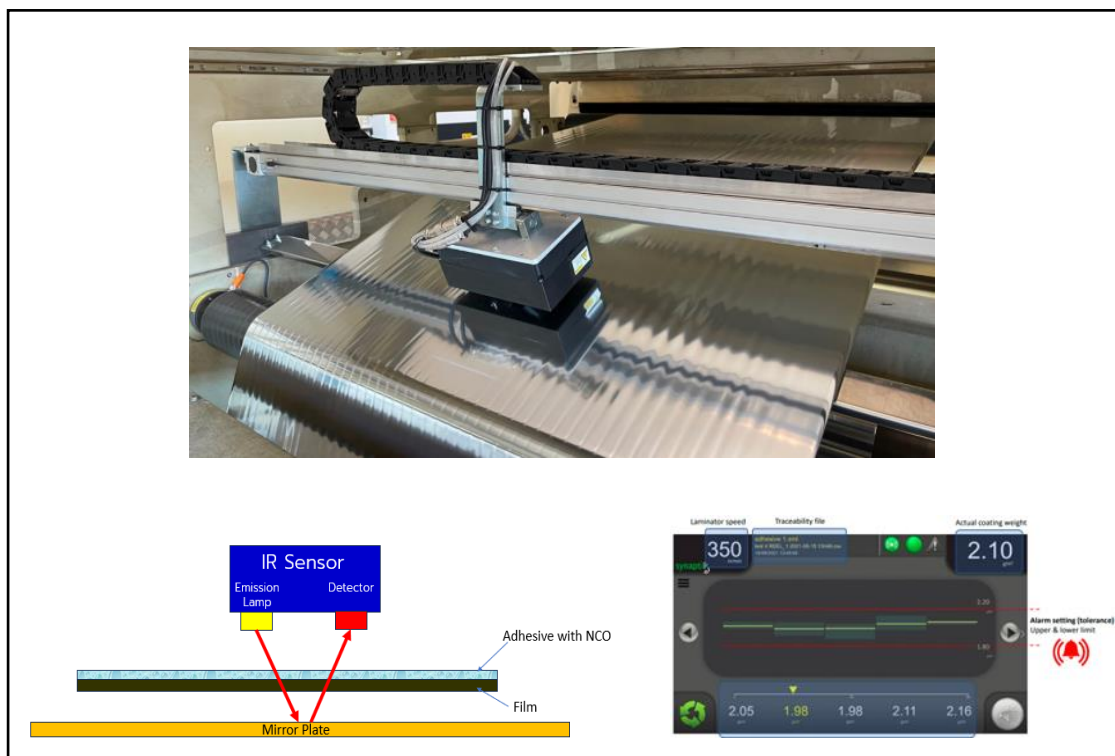


ภาพที่ 13 เครื่องทำซอง

7. กระบวนการควบคุมคุณภาพด้วยเครื่องตรวจสอบน้ำหนักกาว

เครื่องตรวจสอบน้ำหนักกาว ดังภาพที่ 14 เป็นเครื่องที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์น้ำหนักของกาวที่ต้องการให้ตรวจสอบ โดยที่เครื่องจะมีหัวอ่านแบบเซนเซอร์โดยใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด ตรวจจับน้ำหนักกาวกับตัวทำละลายบนฟิล์มโพลีเอทิลีนหรือโลหะ โดยไม่มีผลกระทบกับความหนาที่แตกต่างกันของสารละลายหรือหมึกพิมพ์ การวัดจะตรวจสอบในระนาบด้านกว้างทั้งผืนผิวของฟิล์ม และสามารถดูค่าแบบเรียลไทม์ว่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเคลือบผิวอย่างไร ซึ่งจะมีสัญญาณเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบว่าค่าน้ำหนักกาวมีความผิดปกติกับค่า

มาตรฐานที่ต้องการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหยุดเครื่องแก้ไข และลดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ที่จะส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้า



ภาพที่ 14 เครื่องตรวจสอบน้ำหนักราว

8. กระบวนการควบคุมคุณภาพด้วยกล้องตรวจจับของเสียผลิตภัณฑ์ฟิล์ม

กล้องตรวจจับของเสียฟิล์มผลิตภัณฑ์ฟิล์ม ดังภาพที่ 15 เป็นระบบที่สามารถใช้แทนการตรวจสอบสินค้าด้วยสายตาคน ซึ่งสายตาคนมีข้อจำกัดในเรื่องของความเร็วและความถูกต้อง โดยจะมีประโยชน์กับการทำงานเพื่อตรวจสอบวัตถุหรือสิ่งของ ซึ่งสามารถทำได้ได้แก่ การวัดสภาพพื้นผิวฟิล์มที่เรียบและนูนจากปัญหาฟองอากาศ การวัดค่าสี การวัดค่าความสว่าง การอ่านบาร์โค้ด การอ่านตัวอักษร เป็นต้น ส่วนประกอบของระบบมาซินวิชั่นหรือกล้องตรวจสอบผลิตภัณฑ์ได้แก่

8.1 ไฟแสงสว่าง (Lighting) เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้กล้องสามารถเห็นสิ่งที่ต้องการจะเห็นอย่างชัดเจน ซึ่งปัจจุบันนิยมการใช้หลอด LED เพราะแสงจะมีความเสถียรและไม่กระพริบ ทำให้ซอฟต์แวร์สามารถประมวลผลได้ถูกต้องและแม่นยำขึ้น โดยในแต่ละงานเทคนิคในการใช้แสงจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะงาน เช่น สีของแสง (Color) รูปร่างของแสง (Shape) เป็นต้น

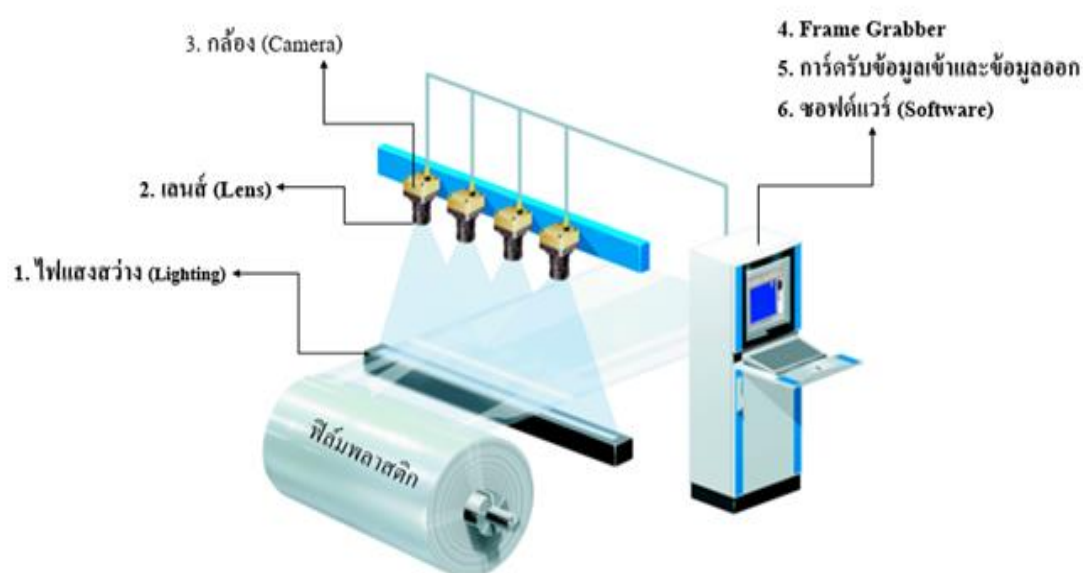
8.2 เลนส์ (Lens) มีผลต่อความละเอียดของภาพที่ถ่าย เนื่องจากเลนส์แต่ละอันจะมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้คือ เลนส์แบบค่า Focal length คงที่ เช่น 8 mm, 12 mm, 16 mm, 25 mm, 35 mm, 50 mm เป็นต้น และเลนส์แบบปรับค่า Focal length ได้ เช่น เลนส์ซูม ต่างๆ เป็นต้น

8.3 กล้อง (Camera) นิยมใช้กล้องแบบดิจิทัล ซึ่งการใช้งานกับระบบมาชินวิชั่นจะใช้กับการถ่ายภาพแบบพื้นที่ เป็นหลัก โดยกล้องจะมีการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายแบบให้เลือกใช้

8.4 Frame Grabber คือ การ์ดที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับกล้องโดยเฉพาะ โดยมีทั้งสำหรับกล้อง Camera link เป็นต้น

8.5 การ์ดรับข้อมูลเข้าและข้อมูลออก (I/O card) จะเป็นการใช้งานการ์ด DAQ หรือการ์ดสำหรับสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งในการใช้งานจริง อาจต้องมีการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ (Sensor) รวมถึงการสั่งงานรีเลย์หรือมอเตอร์ตามผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพ

8.6 ซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งในระบบมาชินวิชั่น จะแบ่งการใช้งานซอฟต์แวร์เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ไดรฟ์เวอร์ (Driver) เพื่อใช้ในการสั่งงานกล้องให้ดึงภาพและแสดงภาพ โดยจะใช้โปรแกรม และแอปพลิเคชัน (Application) ใช้สำหรับจัดการและประมวลผลข้อมูล



ภาพที่ 15 กล้องตรวจจับของเสียผลิตภัณฑ์ฟิล์ม

เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลงานเสียที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ระหว่างปี พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 ดังตารางที่ 3 จากข้อมูลที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าแผนกพิมพ์จะมีงานเสียมากเป็นอันดับหนึ่ง แต่เมื่อคิดเป็นต้นทุนยังถือว่าน้อยกว่าแผนกทรายลามิเนต เนื่องจากต้นทุนของการเคลือบทรายลามิเนตจะสูงกว่าทุกแผนกทั้งหมด ความเสียหายที่เกิดขึ้นบางครั้งถูกค่านำชองไปบรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว ทำให้เวลาเกิดการเคลมสินค้าจะมีมูลค่าที่สูงมากและส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของคุณภาพของผู้ผลิตลดลง ดังนั้นแผนกทรายลามิเนตจะเป็นแผนกที่สนใจทำการศึกษาเนื่องจากในโรงงานมีกระบวนการที่หลากหลายจึงเลือกศึกษาเฉพาะแผนกทรายลามิเนต

ตารางที่ 3 ปริมาณของเสียปีแยกเป็นแผนก ปีพ.ศ.2562-2563

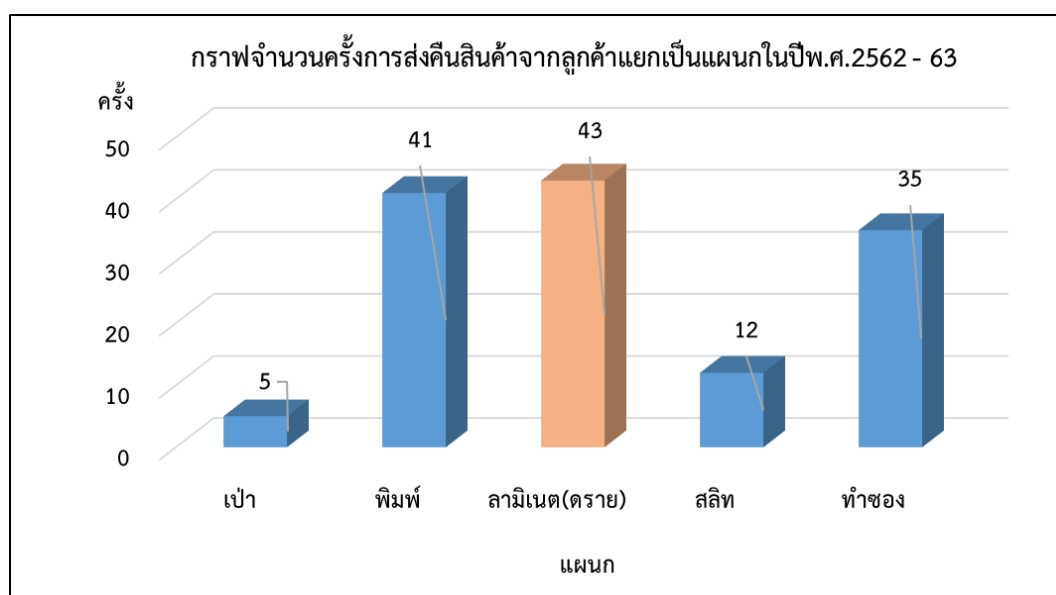
งานเสียทั้งหมด(เมตร)					
แผนก	ปี พ.ศ.2562	ปี พ.ศ. 2563	รวม	เปอร์เซ็นต์	ผลต่าง
เป่า	22,450	11,040	33,490	0.15%	ลดลง 51%
พิมพ์	4,201,663	4,206,052	8,407,715	38.08%	เพิ่มขึ้น 1%
ทรายลามิเนต	2,863,334	5,447,951	8,311,285	37.64%	เพิ่มขึ้น 90%
สลิต	1,240,696	712,372	1,953,068	8.85%	ลดลง 43%
ทำชอง	1,595,955	1,778,045	3,374,000	15.28%	เพิ่มขึ้น 11%
รวม	9,924,098	12,155,460	22,079,558	100.00%	เพิ่มขึ้น 22%

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งหากพบปัญหาในแต่ละแผนกก็จะทำการผลิตใหม่ทันทีเพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า โดยในการค้นหาสาเหตุ นั้นมักจะให้ฝ่ายผลิตเป็นระบุนสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทั้งนี้จะมีการประชุมเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยในการระบุนสาเหตุดังกล่าวจะทำทันทีที่มีการตรวจพบเพื่อให้สามารถแก้ไขได้ทันทั่วทั้ง และเมื่อทำการแยกแผนกที่พบของเสียมากที่สุด แต่สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกหัวข้อของเสียที่เกิดจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต เพราะมูลค่าความเสียหายถ้าคำนวณกลับมาเป็นเงินจะมีมูลค่ามาก เนื่องจากลูกค้าได้บรรจุสินค้าลงไปในบรรจุภัณฑ์ เมื่อเกิดปัญหาคคุณภาพจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตลูกค้าจะเคลมมูลค่าสินค้า ดังตารางที่ 4 จำนวนครั้ง การส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปี.ศ.2562-2563

ตารางที่ 4 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปี พ.ศ. 2562-2563

แผนก	ปี พ.ศ.2562 จำนวน(ครั้ง)	ปี พ.ศ.2563 จำนวน(ครั้ง)	ผลรวม จำนวน(ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์	ผลต่าง
เป่า	3	2	5	4%	ลดลง 33%
พิมพ์	22	19	41	30%	ลดลง 14%
ครายลามิเนต	18	25	43	32%	เพิ่มขึ้น 39%
สลิต	5	7	12	9%	เพิ่มขึ้น 33%
ทำซอง	13	22	35	26%	เพิ่มขึ้น 69%
รวม	61	75	136	100%	เพิ่มขึ้น 23%

ภาพที่ 16 กราฟแท่งแสดงข้อมูล ปีพ.ศ.2562 และพ.ศ. 2563 แผนกเคลือบครายลามิเนตจะมีจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้ามากที่สุด คือ 43 ครั้ง เมื่อพบว่าปัญหาดังกล่าวมีการเกิดขึ้นบ่อยครั้งและมีปริมาณความเสียหายเกิดขึ้นมากก็จะทำการแก้ไขเป็นลำดับแรกเพื่อลดของเสียโดยรวมทั้งหมดในกระบวนการ ดังเห็นว่าแผนกครายลามิเนตเป็นอันดับหนึ่ง ทำให้ผู้วิจัยพบว่าสรุปแล้วสามารถเลือกปัญหาที่เกิดจาก กระบวนการเคลือบครายลามิเนตมาแก้ปัญหา



ภาพที่ 16 กราฟแท่งจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ.2562-2563

ตารางที่ 5 ปริมาณของเสียปี พ.ศ. 2563 จากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต

เดือน	Input (เมตร)	Output (เมตร)	จำนวนของเสีย (เมตร)	จำนวนงานเสีย (เปอร์เซ็นต์)
มกราคม	15,886,590	15,408,854	477,736	3.10%
กุมภาพันธ์	16,785,776	16,351,611	434,165	2.66%
มีนาคม	20,187,430	19,750,635	436,795	2.21%
เมษายน	13,921,641	13,548,247	373,394	2.76%
พฤษภาคม	19,488,040	19,005,423	482,617	2.54%
มิถุนายน	20,453,300	19,843,637	609,663	3.07%
กรกฎาคม	18,054,740	17,524,449	530,291	3.03%
สิงหาคม	16,816,010	16,317,150	498,860	3.06%
กันยายน	13,665,500	13,169,607	495,893	3.77%
ตุลาคม	9,584,800	9,249,521	335,279	3.62%
พฤศจิกายน	14,295,670	13,886,301	409,369	2.95%
ธันวาคม	12,988,055	12,624,165	363,890	2.88%
	192,127,552	186,679,601	5,447,951	2.84%

จากตารางที่ 5 พบว่าในปีพ.ศ. 2563 พบของเสียจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต คือ 5,447,951 เมตร มีจำนวนของเสียเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปัญหาดังกล่าวมีการเกิดขึ้นบ่อยครั้งและมีปริมาณความเสียหายเกิดขึ้นมาก โดยจะทำการแก้ไขเป็นลำดับแรกเพื่อลดงานเสียโดยรวมทั้งหมดในกระบวนการ ทำให้ผู้วิจัยพบว่าสรุปแล้วสามารถเลือกปัญหาที่เกิดจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตมาแก้ปัญหา



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ตารางที่ 6 ปริมาณของเสียปี พ.ศ.2563 ปัญหาฟองอากาศจากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต

เดือน	ปริมาณงานเสีย ทรายลามิเนต (เมตร)	ปริมาณงานเสียมี ฟองอากาศ (เมตร)	งานเสีย เปอร์เซ็นต์
มกราคม	477,736	56,943	11.92%
กุมภาพันธ์	434,165	25,729	5.93%
มีนาคม	436,795	24,821	5.68%
เมษายน	373,394	28,215	7.56%
พฤษภาคม	482,617	45,880	9.51%
มิถุนายน	609,663	21,870	3.59%
กรกฎาคม	530,291	38,976	7.35%
สิงหาคม	498,860	21,181	4.25%
กันยายน	495,893	70,199	14.16%
ตุลาคม	335,279	7,405	2.21%
พฤศจิกายน	409,369	17,338	4.24%
ธันวาคม	363,890	22,136	6.08%
	5,447,951	380,692	6.87%

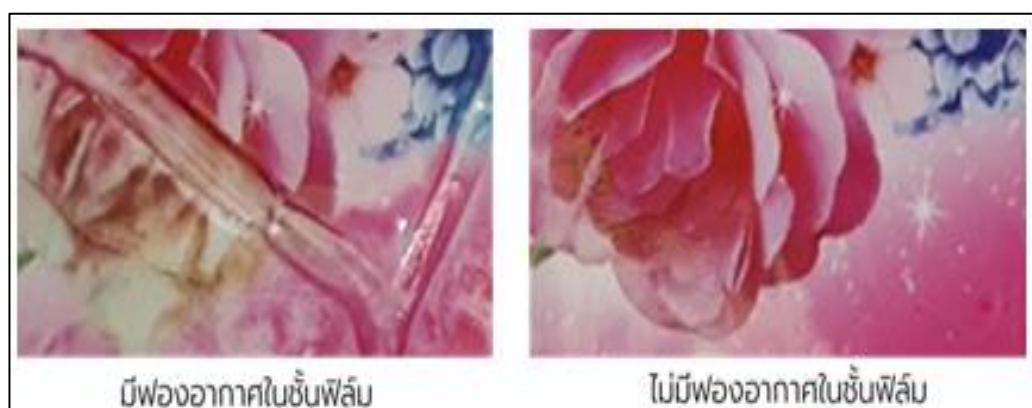
จากตารางที่ 6 พบของเสียโดยลักษณะความเสียหายปัญหาฟองอากาศในช่องพลาสติก จากกระบวนการเคลือบทรายลามิเนตคือ 380,692 เมตร หรือ 6.87 เปอร์เซ็นต์ ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์และทำให้เกิดการคืนสินค้าเป็นจำนวนเงินที่มีมูลค่าสูง ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์บริษัทของลูกค้าและของโรงงานทำให้ขาดความเชื่อมั่นจากผู้บริโภคที่ซื้อผลิตภัณฑ์ เป็นปัญหาที่ต้องรีบแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากปัญหานี้ในขั้นตอนกระบวนการผลิตแบบปกติจะไม่ทราบต้นตอปัญหา และขาดการวิเคราะห์สาเหตุ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการแก้ปัญหานี้



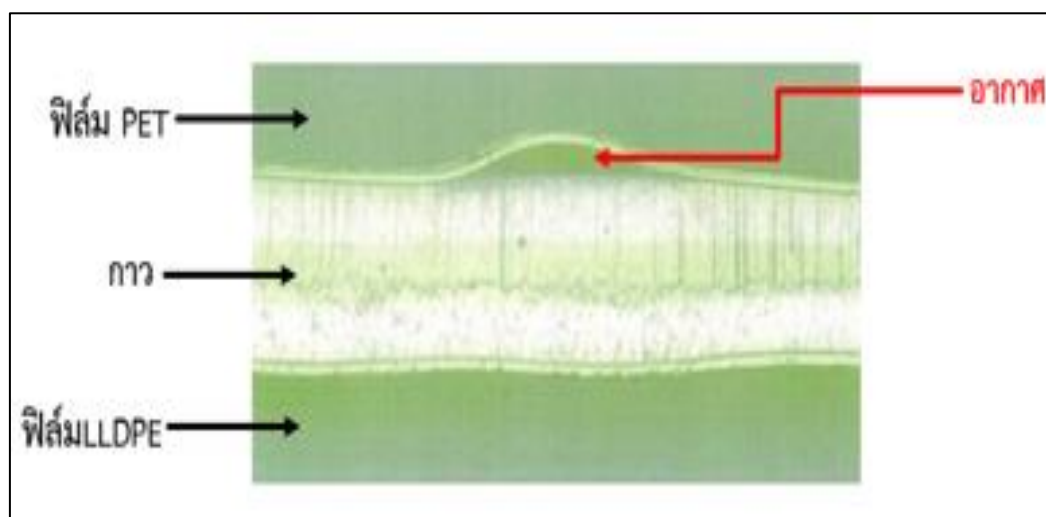
127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ปัญหาของเสียที่มีฟองอากาศในช่องพลาสติก เนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์จะเป็นการประกบพลาสติกสองชนิดเข้าด้วยกัน การเกิดฟองอากาศมักจะเกิดระหว่างพลาสติกทั้งสองชนิดที่ประกบกัน ทำให้เกิดเป็นลักษณะปมอากาศเล็กๆบนช่องผลิตภัณฑ์ ด้านนอกมีขนาดประมาณ 1-3 เซนติเมตร โดยส่วนใหญ่ มักเกิดบริเวณด้านข้างของผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 17 เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่พลาสติกถูกบีบอัดให้ปล่อยออกทางด้านข้างของช่องผลิตภัณฑ์ และเมื่อนำช่องไปขยายภาพพบว่า มีอากาศแทรกในระหว่างชั้นฟิล์มและกาว ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 17 ภาพฟองอากาศที่เกิดบนช่องผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 18 ภาพขยายการแยกชั้นกาวและฟิล์มพลาสติกที่สาเหตุมีอากาศเข้าไปแทรก

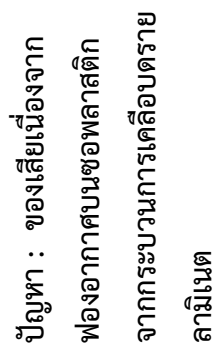
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและพบว่าการเกิดของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต เป็นปัญหาที่น่าสนใจในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณงานเสียที่มาก จึงส่งผลเช่นเดียวกับจำนวนการส่งสินค้าคืนจากลูกค้าเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นมาทำการเลือกปัจจัยที่ใช้ศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเสียหายของผลิตภัณฑ์ สามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ปัจจัยหลักๆ ซึ่งได้แก่

1. ปัจจัยเนื่องจากคน (Man)
2. ปัจจัยเนื่องจากเครื่องจักร (Machine)
3. ปัจจัยเนื่องจากวัตถุดิบ (Material)
4. ปัจจัยเนื่องจากวิธีการ (Method)

แผนภาพแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือแผนภาพก้างปลา (Fish Bone Diagram) ปัญหาฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต โดยวิเคราะห์ตามกระบวนการผลิต 4M คือ Man, Material, Method, Machine ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต มีการจัดตั้งทีมงานที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ทำการประชุม การระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อให้ได้ซึ่งสาเหตุหลัก ๆ เกิดจากวัตถุดิบ วิธีการ เครื่องจักรและคน(ผู้ปฏิบัติงาน) ทำให้การแก้ไขปัญหามีแนวทางเป้าหมายที่ชัดเจน

สรุปจากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแผนกเคลือบทรายลามิเนตเป็นแผนกที่สนใจที่จะทำการศึกษานี้เนื่องจากก่อให้เกิดของเสียมากที่สุดและของเสียที่ทำการศึกษาคือการเกิดของเสียฟองอากาศเนื่องจากมีจำนวนสูงที่สุดเช่นกันโดยเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียฟองอากาศ มีสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด 16 สาเหตุ ดังภาพที่ 19



โดยเมื่อพิจารณาจากแผนภาพข้างปลาแล้วพบว่าสาเหตุของการเกิดของเสียในแผนก
เคลือบทรายลามิเนต สามารถอธิบายได้ดังนี้

Material หรือวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการผลิตในกระบวนการ

1. กาวหุ้มคอปู คือ กาวที่นำมาเคลือบหุ้มคอปูการใช้งาน
2. ฟิล์มเป็นรีวและยับ คือ พื้นผิวของฟิล์มมีสภาพยับ
3. ฟิล์มหย่อนข้าง คือ ความตึงผิวของฟิล์ม

Man หรือ สาเหตุที่เกิดจากคน พนักงานฝ่ายผลิต

4. คนลืมหุ้มกาว ทำหน้าที่เบิกวัตถุดิบ เช่น กาว 2 ชนิดนำมาผสม
5. คนลืมหุ้มส่วนผสมตามที่กำหนดในมาตรฐาน
6. คนไม่ได้ปรับระยะห่างลูกกลิ้งกาว

Method หรือ วิธีการ หมายถึงวิธีการที่ใช้ในการผลิตซึ่งจากปัญหาของการเกิดฟองอากาศ
นั้น พบว่าสาเหตุที่น่าจะเกิดจากวิธีการทำงาน มีดังนี้

7. ใช้แรงดึงฟิล์ม (Tension) ที่ไม่เหมาะสม
8. อุณหภูมิอบ (Temperature) ที่ใช้ไม่เหมาะสม
9. มีการปรับความเร็ว (Speed) ที่ไม่เหมาะสม
10. การตรวจสอบคุณภาพระหว่างทำงาน

Machine หรือ เครื่องจักรรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการผลิตในกระบวนการ

11. ไฟกระพริบ คือ ไฟที่จ่ายเข้าเครื่องจักร
12. ตัวจับรอบ คือ อุปกรณ์จับความเร็วรอบของเครื่องจักร
13. ลูกยางหนีบฟิล์ม คือ ลูกยางผิวไม่เรียบ
14. ลูกยางความแข็งไม่สม่ำเสมอ คือ การตรวจสอบความแข็งของลูกยาง
15. ลมตก คือ แรงดันลมที่จ่ายเข้าเครื่องจักร
16. ระบายลมกดลูกยาง คือ จังหวะเข้าออกไม่เท่ากัน

การวิเคราะห์หาแนวโน้มสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ FMEA

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis หรือ FMEA) เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานตั้งแต่ การออกแบบ การผลิต และการบริการ โดยใช้เทคนิค FMEA จะเป็นการแสดงถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น (Potential Failure Mode) เนื่องจากการออกแบบ การผลิต หรือการบริการ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Effects

Analysis) และสุดท้ายก็เพื่อนำไปสู่การหาวิธีป้องกันการเกิดความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Problems Prevention) ได้ใช้ข้อมูลและผลจากการวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ด้วยการนำกระบวนการหลักจาก วัตถุประสงค์ วิธีการ เครื่องจักรและคน (ผู้ปฏิบัติงาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายและมีข้อบกพร่องอะไรบ้างที่อาจเกิดขึ้น ดังตารางที่ 7-9

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ

ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process input)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)
1. อายุการใช้งานของ กาว	กาวหมดอายุการใช้งาน	ทำให้การผสมตัวของเนื้อกาวเหนียวเป็น ฟองหรือเมือก เมื่อนำไปใช้งานทำให้การ เกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิด ปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ
2. ฟิล์มเป็นริ้ว	คุณภาพของฟิล์มไม่ได้ตาม มาตรฐานที่กำหนด	เมื่อนำฟิล์มมาใช้ในกระบวนการเคลือบ การประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหา การเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิด ปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ แนวทแยง
3. ฟิล์มหย่อนข้าง	คุณภาพของฟิล์มไม่ได้ตาม มาตรฐานที่กำหนด	เมื่อนำฟิล์มมาใช้ในกระบวนการเคลือบ การประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิด ปัญหาการเกาะติด ของชั้นฟิล์มไม่ สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิด ฟองอากาศแนวขอบข้างซ้ายและขวา
4. ไม่ได้ผสมกาว B	ไม่มีความรู้ต้องผสมกาว A และ B เข้าด้วยกัน	เกิดกาวไม่ละลายและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดปัญหาเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดเกิด ฟองอากาศและกาวไม่แห้งหลังการอบ

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ(ต่อ)

ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process in put)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)
5.ผสมสูตรกาวไม่ตรงตามสเปก	ไม่มีความรู้ในการชั่งตวงกาวในแต่ละสูตร	ทำให้เกิดกาวไม่ละลายและผสมเป็นเนื้อเดียวกันเกิดปัญหาเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศและกาวไม่แห้งหลังการอบ
6. ปรับตั้งลูกกลิ้งทากาวไม่เท่ากัน	ไม่มีความรู้ในการปรับตั้งลูกกลิ้งทากาว	ทำให้กาวติดกับฟิล์มฝั่งเดียวเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ
7. ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	ไม่มีความรู้ในการปรับตั้ง Tension	ปรับตั้งTension ใช้แรงดึงที่ไม่เหมาะสม ทำให้การเกาะติดของกาวบนแผ่นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดมีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ
8. อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	ไม่มีความรู้ในการปรับตั้งอุณหภูมิ	ปรับตั้งอุณหภูมิความร้อนในการอบที่ไม่เหมาะสมทำให้การเกาะติดของกาวบนแผ่นฟิล์มไม่แห้งสม่ำเสมอ ทำให้เกิดปัญหามีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ
9. ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	ใช้ความเร็วในการเดินเครื่องที่มากเกินไป	ทำให้การทากาวที่ฟิล์มแห้งระเหยไม่ทันเกิดปัญหามีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ
10. การตรวจสอบคุณภาพการเคลือบในระหว่างการเดินงาน	ไม่มีการตรวจสอบ	เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบไม่สามารถตรวจสอบจนปัญหาหลุดไปถึงลูกค้า
11. ไฟฟ้ากระพริบ	เครื่องจักรหยุดการทำงาน	ในช่วงไฟกระพริบเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบไม่สามารถตรวจสอบจนปัญหาหลุดไปถึงลูกค้า



127956659

BUU-1Thesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ(ต่อ)

ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process in put)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)
12. ตัวจับรอบDiameter ไม่ทำงาน	ความเร็วรอบอาจวิ่งช้าหรือ เร็วกว่ามาตรฐาน	ทำให้กาวที่ฟิล์มแห้งระเหยไม่ทันเกิด ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไป แทรกในฟิล์มเคลือบ
13. ลูกยางNip roll ผิวไม่ เรียบ	ลูกยางเคลือบการติดสัมผัส กับฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	เมื่อนำฟิล์มมาไว้ในกระบวนการเคลือบ การประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหา การเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิด ปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ
14. ลูกยางNip laminate ความแข็งไม่สม่ำเสมอ	ลูกยางเคลือบการติดสัมผัส กับฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้ง สองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์ม ไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและ เกิดฟองอากาศ
15. ลมตกแรงดันไม่ได้ ตามมาตรฐาน	การหนีบฟิล์มของลูกยางโดย ใช้แรงดันกระบอกลมฟิล์ม เคลือบติดกันไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้ง สองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์ม ไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและ เกิดฟองอากาศ
16. กระบอกลมกดลูกยาง Nip laminate กดลงไม่ เท่ากัน	การหนีบฟิล์มของลูกยางโดย ใช้แรงดันกระบอกลมฟิล์ม เคลือบติดกันไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้ง สองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์ม ไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและ เกิดฟองอากาศ

เกณฑ์ในการปฏิบัติการแก้ไข RPN

ความรุนแรงของผลกระทบ (S : Severity) ในชื่อนี้ของแบบฟอร์มการวิเคราะห์จะ
กำหนดถึงลำดับของความรุนแรงของผลกระทบ โดยลำดับของความรุนแรงจะอยู่ภายใต้ขอบเขต
ของ FMEA แต่ละกรณีทีวิเคราะห์ และการลดความรุนแรงนี้จะกระทำได้ด้วยการเปลี่ยนแปลง
หรือเปลี่ยนเงื่อนไขในการใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างนี้เท่านั้น โดยมีเกณฑ์การให้
คะแนนความรุนแรงของผลกระทบ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินหัวข้อ ความรุนแรงจากข้อบกพร่อง (S : Severity)

ผลกระทบ	ความรุนแรงของผลกระทบ	คะแนน
ผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยไม่มีการเตือน	มีข้อบกพร่องที่เกิดผลกระทบกับความปลอดภัย พนักงานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายที่เกิดขึ้น โดยมีการเตือน	ข้อบกพร่องที่เกิดผลกระทบกับความปลอดภัย พนักงานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยมีการเตือน	9
สูงมาก	เครื่องมือ/เครื่องจักร ไม่สามารถทำงานได้ ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลาย	8
สูง	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้:ผลิตภัณฑ์ประมาณ (70%) อาจต้องถูกทำลาย	7
ปานกลาง	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้:ผลิตภัณฑ์ประมาณ (50%) อาจต้องถูกทำลาย	6
ต่ำ	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้:ผลิตภัณฑ์ประมาณ (30%) อาจต้องถูกทำลาย	5
ต่ำมาก	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้:ผลิตภัณฑ์ประมาณ (10%) อาจต้องถูกทำลาย	4
กระทบทางอ้อม	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้:แต่ส่วนมากพบ ปัญหาที่ลูกค้าปานกลางสามารถเจรจากับลูกค้าได้	3
กระทบทางอ้อมมาก ๆ	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานไม่พบปัญหาที่ลูกค้า ร้องเรียน	2
ไม่มีผลกระทบ	เกือบไม่มีผลกระทบ	1

โอกาสเกิดขึ้น (O : Occurrence of Cause of Failure Mode) โอกาสการเกิดขึ้น หมายถึง ความเป็นไปได้ของสาเหตุหรือกลไกหนึ่ง ๆ โดยความเป็นไปได้ในการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องนี้จะมีคะแนนแสดงอันดับในเชิงสัมพัทธ์มากกว่าเชิงสมบูรณ์ เชิงการป้องกันหรือการควบคุมสาเหตุ กลไก ของลักษณะข้อบกพร่องผ่านการเปลี่ยนแปลงกระบวนการออกแบบ คำแนะนำในการออกแบบ จะเป็นแนวทางเดียวเท่านั้นการลดคะแนนของโอกาสการเกิดขึ้นนี้ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินหัวข้อความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง (O : Occurrence)

โอกาสในการ เกิดข้อบกพร่อง	อัตราข้อบกพร่องที่ เป็นไปได้	คะแนน
สูงมาก : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นแน่นอน	> 10.1% ขึ้นไป	10
	ตั้งแต่ 5.1% -10.0%	9
สูง : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นถี่ๆ	ตั้งแต่ 2.1% - 5.0%	8
	ตั้งแต่ 1.1% - 2.0%	7
ปานกลาง : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นบางครั้ง	ตั้งแต่ 0.6% -1.0%	6
	ตั้งแต่ 0.2% -0.50%	5
	ตั้งแต่ 0.1% -0.20%	4
ต่ำ : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นน้อยมาก	ตั้งแต่ 0.05% -0.10%	3
	ตั้งแต่ 0.01% -0.05%	2
ต่ำมาก : แทบไม่เกิด	>0.01% ลงไป	1

การตรวจจับ (D : Detection) ในช่องนี้จะใส่คะแนนตามลำดับของการควบคุมโดยการตรวจจับที่ดีที่สุดที่สรุปไว้ในช่วงการควบคุมการออกแบบที่ได้วางแผนไว้ เช่น กิจกรรมการทวนสอบหรือกิจกรรมการตรวจสอบความถูกต้อง ฯลฯ นอกจากนี้แล้วจะถือว่าเป็นสิ่งที่ดีที่สุดที่จะมีการควบคุมโดยการตรวจจับในช่วงแรก ๆ ของกระบวนการพัฒนาการออกแบบและภายหลังจากการให้คะแนนการตรวจจับในช่วงแรก ๆ ของกระบวนการพัฒนาการออกแบบและภายหลังจากการให้คะแนนการตรวจจับแล้วคณะทีมงานควรมีการทบทวนคะแนนของโอกาสการเกิดขึ้นอีกครั้งเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าคะแนนสำหรับโอกาสการเกิดขึ้นนี้ยังมีความเหมาะสมอยู่ สามารถใช้เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจจับ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินหัวข้อความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง(D:Detection:)

ความสามารถในการตรวจจับ	วิธีการตรวจจับ	คะแนน
แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย	ไม่มีการตรวจจับ	10
เป็นไปได้ยากมาก	การควบคุมเป็นการสุ่มตรวจสอบ	9
เป็นไปได้ยาก	การควบคุมเป็นการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น	8
ต่ำมาก	การควบคุมเป็นการตรวจสอบด้วยสายตาแบบ Double Check	7
ต่ำ	การควบคุมเป็นการตรวจสอบด้วยสายตาที่สามารถตรวจสอบได้ง่าย เห็นได้ชัด	6
ปานกลาง	ปานกลาง การควบคุมเป็นการตรวจสอบด้วยการวัดค่า ใช้ตัวอย่าง(Sample)	5
ค่อนข้างสูง	มีการตรวจสอบภายในกระบวนการและมีการตรวจสอบฟิล์มช่วงแรกของการผลิต	4
สูง	มีการตรวจสอบฟิล์มภายในกระบวนการและหลังกระบวนการผลิต	3
สูงมาก	มีการตรวจจับได้ระหว่างกระบวนการโดยการวัดค่าหรือการชั่งตวง	2
	ไม่มีการผลิตของเสียเลย	1

การประเมินความรุนแรง คำนวณความเสี่ยงชี้แนะ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

ผลการประเมินความรุนแรง คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับเมื่อคณะทีมงานระบุตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง RPN คือ ผลลัพธ์ของความรุนแรงที่มีผลต่อการใช้งาน โอกาสในการเกิดบ่อย ๆ และการตรวจจับได้ง่ายหรือไม่ เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาและนำไปใส่ในช่อง S O และ D แล้วทำการคำนวณค่า RPN ในสมการที่ ตัวเลขลำดับความเสี่ยง (RPN) = ลำดับชั้นความรุนแรง × ลำดับโอกาสเกิดความผิดพลาด × ลำดับโอกาสที่จะตรวจจับ (ดังนั้นค่าตัวเลขสูงสุดจะได้รับคือ 1,000) ดังสมการที่ 4-1

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection} \quad (4-1)$$

S = Severity หมายถึง การกำหนดระดับของความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น

O = Occurrence of Cause of Failure Mode หมายถึง โอกาสในการเกิดความผิดพลาด

D = Detection หมายถึง โอกาสในการตรวจจับพบเจอสภาพหรือข้อผิดพลาด

Risk Priority Number (RPN) = $S \times O \times D$ หมายถึง เลขแสดงความสำคัญ ที่แสดงถึงความรุนแรงต่อความล้มเหลว โอกาสที่เกิด ความล้มเหลว และความสามารถในการตรวจพบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 1-1000 สำหรับการลด RPN ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ให้ความสำคัญค่า D ที่สูงๆ ก่อน แล้วจึงพิจารณาค่า O และ S ตามลำดับ

2. พิจารณาลงมือแก้ไข ถ้า $RPN \geq 100$

3. ถ้าค่า RPN เท่ากัน และค่าของ S เท่ากัน ให้เลือกค่าของ O ที่มากกว่ามาทำการแก้ไข ก่อน เช่น $RPN1 = 7 \times 3 \times 2 = 42$ ต้องแก้ไขก่อน $RPN2 = 7 \times 2 \times 3 = 42$ จากตัวอย่าง $RPN1$ มี $O = 3$ และ $D = 2$ ซึ่ง $RPN2$ มี $O = 2$ และ $D = 3$ ดังนั้น ควรลงมือแก้ไข $RPN1$ ก่อน $RPN2$ ลดค่า S โดยการปรับปรุงการออกแบบ และ/หรือ กระบวนการผลิต และลดค่า D โดยใช้วิธีการป้องกันความผิดพลาด เช่น การควบคุมกระบวนการ และปรับปรุงกระบวนการผลิตมากกว่าเพิ่มความถี่ใน ตัวอย่างกฎเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ ทางผู้วิจัยและทีมงานของโรงงานตัวอย่างได้ใช้แนวทางของ การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) และระดมสมองในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมของบริษัท (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)

การให้คะแนนในการประเมิน FMEA

ระดับความรุนแรงของผลจากข้อบกพร่อง (Severity) จะให้คะแนนจากตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของผลจากข้อบกพร่อง โดยทีม FMEA วิเคราะห์ร่วมกันในที่ประชุม ซึ่งระดับความรุนแรงของผลกระทบในแต่ละหัวข้อจะชัดเจนว่าความรุนแรงในระดับไหนจะส่งผลกระทบอย่างไร ซึ่งโดยปกติคะแนนการประเมินของผู้ประเมินจะเท่ากัน ในกรณีที่คะแนนการประเมินของผู้ประเมินต่างกัน คะแนนการประเมินจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยหากตัวเลขที่ทำค่าเฉลี่ยไม่ลงตัวให้ปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็มและใช้คะแนนนั้นคำนวณค่า RPN ต่อไป โดยอ้างอิงจากเกณฑ์การประเมินเดียวกันซึ่งระดับความรุนแรงที่ประเมินต้องชัดเจนระดับความถี่หรือโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence) จะให้คะแนนจากตารางแสดง เกณฑ์การประเมินระดับความถี่หรือโอกาสของการเกิดข้อบกพร่องโดยวิศวกรฝ่ายผลิตเป็นฝ่ายให้คะแนน เนื่องจากเป็นผู้มีประสบการณ์และใกล้ชิดกับงานด้านการผลิตมากที่สุดระดับความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection) จะให้คะแนนจากตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องโดยคณะทีมงานวิเคราะห์ร่วมกันในที่ประชุม ซึ่งระดับความรุนแรงของ

ผลกระทบจะได้ผลการประเมินเท่ากันทุกคนเพราะอ้างอิงจากเกณฑ์การประเมินเดียวกัน ดังตารางที่ 13-14 ผลการประเมินให้คะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับของปัญหา โดยมีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่เป็นไปได้และสาเหตุที่เป็นไปได้ในปัจจุบันมีการจัดการหรือควบคุมดูแลได้ระดับดีแค่ไหน และทำการบันทึกพร้อมคำนวณผลคะแนนในช่อง RPN

ตารางที่ 13 ผลการประเมินคะแนนความรุนแรง โอกาสการเกิดข้อบกพร่องและการตรวจจับของปัญหา

	ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process input)	ข้อบกพร่องที่ เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)	S	O	D	RPN
ปกติ	1. อาชุการใช้งาน ของกาว	กาวหมดอาชุการใช้ งาน	ทำให้การผสมตัวของเนื้อกาวเหนียวเป็นฟอง หรือเมือก เมื่อนำไปใช้งานทำให้การเกาะติด ของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ ติดและเกิดฟองอากาศ	10	3	3	90
	2. ฟิล์มเป็นริ้ว	คุณภาพของฟิล์ม ไม่ได้ตามมาตรฐาน ที่กำหนด	เมื่อนำฟิล์มมาใช้ในกระบวนการเคลือบการ ประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการ เกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหา เคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศแนวทแยง	10	3	3	90
	3. ฟิล์มหย่อนข้าง	คุณภาพของฟิล์ม ไม่ได้ตามมาตรฐาน ที่กำหนด	เมื่อนำฟิล์มมาใช้ในกระบวนการเคลือบการ ประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการ เกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหา เคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศแนวขอบข้าง ซ้ายและขวา	10	3	3	90
ปกติ	4. ไม่ได้ผสมกาว B	ไม่มีความรู้ต้องผสม กาว A และ B เข้า ด้วยกัน	ทำให้เกิดกาวไม่ละลายและผสมเป็นเนื้อ เดียวกันเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดเกิดฟองอากาศ และกาวไม่แห้งหลังการอบ	10	3	3	90
	5. ผสมสูตรกาวไม่ ตรงตามสเปก	ไม่มีความรู้ในการชั่ง ตวงกาวในแต่ละ สูตร	ทำให้เกิดกาวไม่ละลายและผสมเป็นเนื้อ เดียวกันเกิดปัญหาเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและ เกิดฟองอากาศและกาวไม่แห้งหลังการอบ	10	3	3	90
	6. ปรับตั้งลูกกลิ้ง ทา กาวไม่เท่ากัน	ไม่มีความรู้ในการ ปรับตั้งลูกกลิ้งทา กาว	กาวติดกับฟิล์มฝั่งเดียวเกิดปัญหาเคลือบไม่ติด และเกิดฟองอากาศ	10	3	3	90

ตารางที่ 14 ผลการประเมินคะแนนความรุนแรง โอกาสการเกิดข้อบกพร่องและการตรวจจับของ ปัญหา(ต่อ)

ประเภท	7. ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	ไม่มีความรู้ในการปรับตั้งTension	ปรับตั้งTension ใช้แรงดึงที่ไม่เหมาะสมทำให้การเกาะติดของกาวบนแผ่นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดมีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ	10	8	4	320
	8. อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	ไม่มีความรู้ในการปรับตั้งอุณหภูมิ	ปรับตั้งอุณหภูมิความร้อนในการอบที่ไม่เหมาะสมทำให้การเกาะติดของกาวบนแผ่นฟิล์มไม่แห้งสม่ำเสมอ ทำให้เกิดปัญหาที่มีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ	10	8	4	320
	9. ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	ใช้ความเร็วในการเดินเครื่องที่มากเกินไป	ทำให้กาวที่ฟิล์มแห้งระเหยไม่ทันเกิดปัญหาที่มีฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ	10	8	4	320
	10. การตรวจสอบคุณภาพการเคลือบในระหว่างการเดินทาง	ไม่มีการตรวจสอบ	เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบไม่สามารถตรวจสอบจนปัญหาหลุดไปถึงลูกค้า	10	3	3	90
ประเภท	11. ไฟฟ้ากระพริบ	เครื่องจักรหยุดการทำงาน	ในช่วงไฟกระพริบเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบไม่สามารถตรวจสอบจนปัญหาหลุดไปถึงลูกค้า	10	3	3	90
	12. ตัวจับรอบ Diameter ไม่ทำงาน	ความเร็วรอบอาจวิ่งช้าหรือเร็วมากว่ามาตรฐาน	ทำให้กาวที่ฟิล์มแห้งระเหยไม่ทันเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพฟองอากาศเข้าไปแทรกในฟิล์มเคลือบ	10	2	4	80
	13. ลูกยางNip roll ผิวไม่เรียบ	ลูกยางเคลือบกาวติดสัมผัสกับฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	เมื่อนำฟิล์มมาใช้ในกระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ	10	2	4	80
	14. ลูกยาง Nip laminate ความแข็งไม่สม่ำเสมอ	ลูกยางเคลือบกาวติดสัมผัสกับฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ	10	2	4	80
	15. ลมดูดแรงดันไม่ได้ตามมาตรฐาน	การหนีบฟิล์มของลูกยางโดยใช้แรงดันกระบอกลมฟิล์มเคลือบติดกันไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ	10	2	4	80
	16. กระบอกลมกดลูกยาง Nip laminate กดลงไม่เท่ากัน	การหนีบฟิล์มของลูกยางโดยใช้แรงดันกระบอกลมฟิล์มเคลือบติดกันไม่สม่ำเสมอ	กระบวนการเคลือบการประกบของฟิล์มทั้งสองชั้นเกิดปัญหาการเกาะติดของชั้นฟิล์มไม่สม่ำเสมอเกิดปัญหาเคลือบไม่ติดและเกิดฟองอากาศ	10	2	4	80

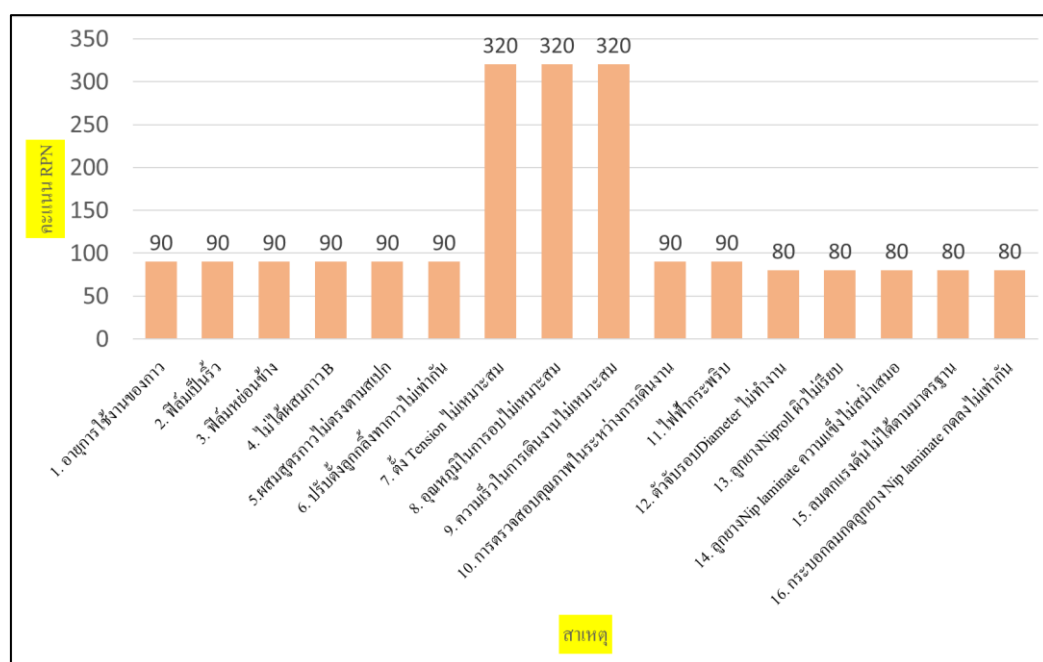


127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ผลการคำนวณความเสี่ยง RPN = Risk Priority Number

กราฟแท่งแสดงผลการคำนวณ RPN จากปัญหาทั้งหมด 16 ข้อ การประเมินความรุนแรง คะแนนโอกาสที่เกิดปัญหา และคะแนนการตรวจจับมาคูณเข้าด้วยกันเพื่อหา RPN ของแต่ละตัวของปัญหา พบว่า RPN มีค่าคะแนนสูงสุดเท่า 320 คะแนนและ RPN มีค่าคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 80 คะแนน ดังภาพที่ 20



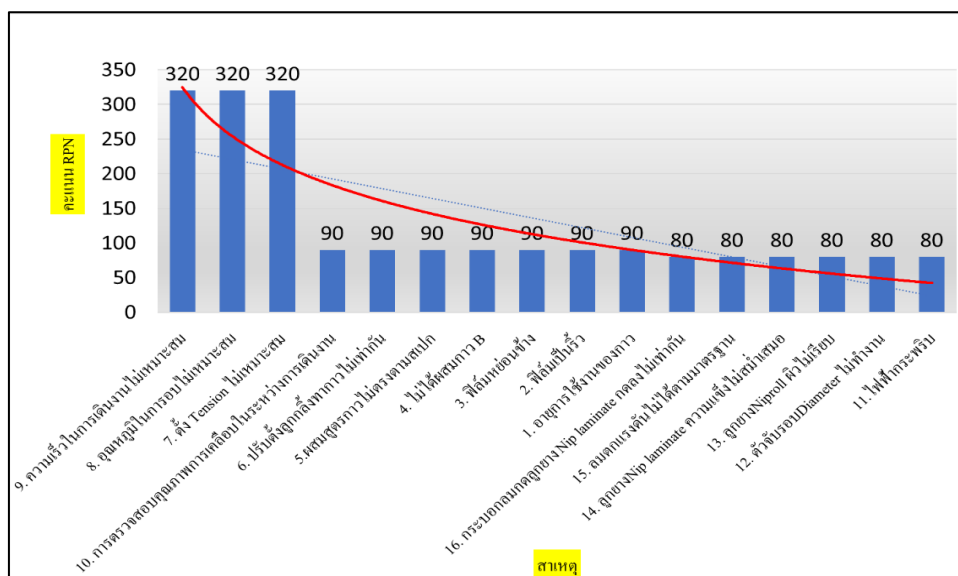
ภาพที่ 20 กราฟแท่งแสดงคะแนน RPN จากปัญหาทั้งหมด 16 ข้อ

เมื่อได้ผลการคะแนน RPN นำมาเรียงลำดับจากมากไปหาด้วยกราฟแท่ง ดังภาพที่ 21 พบว่าสาเหตุของปัญหาที่ต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วนมี 3 ข้อ จากจำนวนสาเหตุของปัญหา 16 ข้อ มีดังนี้

ข้อที่ 7 ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม RPN เท่ากับ 320 คะแนน

ข้อที่ 8 อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม RPN เท่ากับ 320 คะแนน

ข้อที่ 9 ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม RPN เท่ากับ 320 คะแนน



ภาพที่ 21 กราฟแท่งแสดงการจัดเรียงลำดับคะแนน RPN จากมากไปหาน้อย

โดยได้ข้อสรุปในที่ประชุมจากคณะทีมงานจะจัดตั้งทีมในแต่ละฝ่ายเพื่อแก้ไขปัญหาให้เร็วที่สุด คือ ลำดับที่ 1-3 ในกระบวนการเคลือบดราลามีเนดจากผลการคำนวณค่า RPN และสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 15 ได้พิจารณาเลือกปัญหาทั้ง 3 ข้อนามาแก้ไข

ตารางที่ 15 สาเหตุที่เป็นปัญหาของเสียฟองอากาศ

ลำดับ	RPN	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่เป็นไปได้
1	320	ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	การ Balance ระหว่างแรงดึงของเก็บม้วนและตัวปล่อยม้วนฟิล์มทำให้ฟิล์มวิ่งไม่สม่ำเสมอทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลือบ
2	320	อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	การอบที่ให้ความร้อนเพื่อทำให้การระเหยไม่ทันก่อนเข้าไปเคลือบทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลือบ
3	320	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	การปรับความเร็วเครื่องที่ไม่สัมพันธ์กับการอบและการเคลือบทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลือบ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การแก้ไขสาเหตุของปัญหา

จากขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆในการดำเนินงานวิจัย สำหรับในบทที่ 4 จะเป็นการแสดงผลการวิจัย โดยคณะทีมงานได้สรุปแนวทางปรับปรุงแก้ไขทั้ง 3 สาเหตุ ดังตารางที่ 16-17

ตารางที่ 16 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหของเสียฟองอากาศทั้ง 3 สาเหตุ

ลำดับ	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางการปรับปรุงแก้ไข
1	ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	การ Balance ระหว่างแรงดึงของเก็บม้วนและตัวปล่อยม้วนฟิล์มทำให้ฟิล์มวิ่งไม่สม่ำเสมอทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลื่อน	1. จัดทำคู่มือมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดปล่อยม้วน (Unwind Unit) ในการเคลื่อนตามแต่ละประเภทของฟิล์ม 2. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดเก็บม้วน (Unwind Unit) ในการเคลื่อนตามแต่ละประเภทของฟิล์ม 3. ทำการ Calibrate Loadcell และตัว Tension ทุก 3 เดือน 4. เมื่อมีงานที่มีประเภทฟิล์มใหม่หรือไม่เคยทดลองเข้ามาที่นอกเหนือจากมาตรฐานให้ทำการเคลื่อนแล้วนำไปผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยเครื่องทดสอบน้ำหนักกาวและกล้องตรวจจับของเสีย
2	อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	การอบที่ให้ความร้อนเพื่อทำให้กาวระเหยไม่ทันก่อนเข้าไปเคลื่อนทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลื่อน	5. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อกำหนดค่าอุณหภูมิความร้อน(องศาเซลเซียส: C)ในการอบในการเคลื่อนตามแต่ละประเภทของฟิล์ม 6. ทำการ Calibrate อุณหภูมิตู้อบทุก 3 เดือน 7. ใช้มาตรการเดียวกันกับข้อที่ 4



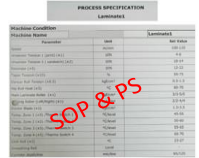
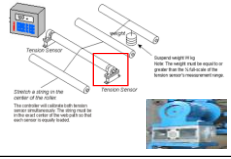
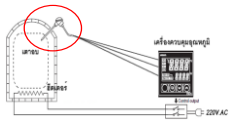
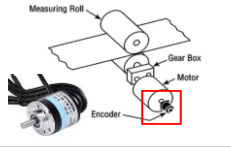
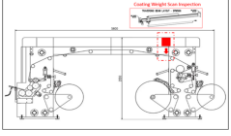
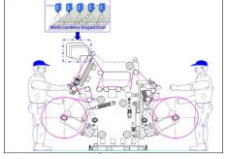
ตารางที่ 17 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหของเสียฟองอากาศทั้ง 3 สาเหตุ (ต่อ)

ลำดับ	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางการปรับปรุงแก้ไข
3	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	การปรับความเร็วที่ไม่สัมพันธ์กับการอบและการเคลือบทำให้มีอากาศเข้ามาแทรกในจังหวะเคลือบ	8. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อกำหนดค่าความเร็ว (เมตร/นาที) ในการเคลือบตามแต่ละประเภทของฟิล์ม 9. ทำการ Calibrate ชุดวัดความเร็วรอบ ทุก 3 เดือน 10. ใช้มาตรการเดียวกันกับข้อที่ 4

จากข้อบกพร่อง 1.การตั้ง Tension ไม่เหมาะสม 2.อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม และ 3.ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม มีแนวทางการปรับปรุงแก้ไขทั้งหมด 10 ข้อโดยข้อที่ 1 และ 2 เป็นการปรับปรุงด้านข้อกำหนดและเอกสารควบคุม คือให้พนักงานที่เดินเครื่องจักรทำตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด ข้อที่ 3 เป็นการกำหนดมาตรการที่ให้ฝ่ายวิศวกรรมทบทวนรอบเวลาการสอบเทียบ (Calibrate) อุปกรณ์ในเครื่องจักรอย่างเคร่งครัด ข้อที่ 4 เป็นการกำหนดมาตรการขึ้นมาใหม่และเขียนลงในคู่มือปฏิบัติ โดยกำหนดมาตรการเมื่อมีงานประเภทฟิล์มใหม่เข้ามาที่ นอกเหนือจากมาตรฐานหรือยังไม่เคยทดลอง ให้ทำการเคลือบแล้วนำไปผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยเครื่องทดสอบน้ำหนักและกล้องตรวจจับของเสีย ข้อที่ 5 และ 8 เป็นการปรับปรุงด้านข้อกำหนดและเอกสารควบคุม ให้พนักงานที่เดินเครื่องจักรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ข้อที่ 6 และ 9 เป็นการกำหนดมาตรการที่ให้ฝ่ายวิศวกรรมทบทวนรอบระยะเวลาการสอบเทียบ (Calibrate) อุปกรณ์ในเครื่องจักรอย่างเคร่งครัด แนวทางข้อที่ 7 และ 10 เป็นการกำหนดมาตรการขึ้นมาใหม่และเขียนลงในคู่มือปฏิบัติงาน โดยกำหนดให้มีแนวทางเดียวกับข้อที่ 4

ทีมงานในแต่ละฝ่ายได้เข้าไปปรับปรุงตามแนวทางที่ได้รับมอบหมายจากคณะทีมงาน ตามมาตรการแก้ไขและมีผลลัพธ์ที่ออกมาคือแล้วเสร็จตามกรอบเวลาที่วางไว้ทั้งหมด 8 ข้อซึ่งครอบคลุมทั้งหมด สำหรับการแก้ไขปัญหของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบดราไมเนต ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 มาตรการป้องกันและแก้ไขของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต

หัวข้อที่	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	แนวทางการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1	ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	จัดทำ SOP และ PS เพื่อให้พนักงานรับทราบในการผลิตอย่างถูกต้อง	
2	ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	ทำการ Calibrate Loadcell ตัว Tension ทุก 3 เดือน	
3	อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	จัดทำ SOP และ PS เพื่อให้พนักงานรับทราบในการผลิตอย่างถูกต้อง	จัดทำ SOP และ PS คล้ายในหัวข้อที่ 1
4	อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม	ทำการ Calibrate อุณหภูมิตู้อบ ทุก 3 เดือน	
5	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	จัดทำ SOP และ PS เพื่อให้พนักงานรับทราบในการผลิตอย่างถูกต้อง	จัดทำ SOP และ PS คล้ายในหัวข้อที่ 1
6	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	ทำการ Calibrate ชุดวัดความเร็วรอบ ทุก 3 เดือน	
7	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	การผลิตทุก Order ให้นำไปผ่านกระบวนการตรวจสอบด้วยเครื่องทดสอบน้ำหนักกวตามขั้นตอนใน PS	
8	ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม	การผลิตทุก Order ให้นำไปผ่านกระบวนการตรวจสอบด้วยกล้องตรวจจับของเสียตามขั้นตอนใน PS	

การปรับตั้ง Tension ไม่เหมาะสม

1. จัดทำตารางมาตรฐาน SOP เพื่อสื่อสารให้กับผู้ปฏิบัติงานทราบถึงการปรับ Tension ที่สอดคล้องกับฟิล์มที่นำมาเคลือบในแต่ละประเภท ติดตั้งที่จุดปล่อยม้วน (Unwind Unit) , จุดเก็บม้วน (Rewind Unit) และตู้ควบคุมกลางของเครื่องจักร ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน WI และทำการฝึกอบรม On the job training ให้กับผู้ปฏิบัติงาน

2. จัดทำมาตรการให้ฝ่ายวิศวกรรมสอบเทียบอุปกรณ์ Tension Control และ Load Cell ทุกๆ 3 เดือน จากเดิมที่ทำการสอบเทียบทุกๆ 6 เดือน ตามเอกสาร WI

3. สั่งซื้อและติดตั้งเครื่องวัดน้ำหนักกาว โดยทำการติดตั้งที่เครื่องเคลือบดราวยามิเนต เพื่อนำมาตรวจสอบน้ำหนักกาวที่เคลือบ เพื่อให้พนักงานคุมเครื่องจักร ได้คัดแยกฟิล์มที่เป็นฟองอากาศ หรือน้ำหนักกาวไม่ได้คุณภาพการผลิตก่อนนำส่งไปลูกค้า โดยระบุตามเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต PS

4. สั่งซื้อและติดตั้งกล้องตรวจจับของเสียที่เครื่องกรอฟิล์ม เพื่อตรวจสอบคุณภาพฟิล์มที่ผ่านการเคลือบ เมื่อพบของเสียสามารถแยกออกก่อนนำส่งลูกค้า โดยระบุตามเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต PS

อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม

5. จัดทำตารางมาตรฐาน SOP และปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน WI เพื่อสื่อสารและกำหนดการตั้งค่าอุณหภูมิในการอบฟิล์ม (Oven Temperature Control) และทำการฝึกอบรม On the job training ให้กับผู้ปฏิบัติงาน

6. จัดทำมาตรการ กรณีงานที่มีชนิดฟิล์มที่จะนำมาเคลือบอยู่นอกเหนือมาตรฐานที่มีอยู่ไม่ทราบค่าการปรับปรับตั้งอุณหภูมิการอบ กำหนดให้ทางแผนกวิจัยและพัฒนาเป็นหน่วยงานรับผิดชอบเพื่อนัดประชุมหารือกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มต้นทดลองการผลิต

7. จัดทำมาตรการ ให้ฝ่ายวิศวกรรมสอบเทียบอุณหภูมิห้อง ทุกๆ 3 เดือน จากเดิมที่ทำการสอบเทียบทุกๆ 6 เดือน ตามเอกสารคู่มือปฏิบัติงาน WI

8. การตรวจสอบคุณภาพงานจากอุณหภูมิอบฟิล์มว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้มาตรการเดียวกับข้อที่ 3 และ 4 ตามเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต PS

ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม

9. จัดทำตารางมาตรฐาน SOP เพื่อสื่อสารให้กับผู้ปฏิบัติงานทราบการปรับความเร็วเครื่องจักรในการเดินงาน ที่ตำแหน่งตู้ควบคุมกลาง (Control Panel) และดำเนินการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน WI และทำการฝึกอบรม On the job training ให้กับผู้ปฏิบัติงาน

10. จัดทำมาตรการให้ฝ่ายวิศวกรรมสอบเทียบชุดจับความเร็วรอบของเครื่องจักร ทุกๆ 3 เดือน จากเดิมที่ทำการสอบเทียบทุกๆ 1 ปี ตามเอกสาร WI

11. จัดทำมาตรการ กรณีงานที่มีชนิดฟิล์มที่จะนำมาเคลือบอยู่นอกเหนือมาตรฐานที่มีอยู่ไม่ทราบค่าการปรับปรับตั้งความเร็วเครื่องจักร โดยกำหนดให้ทางแผนกวิจัยและพัฒนาเป็นหน่วยงานรับผิดชอบเพื่อนัดประชุมหารือกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มต้นทดลองการผลิต



12. การตรวจสอบคุณภาพงานจากความเร็วที่เหมาะสมหรือไม่ โดยใช้มาตรการเดียวกับข้อที่ 3 และ 4 ตามเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต PS

การทบทวนและการประเมินให้คะแนนความรุนแรง

คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับของปัญหา (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข ดังตารางที่ 19-21

ตารางที่ 19 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข

ข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น	RPN = S x O x D (ก่อนปรับปรุง)	หน่วยงานที่รับผิดชอบ			ผลการปรับปรุง			RPN = S x O x D (หลังปรับปรุง)
		แนวทางการปรับปรุง	สิ่งที่ปรับปรุง		S	O	D	
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	320	1. จัดทำคู่มือมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดปล่อยม้วน (Unwind Unit) ในการเคลือบตามแต่ละประเภทของฟิล์ม	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	จัดทำคู่มือมาตรฐาน (SOP) และปรับตั้งค่าที่กำหนดใน PS	10	2	3	60
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	320	2. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดเก็บม้วน (Unwind Unit) ในการเคลือบตามแต่ละประเภทของฟิล์ม	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	จัดทำคู่มือมาตรฐาน (SOP) และปรับตั้งค่าที่กำหนดใน PS	10	2	3	60
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	320	3. ทำการ Calibrate Loadcell ตัว Tension ทุก 3 เดือน	ฝ่ายวิศวกรรม	ทำการ Calibrate Loadcell และ Tension Control ทุก 3 เดือน	10	2	3	60

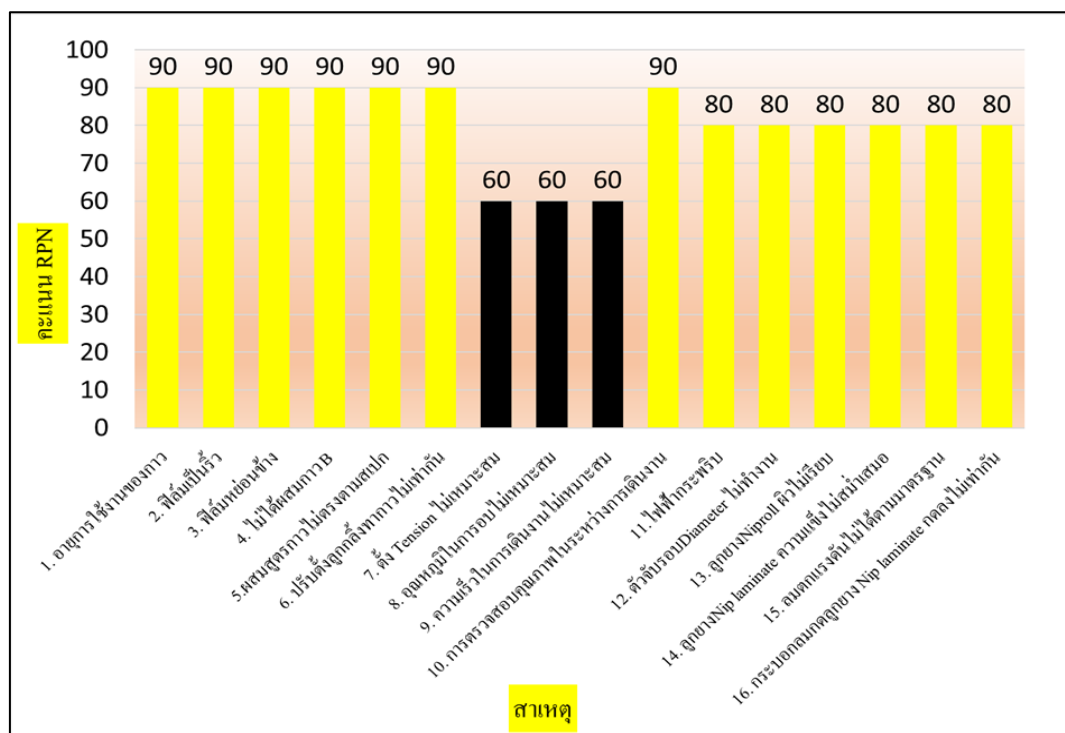
ตารางที่ 20 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข(ต่อ)

ตั้ง Tension ไม่ เหมาะสม	320	4. เมื่อมีงานที่มี ประเภทฟิล์มใหม่เข้า มาที่นอกเหนือจาก มาตรฐานให้ทำการ ทดลองเคลือบแล้ว นำไปผ่านกระบวนการ ตรวจสอบด้วยเครื่อง ทดสอบน้ำหนักแก้ว และกล้องตรวจจับ ของเสีย	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	ปรับปรุง WI เกี่ยวกับงาน New Project และ WI เกี่ยวกับ Quality Inspection	10	2	3	60
อุณหภูมิใน การอบ ไม่เหมาะสม	320	1. จัดทำตาราง มาตรฐานเพื่อ กำหนดค่าอุณหภูมิความ ร้อน(องศาเซลเซียส: C) ในการอบใน การเคลือบตามแต่ละ ประเภทของฟิล์ม	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	จัดทำคู่มือ มาตรฐาน (SOP) และปรับตั้งค่าที่ กำหนดใน PS	10	2	3	60
อุณหภูมิใน การอบ ไม่เหมาะสม	320	2. ทำการ Calibrate อุณหภูมิตู้อบ ทุก 3 เดือน	ฝ่ายวิศวกรรม	ทำการ Calibrate ชุดวัดอุณหภูมิ ตู้อบ ทุก 3 เดือน	10	2	3	60
อุณหภูมิใน การอบ ไม่เหมาะสม	320	3. เมื่อมีงานที่มี ประเภทฟิล์มใหม่เข้า มาที่นอกเหนือจาก มาตรฐานให้ทำการ ทดลองเคลือบแล้ว นำไปผ่านกระบวนการ ตรวจสอบด้วยเครื่อง ทดสอบน้ำหนักแก้ว และกล้องตรวจจับ ของเสีย	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	ปรับปรุง WI เกี่ยวกับงาน New Project และ WI เกี่ยวกับ Quality Inspection	10	2	3	60

ตารางที่ 21 ตารางคะแนน (RPN) ใหม่หลังดำเนินการแก้ไข(ต่อ)

ความเร็วในการดำเนินงาน ไม่เหมาะสม	320	1. จัดทำตาราง มาตรฐานเพื่อ กำหนดค่าความเร็ว (เมตร/นาท)ในการ เคลื่อนตามแต่ละ ประเภทของฟิล์ม	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	จัดทำคู่มือ มาตรฐาน (SOP) และปรับตั้งค่าที่ กำหนดใน PS	10	2	3	60
ความเร็วในการดำเนินงาน ไม่เหมาะสม	320	2. ทำการ Calibrate ชุดวัดความเร็วรอบ ทุก 3 เดือน	ฝ่ายวิศวกรรม	ทำการ Calibrate ชุดจับความเร็ว รอบเครื่องจักร ทุก 3 เดือน	10	2	3	60
ความเร็วในการดำเนินงาน ไม่เหมาะสม	320	3. เมื่อมีงานที่มี ประเภทฟิล์มใหม่เข้า มาที่นอกเหนือจาก มาตรฐานให้ทำการ ทดลองเคลื่อนแล้วนำ ไปผ่านกระบวนการ ตรวจสอบด้วยเครื่อง ทดสอบน้ำหนักกาว และกล้องตรวจจับ ของเสีย	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม	ปรับปรุง WI เกี่ยวกับงาน New Project และ WI เกี่ยวกับ Quality Inspection	10	2	3	60

การแก้ไขปัญหของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทราย พบว่าการประเมินค่าคะแนนและการคำนวณค่า RPN ทำเป็นกราฟแท่งแสดงดังภาพที่ 21 ได้คะแนนจากเดิม RPN เท่ากับ 320 คะแนน ลดลงมาถึง 60 คะแนน ทุกข้อบกพร่องและปัญหา ดังนั้นมาตรการและข้อกำหนดที่ทำมา สามารถนำไปปฏิบัติใช้งานได้จริง



ภาพที่ 22 กราฟแท่งผลการประเมินคะแนนค่า RPN ใหม่หลังมีมาตรการปรับปรุง

การวัดผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินการแก้ไขปัญหา

การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานแก้ไขปัญหาของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบ ทรายลามิเนต โดยหลังจากนำเทคนิค (Failure Mode and Effect Analysis หรือ FMEA) มาใช้ เสร็จสิ้นแล้ว ได้มีการรวบรวมข้อมูลของการผลิตในกระบวนการเคลือบแบบทราย ทำการเปรียบเทียบ ข้อมูลก่อนปรับปรุงในเดือน มกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2563 ดังแสดงใน ตารางที่ 22 โดยมีผลลัพธ์ ข้อมูลหลังปรับปรุงเปรียบเทียบเดือน มกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564 ดังแสดงใน ตารางที่ 23-24

ตารางที่ 22 ข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2563

ข้อมูลก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2563					
เดือน	ปี	จำนวนผลิต (เมตร)	จำนวนของเสีย จากเคลือบ ทราย(เมตร)	จำนวนของเสีย ที่เกิดฟองอากาศ (เมตร)	สัดส่วน ของเสีย (เปอร์เซ็นต์)
มกราคม - ธันวาคม	2563	186,679,601	5,447,951	380,692	6.87%

ตารางที่ 23 ข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564

ข้อมูลก่อนการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564					
เดือน	ปี	จำนวนผลิต (เมตร)	จำนวนของเสีย จากเคลือบ ทราย(เมตร)	จำนวนของเสียที่ เกิดฟองอากาศ (เมตร)	สัดส่วน ของเสีย (เปอร์เซ็นต์)
มกราคม - มิถุนายน	2564	78,398,111	998,574	73,819	7.95%

ตารางที่ 24 ข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564

ข้อมูลก่อนหลังปรับปรุง ปีพ.ศ. 2564					
เดือน	ปี	จำนวนผลิต (เมตร)	จำนวนของเสีย จากเคลือบ ทราย(เมตร)	จำนวนของเสียที่ เกิดฟองอากาศ (เมตร)	สัดส่วน ของเสีย (เปอร์เซ็นต์)
กรกฎาคม - ธันวาคม	2564	89,189,185	1,152,950	2,271	0.22%

จากตารางจะเห็นผลการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยใช้ข้อมูลจากการบันทึกฝ่ายผลิต ก่อนการปรับปรุงมีข้อมูลดังนี้

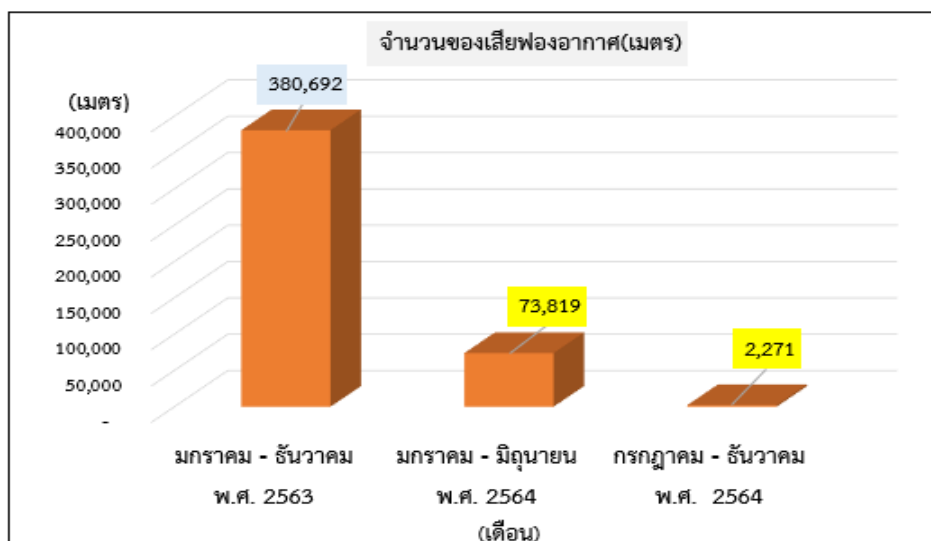
เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2563 ของเสียที่เกิดปัญหาฟองอากาศ เกิดขึ้นทั้งหมด คือ 380,692 เมตร หรือ 6.87 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนผลิต 186,679,601 เมตร ดังตารางที่ 22

เดือน มกราคม – มิถุนายนพ.ศ. 2564 ของเสียที่เกิดปัญหาฟองอากาศ เกิดขึ้นทั้งหมด คือ 73,819 เมตร หรือ 7.95 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนผลิต 78,398,111 เมตร ดังตารางที่ 23

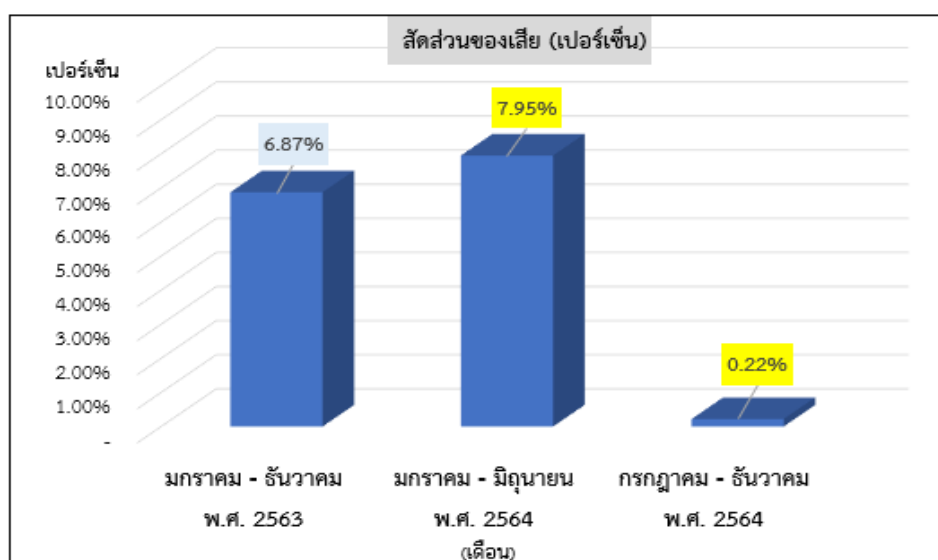
ข้อมูลบันทึกฝ่ายผลิต หลังการปรับปรุง ปัญหาฟองอากาศลดลงดังนี้

เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2564 ของเสียที่เกิดปัญหาฟองอากาศ เกิดขึ้นทั้งหมด คือ 2,271 เมตร หรือ 0.22 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนผลิต 89,189,185 เมตร ดังตารางที่ 24

โดยในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนหลังการปรับปรุงมีการกำหนดสภาวะการผลิตที่คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 23 กราฟแท่งสรุปของเสียฟองอากาศเป็นจำนวนเมตรหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 24 กราฟแท่งสรุปของเสียฟองอากาศเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ หลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 23-24 กราฟแท่งแสดงให้เห็นว่าปัญหาฟองอากาศก่อนการปรับปรุงในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนของเสีย 380,692 เมตร หรือ 6.87 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2564 มีจำนวนของของเสีย 73,819 เมตร หรือ 7.95 เปอร์เซ็นต์หลังจากมีการปรับปรุงด้วยเทคนิค FMEA ในช่วงเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2564 มีจำนวนของเสีย 2,271 เมตร หรือ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลจำนวนครั้งที่การส่งคืนสินค้าจากลูกค้าจากแผนกเคลือบทรายลามิเนตโดยนำ

ข้อมูลของปี พ.ศ. 2562 และปีพ.ศ. 2563 มารวมกันซึ่งเป็นข้อมูลก่อนการปรับปรุงด้วยเทคนิค FMEA มาใช้งาน มีผลรวมเท่ากับ 43 ครั้งหรือเท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์ เป็นอันดับที่ 1 ของปัญหาที่ ลูกค้าร้องเรียนส่งคืนสินค้า แสดงดังตารางที่ 25

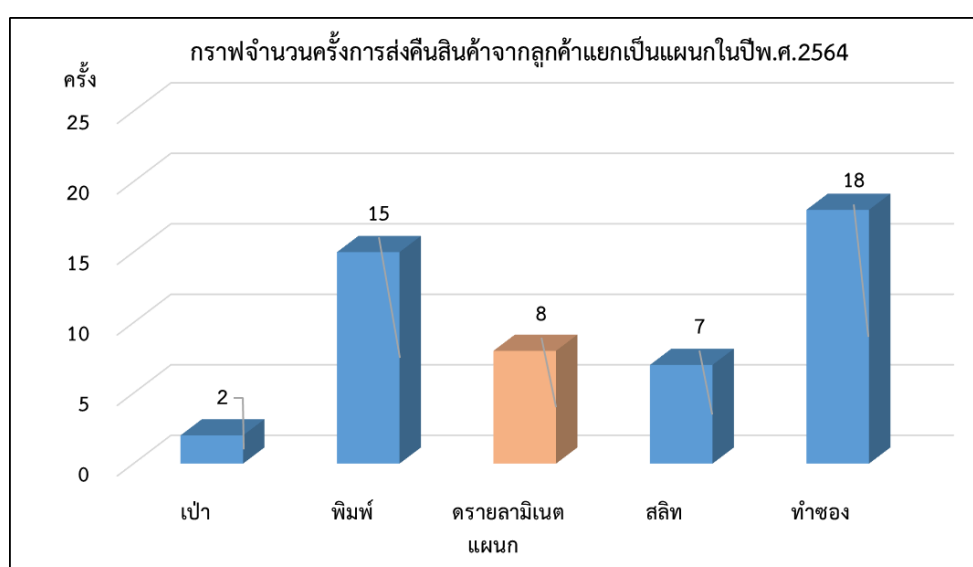
ตารางที่ 25 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ.2562-2563

แผนก	ปี พ.ศ.2562 จำนวน(ครั้ง)	ปี พ.ศ.2563 จำนวน(ครั้ง)	ผลรวม จำนวน(ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์
เป่า	3	2	5	4%
พิมพ์	22	19	41	30%
ครายลามิเนต	18	25	43	32%
สลิต	5	7	12	9%
ทำซอง	13	22	35	26%
รวม	61	75	136	100%

ตารางที่ 26 จำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าในปีพ.ศ.2562-2563 เปรียบเทียบกับปีพ.ศ. 2564 หลังจากการปรับปรุง

แผนก	ผลรวมปีพ.ศ.2562-2563 จำนวน(ครั้ง)	ปี พ.ศ.2564 จำนวน(ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์
เป่า	5	2	ลดลง 40%
พิมพ์	41	15	ลดลง 37%
ครายลามิเนต	43	8	ลดลง 81%
สลิต	12	7	ลดลง 58%
ทำซอง	35	18	ลดลง 51%
รวม	136	50	ลดลง 37%

จากตารางที่ 26 จะเห็นว่าจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ. 2562-2563 เฉพาะแผนกเคลือบทรายลามิเนต จำนวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 43 ครั้ง หลังจากมีการปรับปรุงด้วยเทคนิค FMEA ในช่วงเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ.2564 โดยมีจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าแยกเป็นแผนกในปีพ.ศ.2564 จำนวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 8 ครั้งหรือลดลงเท่ากับ 81 เปอร์เซ็นต์ กราฟแท่งแสดงข้อมูลแยกเป็นแผนก ดังภาพที่ 25 โดยในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงมีการกำหนดสถานะการผลิตที่คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 25 กราฟแท่งจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าในปีพ.ศ.2564 หลังการปรับปรุง

สรุปผลการดำเนินงาน

หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาฟองอากาศในการเคลือบทรายลามิเนต โดยเทคนิค FMEA โดยทางผู้จัดทำและทีมงานได้มีการวิเคราะห์เพื่อหาเหตุและผลจึงได้สาเหตุหลักๆ ที่เกิดจากสาเหตุหลัก 3 สาเหตุจากเหตุผลที่เป็นไปได้ทั้งหมด 16 สาเหตุ เพื่อให้การแก้ไขปัญหา มีแนวทางที่ชัดเจนและได้คำนวณ การประเมินความรุนแรง คะแนนโอกาสเกิดข้อบกพร่องและคะแนนการควบคุม ได้พิจารณา RPN ที่เป็นอันดับ 1 ถึง 3 ได้นำสาเหตุทั้ง 3 เรื่องมาทำการปรับปรุงแก้ไข โดยที่ได้มีมาตรการ ตั้งเป็นมาตรฐานข้อกำหนดเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานไปใช้งานในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษากระบวนการเคลือบทรายลามิเนตในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก เพื่อแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิค FMEA และแผนภูมิแก๊งปลาเพื่อหาสาเหตุให้บรรลุเป้าหมาย การลดของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต สามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการอย่างเป็นระบบในการลดของเสียให้กับโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอ่อน (Flexible Packaging) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบของเสียเกิดขึ้นสูงในกระบวนการเคลือบทรายลามิเนต โดยเป็นของเสียในลักษณะมีฟองอากาศเกิดขึ้นบนผิวพลาสติก พบว่าของเสียก่อนการปรับปรุง ในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวน 380,692 เมตร และมีจำนวนครั้งการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าเฉลี่ย 43 ครั้ง/ปี
2. เพื่อต้องการลดปัญหาของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทราย ทางผู้จัดทำและทีมงานได้มีการประชุมระดมสมองเพื่อหาสาเหตุที่มาจาก วัตถุดิบ คน เครื่องจักร และวิธีการทำงานจากการศึกษาและระดมสมองร่วมกันของทีมงานโดยการประยุกต์ใช้แผนผังแก๊งปลาเพื่อวิเคราะห์ หลังจากนั้นทำการแจกแจงปัจจัยหลักของสาเหตุมีทั้งหมด 16 สาเหตุ ดังนี้
 1. อายุการใช้งานของกาว 2. ฟิล์มเป็นริ้ว 3. ฟิล์มหย่อนข้าง 4. ไม่ได้ผสมกาว B 5. ผสมสูตรกาวไม่ตรงตามสเปก 6. ปรับตั้งลูกกลิ้งทากาวไม่เท่ากัน 7. ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม 8. อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม 9. ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม 10. การตรวจสอบคุณภาพการเคลือบในระหว่างการเดินงาน 11. ไฟฟ้ากระพริบ 12. ตัวจับรอบ Diameter ไม่ทำงาน 13. ลูกยาง Nip roll ผิวไม่เรียบ 14. ลูกยาง Nip laminate ความแข็งไม่สม่ำเสมอ 15. ลมตกแรงดันไม่ได้ตามมาตรฐาน 16. กระทบกลมกดลูกยาง Nip laminate กดลงไม่เท่ากัน ซึ่งผลจาก FMEA ได้ข้อบกพร่องจำนวน 3 สาเหตุที่มีคะแนน RPN สูงสุดเท่ากันคือ 320 ได้แก่ 1. ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม 2. อุณหภูมิในการอบไม่เหมาะสม และ 3. ความเร็วในการเดินงานไม่เหมาะสม โดยในกระบวนการผลิตยังมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยให้ พนักงานตรวจเช็คคุณภาพของผลิตภัณฑ์คือเครื่องวัดน้ำหนักกาว เพื่อทำการตรวจสอบในระหว่างกระบวนการเคลือบ และกล้องตรวจจับของเสียพื้นผิวฟิล์มเพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการเคลือบก่อนส่งมอบให้ลูกค้า
3. การลดของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทราย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ FMEA โอกาสในการพบข้อบกพร่องแต่ละสาเหตุและ



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ดำเนินการแก้ไขสาเหตุที่มีค่าดัชนีความเสี่ยง RPN 320 คะแนน จากปัจจัย 3 ข้อ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์และดำเนินการแก้ไขสรุปได้ดังต่อไปนี้

4. สรุปผลการดำเนินงานแก้ไขปัญหของเสียฟองอากาศในกระบวนการเคลือบทรายที่มีค่าดัชนีความเสี่ยง RPN 320 คะแนน และมีมาตรการแก้ไข ดังตารางที่ 27-29

ตารางที่ 27 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ

ปัจจัยข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น	หัวข้อ แนวทางการปรับปรุง	หัวข้อ ที่ปรับปรุงแล้วเสร็จ
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	1. จัดทำคู่มือมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดปล่อยม้วน (Unwind Unit) ในการเคลือบตามแต่ละประเภทของฟิล์ม	จัดทำตารางมาตรฐาน (SOP) ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน (WI) เอกสารควบคุมกระบวนการผลิต (PS) โดยอ้างอิงผลการทดลองที่ผ่านการอนุมัติ
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	2. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อกำหนดค่า Tension ที่ตำแหน่งจุดเก็บม้วน (Rewind Unit) ในการเคลือบตามแต่ละประเภทของฟิล์ม	จัดทำตารางมาตรฐาน (SOP) ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน (WI) เอกสารควบคุมกระบวนการผลิต (PS) โดยอ้างอิงผลการทดลองที่ผ่านการอนุมัติ
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	3. ทำการสอบเทียบ Calibrate Loadcell ตัว Tension ทุก 3 เดือน	ทำการ Calibrate ระบบ ปรับตั้งแรงดึง Tension Control และ Loadcell ทุก 3 เดือน

ตารางที่ 28 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ(ต่อ)

ปัจจัยข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น	หัวข้อ แนวทางการปรับปรุง	หัวข้อ ที่ปรับปรุงแล้วเสร็จ
ตั้ง Tension ไม่เหมาะสม	4. เมื่อมีงานที่มีประเภทฟิล์ม ใหม่เข้ามาที่นอกเหนือจาก มาตรฐานให้ทำการทดลอง เคลื่อนแล้วนำไปผ่าน กระบวนการตรวจสอบด้วย เครื่องทดสอบน้ำหนักกาว และกล้องตรวจสอบของเสีย	ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน(WI) เกี่ยวกับงานที่ยังไม่เคยทดลอง New Project เอกสารควบคุม กระบวนการผลิต (PS) เกี่ยวกับการตรวจสอบ คุณภาพ Quality Inspection เครื่องวัดน้ำหนักกาวและ กล้องตรวจสอบของเสีย
อุณหภูมิในการ อบไม่เหมาะสม	5. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อ กำหนดค่าอุณหภูมิความร้อน องศาเซลเซียส(C)ในการอบ การเคลื่อนตามแต่ละประเภท ของฟิล์ม	จัดทำตารางมาตรฐาน (SOP) ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน(WI) เอกสารควบคุมกระบวนการ ผลิต (PS)โดยอ้างอิง ผลการทดลองที่ผ่านการ อนุมัติ
อุณหภูมิในการ อบไม่เหมาะสม	6. ทำการ Calibrate อุณหภูมิตู้อบทุก 3 เดือน	ทำการ Calibrate อุปกรณ์วัด อุณหภูมิตู้อบ ทุก 3 เดือน



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ตารางที่ 29 การแก้ไขและมาตรการควบคุมการลดของเสียฟองอากาศ(ต่อ)

ปัจจัยข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น	หัวข้อ แนวทางการปรับปรุง	หัวข้อ ที่ปรับปรุงแล้วเสร็จ
ความเร็วในการเดิน งานไม่เหมาะสม	8. จัดทำตารางมาตรฐานเพื่อ กำหนดค่าความเร็ว (เมตรต่อนาที)ในการเคลื่อน ตามแต่ละประเภทของฟิล์ม	จัดทำคู่มือมาตรฐาน (SOP) เอกสารการควบคุม กระบวนการผลิต (PS)
ความเร็วในการเดิน งานไม่เหมาะสม	9. ทำการ Calibrate ชุวัด ความเร็วรอบ ทุก 3 เดือน	ทำการ Calibrate ชุวัด ความเร็วรอบเครื่องจักร ทุก 3 เดือน
ความเร็วในการเดิน งานไม่เหมาะสม	10. เมื่อมีงานที่มีประเภทฟิล์ม ใหม่เข้ามาที่นอกเหนือจาก มาตรฐานให้ทำการทดลอง เคลื่อนแล้วนำไปผ่านกระบวนการ ตรวจสอบด้วยเครื่อง ทดสอบน้ำหนักกาวและ กล้องตรวจจับของเสีย	ปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน(WI) เกี่ยวกับงานที่ยังไม่เคยทดลอง New Project เอกสารควบคุม กระบวนการผลิต(PS) เกี่ยว กับการตรวจสอบคุณภาพ Quality Inspectionเครื่องวัด น้ำหนักกาวและกล้องตรวจ สอบของเสีย



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

5. หลังจากได้กำหนดแนวทางและดำเนินการแก้ไขแล้ว ผลการปรับปรุงค่าดัชนีความเสี่ยง RPN เท่ากับ 320 คะแนน ลดลงเหลือ 60 คะแนน ในปี พ.ศ.2563 มีจำนวนของเสียคือ 380,692 เมตร ลดลงเหลือ 76,090 เมตร ในปี พ.ศ. 2564 คิดเป็นปริมาณของเสียลดลง 80.01% นอกจากนั้น การปรับปรุงยังส่งผลให้จำนวนร้องเรียนส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากลูกค้าลดลงจากเดิมเฉลี่ย 43 ครั้งต่อปี เหลือ 8 ครั้งต่อปี คิดเป็นลดลง 81% โดยในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงมีการกำหนดสถานะการผลิตที่คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะก่อนการปรับปรุง

6. จากข้อมูลในปีพ.ศ.2564 ยังคงมีจำนวนของเสียคือ 76,090 เมตรและการร้องเรียนส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจากลูกค้าจำนวน 8 ครั้ง ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าเกิดปัญหาจากกระบวนการพิมพ์ที่ทำให้เกิดปัญหาฟองอากาศ โดยถ้าได้รับการแก้ไขปัญหาที่แผนกพิมพ์ด้วยการติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยคนตรวจสอบแบบอัตโนมัติและแม่นยำ สามารถช่วยลดของเสียขององค์กร รวมถึงลดต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้น ตลอดจนช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อโรงงานการศึกษาได้อย่างมาก

7. จากที่มีการลงทุนซื้อเครื่องวัดน้ำหนักาวเพื่อทำการตรวจสอบ ในระหว่างกระบวนการเคลือบและกลึงตรวจจับของสียพื้นผิวฟิล์มเพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า มีผลการคำนวณจุดคุ้มทุน (Break-even point) ดังนี้

ข้อมูลของโครงการ

1. การลงทุน (ค่าเครื่องจักร ,ค่าเสื่อม ,ค่าแรง ,ค่าอื่นๆ) = 4,100,000 บาท
2. ผลตอบแทน = 14.50 บาทต่อเมตร
3. ผลประหยัค = 76,090 เมตรต่อปี

การคำนวณผลตอบแทนต่อปี

ผลตอบแทนต่อปี = 76,090 เมตรต่อปี $\times$ 14.50 บาทต่อเมตร = 1,103,305 บาทต่อปี

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน = การลงทุน (บาทต่อปี) $\div$ ผลตอบแทน (บาทต่อปี)
 $= 4,100,000 \text{ บาทต่อปี} \div 1,103,305 \text{ บาทต่อปี}$
 $= 3.71 \text{ ปี}$ จากคำนวณจำนวนเดือนที่เหลือ $= 0.71 \times 12 = 8.52 \text{ เดือน}$

สรุประยะเวลาคืนทุน = 3 ปี 8 เดือน

สรุปการคำนวณจุดคุ้มทุน (Break-even point)

1. ผลตอบแทนต่อปี = 1,103,305 บาทต่อปี
2. ระยะเวลาคืนทุน = 3 ปี 8 เดือน

การอภิปรายผลการวิจัย

การลดของเสียการลดของเสียในการบวนการเคลือบฟิล์มแบบดรายลามิเนต ด้วยเทคนิค FMEA พบว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาฟองอากาศมีความยุ่งยาก และเป็นปัญหาที่ซับซ้อน เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาฟองอากาศ มีหลายสาเหตุ การนำเทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบและการใช้แผนภูมิผังสาเหตุและผล จึงต้องอาศัยทีมงานที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ด้านงานเคลือบ การตรวจวัดน้ำหนักกาวด้วยเทคโนโลยีการระบบอินฟราเรด การตรวจสอบงานเสียด้วยเทคโนโลยีกล้องตรวจจับ และช่วยกันระดมสมอง ประเมินคะแนนความรุนแรงเพื่อให้สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง จากแนวทางที่ดำเนินการแก้ไขกับผลการวิจัยสามารถลดปัญหาฟองอากาศที่เป็นของเสีย ลดปัญหาส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ(เคลมสินค้า)จากลูกค้า ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ทั้งนี้เนื่องจาก การนำเทคนิค FMEA มาการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ทำให้สามารถช่วยลดปัญหาจากงานเคลือบฟิล์มแบบดรายลามิเนตเป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. หลักการ FMEA นับว่าเป็นเทคนิคที่เป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และประเมินข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โรงงานกรณีศึกษาควรดำเนินการประยุกต์ใช้ FMEA อย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ได้อย่างยั่งยืน
2. ควรนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลการผลิต เพื่อช่วยให้เกิดความถูกต้องในการประมวลผลข้อมูล สะดวกต่อการจัดเก็บและนำข้อมูลออกมาใช้งาน ซึ่งจะช่วยให้การวิเคราะห์แก้ไขปัญหามาตรสามารถทำได้อย่างรวดเร็วทันที่
3. งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอ่อน (Flexible Packaging) หรือการผลิตด้วยเครื่องจักรประเภทเดียวกันที่มีกระบวนการเคลือบดรายลามิเนต

อุปสรรคปัญหาในงานวิจัย

1. เนื่องจากการผลิตมีความไม่ต่อเนื่อง อาจมีการแทรกงานอื่นเข้ามาแบบเร่งด่วนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องและความต่อเนื่องในการปฏิบัติงานของพนักงาน
2. พนักงานหน้าเครื่องทำหน้าที่หลายอย่างในเวลาเดียวกันเช่น ยกม้วนพลาสติก ปรับตั้งเครื่อง ตรวจสอบกาวที่ใช้ เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการควบคุมการผลิต
3. การสั่งซื้อเครื่องจักรและเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการตรวจจับของเสียต้องใช้เวลาานานเนื่องจากต้องสั่งจากต่างประเทศและใช้ระยะเวลาการจัดส่งมากกว่า 6 เดือน
4. พนักงานยังต้องปรับตัวทำความคุ้นเคยและต้องเรียนรู้ทักษะในการใช้เครื่องจักรที่นำมาใช้เพราะคำสั่งการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ และเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ยังไม่เคยมีใช้ในโรงงาน
5. เนื่องจากพนักงานในฝ่ายผลิต มักจะมีการหมุนเวียนพนักงานใหม่มาประจำเครื่อง ทำให้ต้องใช้เวลาในการอบรมพนักงานใหม่อยู่ตลอด เช่น ระบบการทำงาน, มาตรฐานการทำงาน, ทักษะการใช้เครื่องจักรใหม่ โดยต้องใช้เวลามากกว่า 1 เดือน พนักงานที่ได้รับการอบรมจึงจะมีทักษะและความเชี่ยวชาญ ซึ่งในช่วงระหว่างการอบรมจะส่งผลกระทบกับยอดการผลิตที่ไม่ได้ตามเป้าหมายเพราะยังต้องเดินเครื่องด้วยความเร็วที่ช้ากว่ามาตรฐาน



127956659

BUU-1Thesis 63920363 thesis / rev: 24022568 14:33:42 / seq: 82

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2547). การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ FMEA (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส จำกัด.
- เจริญ นาคะสรรค์. (2546). เทคโนโลยีพลาสติกเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ฟอเพจปรินติ้ง.
- นาคยา เอื้อพิทักษ์สกุล. (2539). การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตพลาสติกแผ่น โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองกรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรม ผลิตพลาสติก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ภูมินทร์ แจ่มเชื้อ. (2554). การลดฟองอากาศในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ศิวัช แก้ววงศา และเพ็ญสุดา พันธุธิดา. (2555). การประยุกต์ใช้ FMEA เพื่อลดข้อผิดพลาดในงานออกแบบทางวิศวกรรมของการบริหารโครงการ. การประชุมวิชาการช่างานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555 , เพชรบุรี, มหาวิทยาลัยศิลปากร., (หน้า 879-885).
- สมภพ ตลับแก้ว. (2551). การประยุกต์ใช้วิธีการ FMEA เพื่อการปรับปรุงความพึงพอใจของลูกค้า. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา.
- สำนักข่าววิชัยกรุงศรี. (2564). แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรมพลาสติกปี 2564.
- สุกานดา พรหมเทพ และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2554). การลดของเสียในกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติกบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน , วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 22(4), 77-75.,
- อดิสร มาลา. (2558). การลดของเสียประเภทความลึกร่องแบ่งงานในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเซรามิกชั้นสเตรทโดยใช้เทคนิคซีจีซีจีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
- Plastics Interlligence Update. (2553). รู้จักกับฟิล์มลามิเนต (Laminated Films) , ปีที่2 ฉบับที่ 11 พฤศจิกายน 2553.
- Rainbow Trading. (2562). กระบวนการพิมพ์การเวียร์.

ภาคผนวก



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / rcv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

การทดลองในงานที่เครื่องเคลือบทรายลามิเนต

1. การเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ศึกษา

ผลิตภัณฑ์ที่เลือกศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์ฟิล์มไนลอน (Nylon) และฟิล์ม LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) ซึ่งมีเหตุผลดังนี้คือ

1.1 ผลิตภัณฑ์จะมีความหนาไม่มากนักเมื่อเทียบกับฟิล์มอลูมิเนียม (Aluminum foil) เจือไนที่ใช้ในการผลิตเช่นอุณหภูมิที่ใช้ออบไม่สูงมาก

1.2 มีการผลิตในโครงสร้างที่ใช้มากเมื่อเทียบกับโครงสร้างอื่นๆที่ส่งให้ลูกค้า

1.3 ในการเชื่อมติดของผลิตภัณฑ์จะต้องอาศัยปัจจัยทั้งสามปัจจัย คือ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง อุณหภูมิในการอบ และแรงดึงพลาสติก เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆจะไม่จำเป็นต้องพิจารณาผลของแรงดึงเนื่องจากไม่มีผล ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากนัก

2. อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

2.1. ฟิล์มพลาสติกพิมพ์ (Printing Film)

2.2 .ฟิล์มพลาสติกเคลือบ (Laminate Film)

2.3. กาวชนิดน้ำ (Adhesive)

2.4. เครื่องเคลือบทรายลามิเนต (Dry Laminate Machine)

2.5. เครื่องชั่งน้ำหนักกาว (Coating Weight Scan)

2.6. เครื่องตรวจสอบค่าการเกาะติด (Bonding)

2.7. เอกสารและแบบฟอร์มจดบันทึกข้อมูลการเดินเครื่อง (PS , SOP)

2.8. เครื่องกรอฟิล์มที่ติดตั้งกล้องตรวจสอบของเสีย (Re wider Machine)

2.9. กล้องตรวจจับของเสีย (Camera Inspection)

3 การเตรียมฟิล์ม

3.1. ฟิล์มพิมพ์ต้องมีป้ายชี้บ่งตรงตามแผนผลิตแล้วทำการเช็คป้ายชี้บ่งในม้วนฟิล์มที่มาจากแผนกพิมพ์ให้ชัดเจนก่อนเคลือบโดยการตรวจเช็คสีอุดสกรีน, ภาพเหลื่อม, สีลาก, ฝ้า, เส้นใบมีด และปัญหาต่างๆที่ระบุมากับป้ายชี้บ่งในผลิตภัณฑ์

3.2. फिल्मที่จะใช้ในการเคลือบ ก่อนเคลือบ ต้องเช็คป้ายชี้บ่งที่ติดมากับฟิล์มเคลือบเทียบให้ตรงกับมาตรฐาน



ม้วนฟิล์มพิมพ์
Printing Film



ม้วนฟิล์มเคลือบ
Laminate Film

ภาพภาคผนวก 1 การเตรียมม้วนฟิล์มพิมพ์และม้วนฟิล์มเคลือบ

4. การเตรียมการ

การผสมกาวตามอัตราส่วนที่กำหนด

- 4.1. ชั่ง EA แล้วเทใส่ถัง ชั่งกาว A ที่เตรียมไว้แล้วทำการปั่นกาวด้วยเครื่องปั่น 5-10 นาที
- 4.2. หลังจากนั้นชั่งกาว B แล้วทำการผสมกาวลงไปในถัง
- 4.3. ทำการปั่นกาว A กาว B และ EA ให้เข้ากันในถัง โดยทำการปั่นประมาณ 5-10 นาที
- 4.4. วัดค่าความหนืดให้ได้ค่าตามมาตรฐาน Zhan cup (เบอร์3)
- 4.5. ขณะทำการผลิตจะต้องตรวจวัดค่าความหนืดของกาวทุกๆ 15 นาที และบันทึกลงใน

แบบฟอร์ม

5. การนำม้วนฟิล์มขึ้นเครื่อง

5.1 นำม้วนฟิล์มพิมพ์ขึ้นเครื่องด้าน Unwinder1 และ Unwinder2 คือด้านปล่อยม้วนเข้ากระบวนการ

5.2 นำม้วนฟิล์มใส่บนรถยกม้วน โดยตรวจสอบเอกสารบันทึกข้อมูลฟิล์มและแผนผลิตต้องตรงกัน

- 5.3. สวมเพลลาใส่แกนม้วนฟิล์ม
- 5.4. จัดตำแหน่งล้อคเพลลาให้ตรงกัน
- 5.5. เปิดวาล์วลมเพื่อดันเพลลาให้แน่น
- 5.6. วัดระยะตำแหน่งขอบฟิล์มให้อยู่ตำแหน่งตรงกลาง
- 5.7. เติมลมเพลลาเพื่อล็อกม้วนฟิล์มให้แน่น

6. ขั้นตอนการเดินเครื่อง

- 6.1. กดปุ่ม EXH.BLOWER ไฟสีเขียวจะแสดงขึ้น เพื่อเปิดตู้อบ และปรับตั้งอุณหภูมิ
- 6.2. กดปุ่ม START ไฟสีเขียวจะแสดงขึ้น
- 6.3. ปรับตั้งแรงดึงฟิล์ม
- 6.4. ปรับตั้งค่าความเร็วตามที่กำหนด
- 6.5. กดปุ่ม RUN ไฟสีเขียวจะแสดงขึ้นเพื่อเดินเครื่อง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงานขณะทำการผลิต

7.1. ตรวจสอบการเดินเครื่องจักรอย่างใกล้ชิดเนื่องจากอาจมีปัญหาก่อเกิดขึ้นจากฟิล์มพลาสติกหรือเครื่องจักร โดยสิ่งที่ทำการตรวจสอบคือ การเคลือบผิวของฟิล์มพลาสติกหรือกระบวนการโคตติ้ง (Coating) ตรวจสอบการแนบสนิทกันของฟิล์มพลาสติกที่เมื่อมีการปิดประกบกัน หรือการบวนการเคลือบลามิเนต เป็นต้น

7.2. เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นจะทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น เช่น การที่เกิดรอย จะทำการตัดส่วนที่เป็นรอยทิ้ง แล้วทำการปรับเงื่อนไขในเครื่องจักรใหม่

7.3. เมื่อเครื่องจักรดำเนินไปได้ประมาณครึ่งม้วนฟิล์มพลาสติก ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพจะทำการตัดชิ้นส่วนพลาสติกและทำการวัดความหนาของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการปิดประกบ เพื่อให้ทราบว่ามีปริมาณมากเกินไปหรือไม่ คือเมื่อค่าความหนาที่วัดได้หนากว่าความหนาแผ่นพลาสติก 2 แผ่น ที่ติดประกบกันแสดงว่ากาวที่ใช้มากเกินไป ก็จะทำการปรับสูตรความเข้มข้นของกาวหรือปรับตั้ง เงื่อนไขเครื่องจักร

7.4. เมื่อทำการปิดประกบแล้ว จะนำฟิล์มพลาสติกที่ได้ทำการปิดประกบมาทำการเขียนบันทึกข้อมูลที่ได้ เช่น วัน เวลา ผู้ปฏิบัติงาน ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น และรายละเอียดอื่นๆ

7.5. เมื่อเคลือบงานแล้วเสร็จ ให้ปิดเครื่องนำม้วนฟิล์มพลาสติกดังกล่าว เข้าห้องอบเพื่อทำการอบต่ออีกอย่างน้อย 24 – 48 ชั่วโมงก่อนส่งไปยังแผนกถัดไป

8. การควบคุมคุณภาพในการกระบวนการเคลือบดรายลามิเนต

8.1 การตรวจสอบค่าการเกาะติดหรือแรงยึดติด (Bonding)

หน่วยที่ใช้วัด คือ = เปอร์เซนต์ (%) คือ แรงยึดระหว่างกาวและพื้นผิววัสดุ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เมื่อนำไปใช้ในการออกแบบให้การยึดติดมีความแข็งแรง อย่างไรก็ตาม แรงยึดติดไม่ใช่ปัจจัยสำคัญเพียงปัจจัยเดียวในการสร้างแรงยึดติดที่มีประสิทธิภาพ การยึดติดอาจหลุดออกได้หากกาวไม่ได้ยึดติดกับพื้นผิวของวัสดุ

8.2 การตรวจสอบน้ำหนักกาว (Coating Weight) โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก

หน่วยที่ใช้วัด คือ = กรัมต่อตารางเมตร มีวิธีการดังต่อไปนี้

8.2.1. สอดกระดาษซิลิโคน

8.2.2. ตัดตัวอย่างชิ้นงานตำแหน่งที่สอดกระดาษซิลิโคนเพื่อไปวัดน้ำหนักกาว

8.2.3. นำตัวอย่างงานพิมพ์มาทาบให้ตรงกับงานเคลือบกาว แล้วนำมาตัดด้วยแผ่น

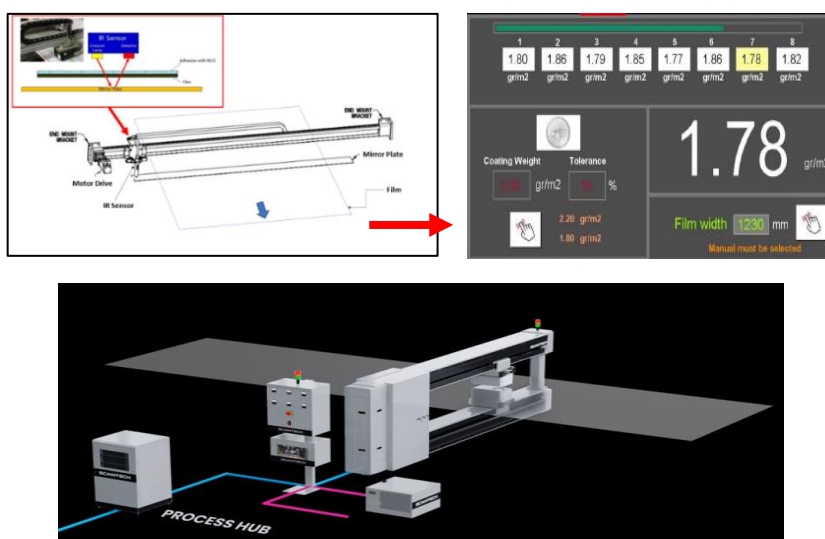
Plate มาตรฐาน ขนาด 10 เซนติเมตร × 10 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น โดยให้มีการเลือกตัดบริเวณที่มีกระดาษซิลิโคนโดยเริ่มจากเส้น Slit เป็นชิ้นแรก

8.2.4 นำตัวอย่างงานพิมพ์ที่ตัดได้มาชั่งน้ำหนัก (A) หน่วยเป็นกรัม หลังจากนั้นแยกกระดาษซิลิโคนออกจากฟิล์มที่เคลือบกาวมาชั่งน้ำหนัก (B) หน่วยเป็นกรัม

8.2.5. คำนวณน้ำหนักกาว = (กาวB – กาวA) × 100 หน่วย = กรัมต่อตารางเมตร
เมื่อน้ำหนักกาวได้ตามมาตรฐานกำหนดจึงเริ่มผลิตงาน

8.3 การตรวจสอบน้ำหนักกาวโดยเครื่องวัดน้ำหนักกาว (Coating Weight Scan)

หน่วยที่ใช้วัด คือ = กรัมต่อตารางเมตร เป็นระบบที่อ่านค่าน้ำหนักกาวที่เคลือบบนฟิล์มแบบเรียลไทม์ โดยที่อุปกรณ์จะถูกติดตั้งอยู่บนเครื่องหลักการทำงานจะมีเทคโนโลยีอินฟราเรด (Infrared) ทำการสแกนแผ่นฟิล์มที่เคลือบกาวแล้วส่งข้อมูลมาสู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ และประมวลผลด้วยระยะเวลาอันรวดเร็ว ข้อดีของระบบนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานทราบทันที และเมื่อเกิดปัญหาน้ำหนักกาวมากกว่าหรือน้อยกว่า มาตรฐานที่กำหนด สามารถแก้ไขและหยุดความเสียหายได้ทันที



ภาพภาคผนวก 2 เครื่องตรวจสอบน้ำหนักกาว

Time Stamp	P1 (gr/m2)	P2(gr/m2)	P3 (gr/m3)	P4 (gr/m2)	P5 (gr/m2)	Speed machine	%Tolerance	Coat weight
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4

ภาพภาคผนวก 3 ตัวอย่างข้อมูลดิบจากเครื่องวัดน้ำหนักทาว

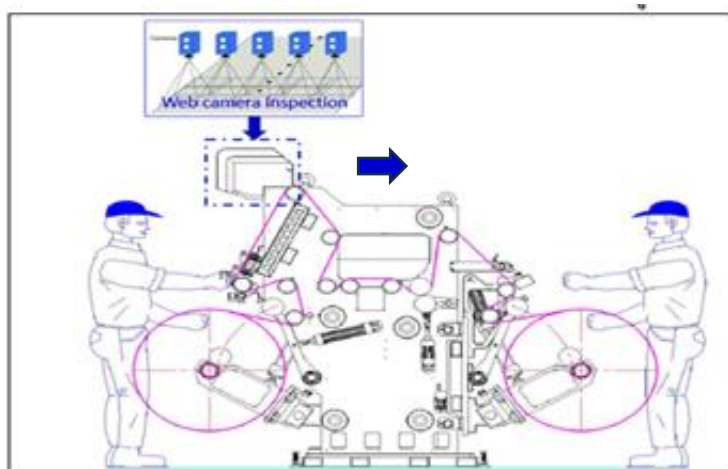
8.4 การตรวจสอบคุณภาพฟิล์มด้วยกล้องตรวจจับของเสีย (Camera Inspection)

หน่วยที่ใช้วัดคือจำนวนของเสีย (Defect) ต่อตารางเมตร หรือ ภาพจำนวนของเสียต่อตารางเมตร (Defect/m²) เป็นระบบกล้องตรวจจับโดยวิธีการใช้งานจะให้เครื่องจดจำภาพถ่ายที่ถูกต้องและมีสภาพสมบูรณ์เรียกว่า “ภาพMaster” แล้วดำเนินการนำม้วนฟิล์มที่เคลือบได้มาวิ่งผ่านเครื่องกรอที่มีกล้องตรวจจับของเสียติดตั้งอยู่ เมื่อกล้องตรวจจับเจอของเสียเครื่องจะถ่ายภาพและเก็บความจำไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยจะระบุตำแหน่งที่พบพร้อมนับจำนวนโดยกล้องมีสัญญาณแจ้งเตือนและมีภาพแสดงในหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบถึงปัญหาของเสียที่พบเพื่อจดบันทึกของเสียที่ระยะเมตรที่ตรวจพบ



127956659

BUU iThesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82



ภาพภาคผนวก 4 เครื่องกรอฟิล์มที่ติดตั้งกล้องตรวจสอบของเสีย



ภาพภาคผนวก 5 ภาพถ่ายฟิล์มที่มีฟองอากาศจากกล้องตรวจจับของเสีย

ตารางภาคผนวก 1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบด้วยเครื่องวัดน้ำหนักกว

Time Stamp	P1 (gr/m2)	P2(gr/m2)	P3 (gr/m3)	P4 (gr/m2)	P5 (gr/m2)	Speed machine	%Tolerance	Coat weight
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:30	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:31	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:32	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:33	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:34	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4
2021.09.28 20:35	3.82	4.08	4.05	4.00	3.98	150	5	4



127956659

BUU 1Thesis 63920363 thesis / recv: 24022568 14:33:42 / seq: 82

ตารางภาคผนวก 2 เอกสารตารางมาตรฐาน (SOP) บันทึกข้อมูลการเดินเครื่องครายลามิเนต

SETTING PARAMETER (STANDARD LAMINATE PROCESS) FGF..... Item Name.....
--

Machine Condition		
Machine Name		Laminate
Parameter	Unit	Set Value
Speed	m/min	
Unwinder Tension 1 (print) (±1)	Bar	
Feed Tension (±1)	Bar	
Feed Roller Pressure (±1)	Mpa	
Coating Roller Pressure (Left/Right) (±1)	Mpa	
Unwinder Tension 2 (sandwich) (±0.5)	Bar	
Rewinder Tension (±10)	N	
Taper Tension (±10)	%	
Nip Laminate Roller (Left/Right) (±1)	kgf/cm ²	
Coating Tension (±5)	N	
Chamber Pressure(±5)	Psi	
Temp. Zone 1 (±5)	°C	
Temp. Zone 2 (±5)	°C	
Temp. Zone 3 (±5)	°C	
Chill Roll (±2)	°C	
Smoothing Roll	On/Off	
Cylinder depth/line	mic/line	
Parameter	Unit	Set Value
Rubber Roll Width	mm	
Layer		
Coating Weight	g/m ²	

หมายเหตุ สามารถปรับเปลี่ยน Condition ในการผลิตตามสภาพของงานและวัตถุดิบ
 ต้องบันทึกข้อมูล Condition ในการผลิตงานทุกๆ ครั้ง

Rev.	Date	Content	Reviewed	Checked	Approved	Signature
01						
02						
03						
04						
05						

ตารางภาคผนวก 3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต (PS)

การทดลอง ครั้งที่	เงื่อนไขการผลิต			จำนวนการผลิตจากการ เคลือบทราย(เมตร)	ข้อเสียที่ได้จากการ ทดลอง(เปอร์เซ็นต์)
	ความเร็วลูกกลิ้ง (รอบ/นาที)	แรงดึงพลาสติก (กิโลกรัม)	อุณหภูมิเตาอบ (องศาเซลเซียส)		
1	100	25	55	3000	4.00%
2	100	35	60	3000	5.20%
3	100	40	65	3000	4.93%
4	120	25	55	3000	0.50%
5	120	35	60	3000	3.07%
6	120	40	65	3000	3.33%
7	150	25	55	3000	4.27%
8	150	35	60	3000	7.33%
9	150	40	65	3000	5.57%
10	100	25	55	3000	3.67%
11	100	35	60	3000	6.53%
12	100	40	65	3000	3.60%
13	120	25	55	3000	1.17%
14	120	35	60	3000	3.00%
15	120	40	65	3000	4.30%
16	150	25	55	3000	11.60%
17	150	35	60	3000	6.67%
18	150	40	65	3000	5.90%
19	100	25	55	3000	4.33%
20	100	35	60	3000	5.53%
21	100	40	65	3000	3.93%
22	120	25	55	3000	0.70%
23	120	35	60	3000	2.00%
24	120	40	65	3000	4.63%
25	150	25	55	3000	10.27%
26	150	35	60	3000	7.00%
27	150	40	65	3000	6.23%