การลดของเสียจากกระบวนการผลิต

ฝนธรรม เจริญสุขรุ่งโรจน์

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การลดของเสียจากกระบวนการผลิต

ฝนธรรม เจริญสุขรุ่งโรจน์

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

DEFECT REDUCTION IN THE MANUFATURING PROCESS

FONTHAM CHAROENSUKRUNGROJ

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF SCIENCE

IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

FACULTY OF LOGISTICS

BURAPHA UNIVERSITY

2020

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ ฝนธรรม เจริญสุขรุ่งโรจน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง)

.....กรรมการ

(ดร.เสาวนิตย์ เลขวัต)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล)

.....คณบดีคณะโลจิสติกส์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ณกร อินทร์พยุง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 7 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564

61920186: สาขาวิชา: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน; วท.ม. (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน)
คำสำคัญ: การลดของเสียในกระบวนการผลิต

ฝนธรรม เจริญสุขรุ่งโรจน์ : การลดของเสียจากกระบวนการผลิต. (DEFECT REDUCTION IN THE MANUFATURING PROCESS) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล, D.Eng. ปี พ.ศ. 2563.

ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต Outer shield ปัจจุบันส่งผลกระทบต่อแผนก Hilex ซึ่งมีผลต่อการไม่บรรลุ KPI (Key performance indicator) ของแผนกเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้เกิดต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการแข่งขันองค์กรกับคู่แข่งทางการตลาดในธุรกิจประเภทเดียวกัน งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและหาแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ลดต้นทุน และพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องมือควบคุมภาพ 7 ชนิด (7 Qc tools) สำหรับการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความรุนแรงของปัญหา ได้แก่ แผ่นตรวจสอบ ผังพาเรโต และแผนผังก้างปลา เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนผลิตมากที่สุดคือ Outer shield part no. 504KH1A จำนวน 250 เส้น ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 6 เดือน เกิดจากกระบวนการผลิต Liner และป้อน Liner เข้าเครื่องจักร Tubular ซึ่งเกิดจากปัญหาการดึง และชิ้นงานถูกกดทับจากกระบวนการผลิต สาเหตุหลักเกิดมาจากปัญหา 2 ประการ คือ 1) เกิดจากวิธีการปฏิบัติงาน 2) เกิดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ขาดการปรับปรุงพัฒนา จากผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่า ของเสียในกระบวนการผลิต Liner ถูกกดทับ จากร้อยละ 100 เหลือร้อยละ 5 และ หัวข้อ Liner ยืดจากร้อยละ 100 เหลือร้อยละ 1 ดังนั้น มูลค่าของเสียก่อนปรับปรุงแก้ไข 12,500 บาท ต่อ 6 เดือน หรือ 25,000 บาทต่อปี หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 350 บาทต่อเดือน

61920186: MAJOR: LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT; M.Sc. (LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT)

KEYWORDS: DEFECT REDUCTION IN PROCESS

FONTHAM CHAROENSUKRUNGROJ : DEFECT REDUCTION IN THE MANUFATURING PROCESS. ADVISORY COMMITTEE: PAIROJ RAOTHANACHONKUN, D.Eng. 2020.

The problem of outer shield defect in the process currently affects the Hilex department, which has a significant impact on the KPI (Key performance indicator) of the department. Because of the high cost of production, it hinders the ability of the organization to compete with its competitors in the same business. This research aims to study and find ways to reduce the quantity of waste, improve the production process, reduce costs and improve the quality of products for customer satisfaction. Tools used in this research include quality control tools; for example, the Pareto diagram and fish born diagram are quality control tools for analyzing the cause of the problem. The results of the analysis are that most of the wastes generated in the production process are 250 pcs of outer shield part no. 504KH1A. The six months data is generated from the liner production process and feeds into the tubular machine, which is caused by pulling and pressing the main cause of the problem, which are 1) operation method 2) machinery and equipment. As a result, it is found that the Liner is deformed from 100% to 5% and stretches from 100% to 1%. Therefore, the current cost before improvement is 12,500 baht per 6 months or 25,000 baht per year. This cost can be reduced to 350 baht.

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความความกรุณาและช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล รวมทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง และ ดร.เสาวนิตย์ เลขวัต ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการ ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ ทำให้ผู้ศึกษาได้รับประสบการณ์ทำการศึกษาเชิงคุณภาพ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ตลอดจนตรวจปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้งานนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้องนักศึกษาคณะโลจิสติกส์ และผู้บริหาร เพื่อน ๆ ในบริษัททุกท่านที่ช่วยเป็นกำลังใจและคอยห่วงใยด้วยดีตลอดมา

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และครอบครัวทุก ๆ คน ที่ได้ให้การสนับสนุนทุกด้านอย่างดีที่สุด และทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สมบูรณ์ได้ด้วยดี

ฝนธรรม เจริญสุขรุ่งโรจน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 2

แผนการดำเนินงาน 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

นิยามคำศัพท์ที่สำคัญ 4

ประเภทของเครื่องจักร และชนิดของพลาสติกที่ใช้ในการผลิต 5

เครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 17

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 23

ศึกษากระบวนการผลิต 23

ศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน 28

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....29
เสนอแนวทางการแก้ไขและการวางแผนการทดลอง.....31
นำไปทดลองใช้.....32
บทที่ 4 ผลดำเนินการศึกษา.....40
ผลการการดำเนินงาน.....40
ผลการดำเนินการแก้ไข.....43
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....45
สรุปผลการศึกษา.....45
ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา.....46
ข้อจำกัดของการศึกษา.....47
ข้อเสนอแนะในการศึกษา.....47
บรรณานุกรม.....48
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....49

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 อุณหภูมิของแม่พิมพ์พลาสติกและอุณหภูมิหลอมเหลวของเม็ดพลาสติก 13
ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ยอมให้มีได้ (คิดตามน้ำหนัก).....14
ตารางที่ 3 ปัญหาที่เกิดขึ้นแต่ละประเภท 28
ตารางที่ 4 การจำกัดขอบเขตของปัญหาที่เกิดขึ้นแต่ละประเภท 29
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ Liner ยืด เสียรูปที่เกิดจาก Bobbin 37
ตารางที่ 6 ผลการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ถูกกดทับ 40
ตารางที่ 7 ผลการการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ยืดเสียรูป 41
ตารางที่ 8 ผลการการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ยืดเสียรูป 42
ตารางที่ 9 สรุปข้อเสีย Liner ถูกกดทับและข้อมูลหลังปรับปรุง 43
ตารางที่ 10 สรุปข้อเสีย Liner ยืดและข้อมูลหลังปรับปรุง 44
ตารางที่ 11 การสรุปผลงานวิจัย Liner ถูกกดทับและ Liner ยืด 45
ตารางที่ 12 ต้นทุนการปรับปรุง 46

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต Outer shield ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2562 1
ภาพที่ 2 แผนการปรับปรุงกระบวนการผลิต 2
ภาพที่ 3 เครื่องจักร Tubular machine 5
ภาพที่ 4 โครงสร้าง Outer shield 6
ภาพที่ 5 เครื่อง Extruder machine 7
ภาพที่ 6 ตัวอย่าง Liner 8
ภาพที่ 7 เม็ดพลาสติกชนิด PP 10
ภาพที่ 8 เม็ดพลาสติกชนิด PE 11
ภาพที่ 9 เม็ดพลาสติกชนิด POM 12
ภาพที่ 10 เครื่องอบเม็ดพลาสติก 14
ภาพที่ 11 หุ้มผิวพลาสติก PP 15
ภาพที่ 12 พื้นที่จริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu) 17
ภาพที่ 13 ชิ้นงานจริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu) 17
ภาพที่ 14 ขบวนการทำงานจริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu) 18
ภาพที่ 15 ขั้นตอนการพันเกลียว 24
ภาพที่ 16 ขั้นตอนการเตรียม Liner มาใส่ Rolling เพื่อป้อนเข้าเครื่อง TUBULAR 25
ภาพที่ 17 ขั้นตอนเตรียมกระสวย (Bobbin) ลวด เข้าเครื่อง TUBULAR 25
ภาพที่ 18 ขั้นตอนของการใส่ลวดที่อยู่ใน (Bobbin) เข้ามาใส่ในตัวเครื่อง 25
ภาพที่ 19 การต่อลวดเข้าหัวหนามเครื่อง TUBULAR เพื่อให้ลวดพันกันเป็นเกลียว 26
ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเคลือบหุ้มผิว 26

ภาพที่ 21 ขั้นตอนการนำลวดเกลียวผ่านกระบวนการเคลือบหุ้มผิว โดยผ่านรางน้ำเย็นเพื่อน็อคสาย ระบายความร้อนเพื่อให้พลาสติกคงสภาพได้รวดเร็ว 27

ภาพที่ 22 ขั้นตอนการนำดึง Outer shield ผ่านเครื่อง Take off เพื่อจัดเก็บ Outer เข้ากล่องเพื่อรอส่งมอบไปยังกระบวนการถัดไป 27

ภาพที่ 23 การวิเคราะห์ประเภทปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟ Pareto.....28

ภาพที่ 24 การจำกัดขอบเขตปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟ Pareto ระบุเป็น Part no. 29

ภาพที่ 25 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา.....30

ภาพที่ 26 ลักษณะการกดทับแบบที่ 1 30

ภาพที่ 27 ลักษณะการกดทับแบบที่ 2 31

ภาพที่ 28 ลักษณะการกดทับแบบที่ 3 เสียหายจากการยืดตัว 31

ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ของ Speed take off 32

ภาพที่ 30 มาตรฐานในการปรับเครื่อง 33

ภาพที่ 31 การออกแบบ Bobbin ในการจัดเก็บ Liner.....34

ภาพที่ 32 การทดลองแบบที่ 1 ผู้ศึกษาทำการทดลองโดยใช้แผ่นไม้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดช่องว่างระหว่าง Liner และ Bobbin 35

ภาพที่ 33 กระบวนการที่ทำให้เกิดของเสีย เครื่อง Shield จะทำงานโดยดึง Liner เข้าไป 35

ภาพที่ 34 การทดลอง การแก้ไข Liner ยืดจากกระบวนการผลิต โดยออกแบบและจัดทำ Bobbin ให้เป็นแกนแนวนอน 36

ภาพที่ 35 อุปกรณ์ป้องกัน Liner ยืด.....36

ภาพที่ 36 การทำงานของเครื่องจักร.....37

ภาพที่ 37 การทำงานของเครื่องจักร.....38

ภาพที่ 38 การทำงานของเครื่องจักร.....39

ภาพที่ 39 การทำงานของเครื่องจักร.....39

ภาพที่ 40 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังการจัดเก็บ Liner ใน Bobbin 41

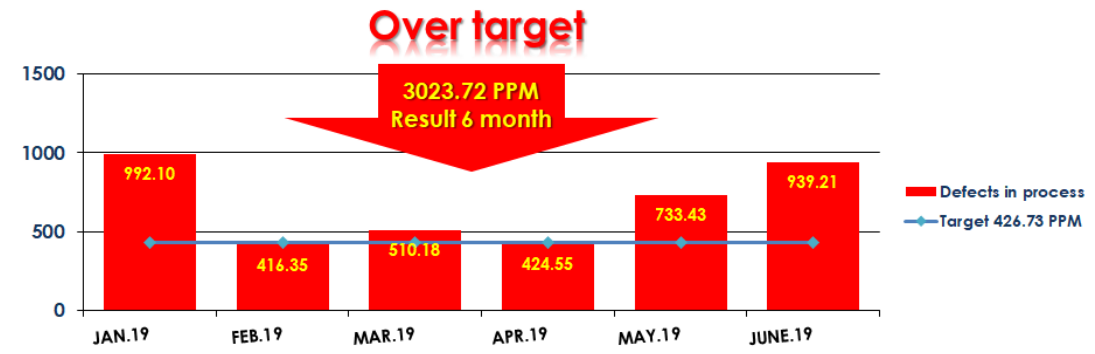
ภาพที่ 41 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังการป้อน Liner เข้าเครื่องจักร 41

ภาพที่ 42 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังกระบวนการจัดเก็บ Liner 42
ภาพที่ 43 รูปเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง 43
ภาพที่ 44 รูปเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง 44

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท A เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ประเภทสายควบคุมรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ให้กับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ชั้นนำ ทั้งในและต่างประเทศ บริษัทฯ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ซึ่งปัจจุบันได้พบว่า เกิดของเสียในกระบวนการผลิต คือ Outer shield ตันและฝืด ซึ่งส่งผลต่อปัญหาด้านคุณภาพและ KPI (Key Performance Indicator) ในการควบคุมของเสียที่เกิดจากการผลิตไม่บรรลุตามเป้าหมาย โดยปัญหาดังกล่าวนี้เกิดขึ้นที่ Line pre-assembly แผนก HILEX ซึ่งเป็นแผนกที่ผลิต Outer shield และส่งมอบให้กับไลน์ Assembly เพื่อประกอบเป็นสาย Cable door lock หรือสายล็อคประตูรถยนต์ จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น ได้ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 ระยะการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 6 เดือน พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 3,023.72 PPM ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายที่บริษัทตั้งไว้ต้องไม่เกิน 427 PPM ดังนั้นจึงได้นำปัญหาดังกล่าวมาศึกษาเพื่อหาวิธี และแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์เป้าหมายตัวชี้วัดตามที่บริษัทฯกำหนดไว้ในหัวข้อ “การลดของเสียในกระบวนการผลิตลง 30% ต่อปี”



ภาพที่ 1 การเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต Outer shield ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2562

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต Outer shield ที่มีลักษณะตันและฝืด
2. เพื่อค้นหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสีย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะในส่วนโรงงานของแผนก HILEX ซึ่งผลิต Outer shield
2. ศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิต Outer shield ที่มีลักษณะตันและฝืด

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการลดของเสีย
2. ได้แนวทางในการขยายผลเพื่อลดของเสียในกระบวนการอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน

แผนการดำเนินงาน

แผนการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต Outer shield

No	รายการ	ผู้รับผิดชอบ	Aug.19				Sep.19				Oct.19				Nov.19				Dec.19				Jan.20			
			w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15	w16	w17	w18	w19	w20	w21	w22	w23	w24
1	สำรวจภาพปัจจุบัน	K.Nanthanuch																								
	คัดเลือกหัวข้อเรื่อง	K.Nanthanuch																								
	วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน	K.Nanthanuch																								
2	ตั้งเป้าหมายของการทำงาน	K.Anuchat																								
3	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	K.Anuchat																								
4	ดำเนินงานวิจัย	K.Anuchat																								
5	ผลดำเนินงานวิจัย	K.Anuchat																								
6	สรุปผลงานวิจัย	K.Anuchat																								

Plan
Actual
Overdue

ภาพที่ 2 แผนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. Outer shield คือ ลวดพันเกลียวทำด้วยเหล็กหุ้มด้วยพลาสติก
2. Liner คือ หลอดหรือท่ออ่อนพลาสติกที่อยู่ด้านในของ Outer shield
3. Inner คือ ลวดสำหรับพันเกลียว
4. Cable door lock คือ ประเภทของสายเคเบิลที่ทำหน้าที่ล็อคประตูรถยนต์
5. Tubular machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่พันลวดให้เป็นเกลียว
6. Take off machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่ดึงลวดเกลียวไปเก็บใน Bobbin
7. Extruder machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่หุ้มหรือเคลือบพลาสติก
8. Bobbin คือ อุปกรณ์ที่ไว้สำหรับจัดเก็บ Liner
9. Wire คือ ลวด
10. Assembly line คือ ไลน์ประกอบสายเคเบิล
11. Coating process คือ กระบวนการหุ้มผิวด้วยพลาสติก Outer shield

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 แล้วว่าการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นการการผลิต Outer shield ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตโดยผู้ศึกษาได้มีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหา Outer shield ตันและฝืด อันเกิดจากกระบวนการผลิตดังกล่าว ดังนั้น ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. นิยามคำศัพท์ที่สำคัญ
2. ประเภทของเครื่องจักร และชนิดของพลาสติกที่ใช้ในการผลิต
3. เครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

นิยามคำศัพท์ที่สำคัญ

1. Outer Shield คือ โครงสร้างมีลักษณะคล้ายปลอกหรือท่อ
2. Liner คือ ท่อหรือหลอดพลาสติก
3. Wire คือ ลวดพันเกลียว
4. Cable door lock คือ ประเภทของสายเคเบิลที่ทำหน้าที่ล็อคประตูรถยนต์
5. Extruder machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่ผลิต Liner
6. Take off machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่จัดเก็บ Liner ให้เป็นม้วน
7. Tubular machine คือ เครื่องจักรที่ทำหน้าที่ผลิต Outer shield
8. Stand machine คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บลวด Shield หลังจากที่เครื่อง Tubular ผลิต Outer shield
9. Bobbin คือ อุปกรณ์ที่ไว้สำหรับจัดเก็บ Liner
10. Assembly line คือ ไลน์ประกอบสายเคเบิล
11. Coating process คือ กระบวนการหุ้มผิวด้วยพลาสติก Outer shield

ประเภทของเครื่องจักร และชนิดของพลาสติกที่ใช้ในการผลิต

Tubular machine

บริษัท A ได้ทำการใช้ Tubular machine ในการผลิต Outer shield จำนวนหลาย Model และส่งเข้าไลน์ประกอบ เพื่อผลิตสายเคเบิล แล้วส่งขายให้กับผู้ผลิตรถยนต์

หน้าที่ของเครื่องจักรชนิดนี้มีไว้สำหรับพันลวดหลาย ๆ เส้นเข้าด้วยกัน โดยมี “อุปกรณ์หัวหนาม” เป็นอุปกรณ์เรียงลวดแต่ละเส้นเข้า Jig เพื่อรวบรวมลวดแต่ละเส้นให้รวมกันเป็นเส้นเดียวกันโดยลวดเหล่านี้จะพันเกลียวรอบไลน์เนอร์ (Liner) หลังจากกนั้นลวดที่พันเกลียวสมบูรณ์จะถูกดึงไปเก็บใน บอบบิน (Bobbin) เพื่อเตรียมส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป

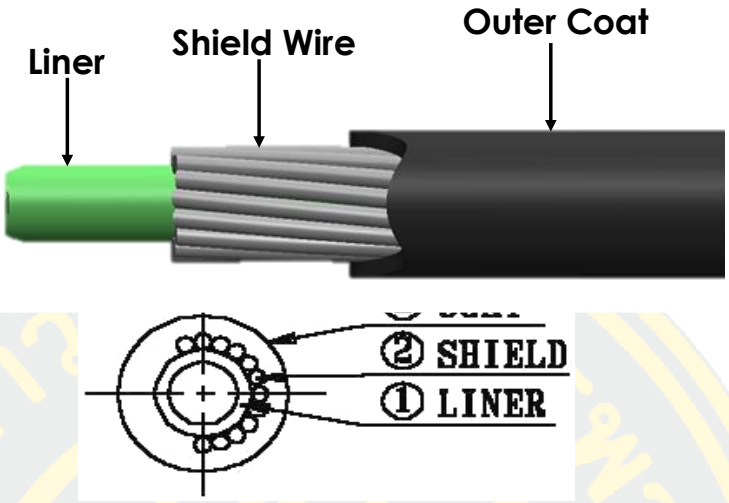
โครงสร้างของเครื่อง

1. ช่องใส่ลวดแต่ละ Bobbin
2. ช่องสำหรับลำเรียงไลน์เนอร์
3. หัวหนาม
4. Jig ควบคุม OD Outer
5. ลูกดัด ใช้ควบคุมให้ลวดแน่นตัว
6. Bobbin สำหรับเก็บลวดเพื่อรอไปผลิตในกระบวนการหุ้ม (Coating)

ดังภาพประกอบที่ 3

ภาพที่ 3 เครื่องจักร Tubular machine

Outer shield คือ โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายปลอกหรือท่อที่อ่อนงอได้ มีสีดำ ทำหน้าที่เป็นเสมือนโครงสร้างหลักของสายเคเบิล ซึ่งมีวัสดุทั้ง 3 ประเภทอยู่ด้วยกัน คือ Liner shield coat ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้าง Outer shield

ประเภทของลวดสปริง

1. Hard drawn steel wire หรือชื่อทางวิศวกรรม เรียกลวดดึงแข็ง Hard drawn steel wire แบ่งเป็น 3 เกรด คือ SWA, SWB, SWC (Galvanized & Un Galvanized) เป็นลวดเหล็กที่ผลิตด้วยกระบวนการรีดเย็น โดยใช้ Wire rod ที่มีส่วนผสมของคาร์บอนประมาณ 0.40%-0.80% ที่เหมาะกับการใช้ผลิตสปริงที่นอน สปริงเบาะรถยนต์ ซี่ล้อรถจักรยาน ก้านร่ม ปลอกสายเคเบิ้ล เป็นต้น

2. Music wire คือ SWPA (Galvanized & Un Galvanized) ลวด Music wire ผลิตจากกระบวนการรีดเย็น และการเคลือบผิวแบบพิเศษ โดยใช้ Wire rod ที่มีส่วนผสมคาร์บอน ประมาณ 0.90% จึงนำมาใช้ในการผลิต เครื่องดนตรี เปียโน

3. Piano wire: Wire คือ SWPB (Galvanized & Un Galvanized) ลวด Piano wire ผลิตจากกระบวนการรีดเย็น โดยใช้ Wire rod ที่มีส่วนผสมคาร์บอน ประมาณ 0.60% -0.90% ด้วยคุณภาพที่ดีนี้ Piano wire จึงนำมาใช้ในการผลิตสปริงเครื่องจักรที่ต้องใช้ความแม่นยำสูง เครื่องมือสื่อสารอิเล็คทรอนิคส์ สปริงในเครื่องยนต์ อาทิ สปริงวาวล์ สปริงเบรค สปริงคลัชท์ และสปริงในคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น เป็นต้น

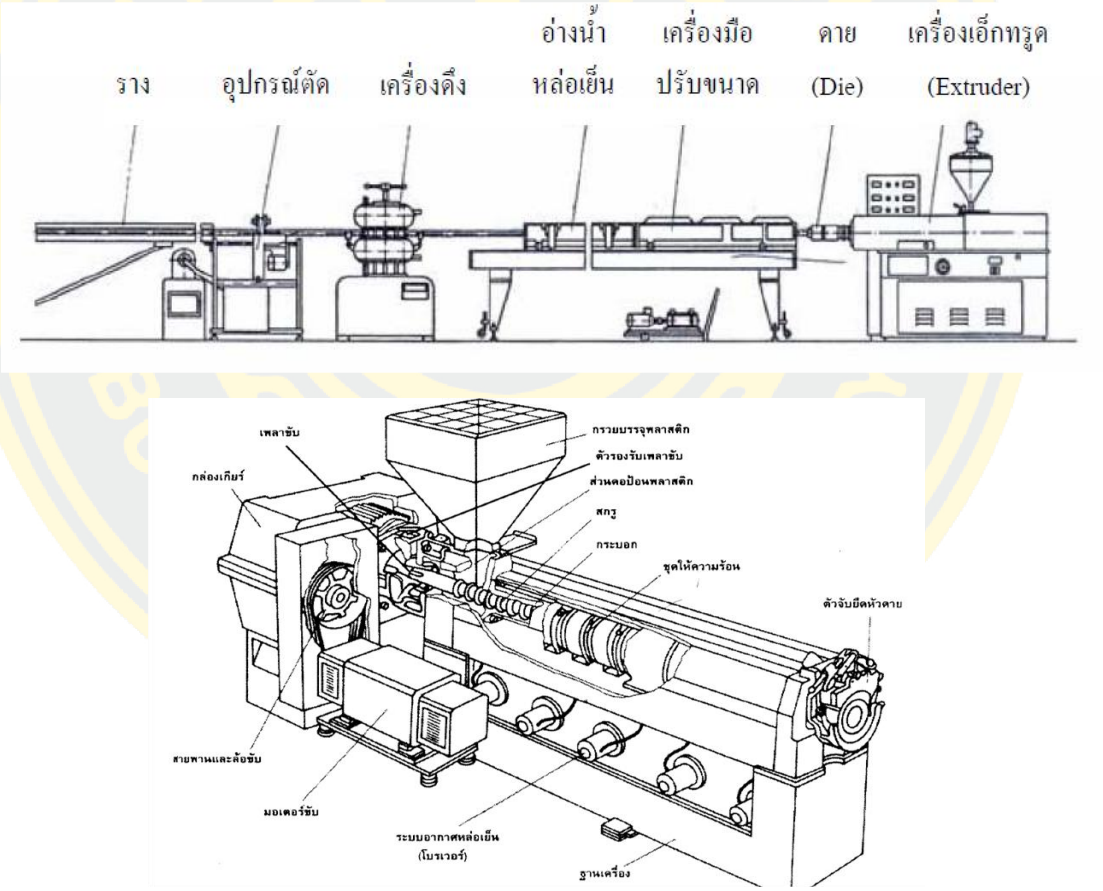
4. Oil tempered wire เป็นลวดเหล็กที่มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อความร้อน และทนทานต่อการใช้งาน รวมถึงการขึ้นรูปได้ดีเหมาะกับงานที่ต้องรับแรงโหลดเป็นประจำ เช่น สปริงวาวล์ สปริงโช้ค สปริงเครื่องจักร สปริงประตูโรงรถ เป็นต้น อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ยานยนต์ และเครื่องจักร

5. Flat & Shape wire มี 3 ชนิด คือ Flat wire, Simple shaped wire, Complex shaped wire

Extruder machine

บริษัท A ได้ทำการใช้ Extruder machine ในการผลิต Liner เพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการการผลิต Outer shield ซึ่ง Outer ทุก Part number ต้องใช้ Liner เป็นส่วนประกอบทุกรายการ

เครื่องเอ็กทรูด (Extruder) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปพลาสติกมักจะใช้เครื่องเอ็กทรูดแบบสกรูเดี่ยว (Single screw extruder) และสกรูคู่ (Twin screw extruder) มากที่สุด แต่ในงานวิจัยนี้จะแสดงลักษณะของเครื่องเอ็กทรูดแบบสกรูเดี่ยวเท่านั้น เนื่องจากเป็นเครื่องที่นำมาใช้ในการทดลองปฏิบัติจริง ส่วนประกอบของเครื่องเอ็กทรูดแบบสกรูเดี่ยว ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพที่ 5 เครื่อง Extruder machine

ดายของเครื่องเอ็กทรูด (Extrusion dies)

ดาย (Die) ของเครื่องเอ็กทรูดเป็นส่วนที่ยึดติดกับส่วนปลายของกระบอก (Barrel) ต่อจากแผ่นเบรกเกอร์และตะแกรงกรอง ดายทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลาสติกเหลวให้มีรูปร่างตามลักษณะของหัวดาย โดยทั่วไปดายของเครื่องเอ็กทรูดจะมีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปร่างของชิ้นงานที่ทำการเอ็กทรูดในการผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นโพรไฟล์ จะใช้ดายที่มีรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับรูปร่างของโพรไฟล์ชนิดนั้น ๆ

ตัวอย่าง Liner คือ ท่ออ่อนพลาสติกที่อยู่ด้านในของ Outer shield มีหน้าที่หล่อลื่น และป้องกันการเสียดสีระหว่าง Inner กับ Outer โดยตรงซึ่งวัตถุดิบที่นำมาผลิต Liner หลัก ๆ คือ พลาสติกชนิดต่าง ๆ เช่น PP PE POM เป็นต้น

ภาพที่ 6 ตัวอย่าง Liner

ชนิดของพลาสติกที่ใช้ในการผลิต

เม็ดพลาสติก เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ วัสดุก่อสร้าง

ปัจจุบันตลาดเม็ดพลาสติกภายในประเทศ โดยภาพรวมมีการแข่งขันสูง เนื่องจากมีผู้ประกอบธุรกิจหลายราย ทั้งผู้ผลิตในประเทศ และผู้นำเข้าเม็ดพลาสติกจากต่างประเทศโดยมีสัดส่วนการจำหน่ายอยู่ในตลาดกรุงเทพและปริมณฑล ประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือร้อยละ 20 เป็นตลาดภูมิภาคเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 58 ผลิต เพื่อใช้ในประเทศที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 42 ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยมีตลาดส่งออกสำคัญ คือ จีน ฮ่องกง อินเดีย มาเลเซีย และเวียดนาม

ชนิดเม็ดพลาสติกที่จำหน่ายในตลาดมีประมาณ 140 ชนิด แต่เม็ดพลาสติกสำคัญที่มีการใช้กันมากในปัจจุบันมี 5 ชนิด ได้แก่ เม็ดพลาสติก PE PP PS PVC ABS แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติพลาสติกเพื่อนำมาใช้งานให้เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. พลาสติกคืนรูป (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่สามารถหลอมกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ทนความร้อนได้ในอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก พลาสติกประเภทนี้มีหลายชนิด เช่น

- PE (Polyethylene) นำมาใช้ทำ ฟิล์ม ถุงเย็น ถุงใส่อาหารแช่แข็ง ขวด หลอด และบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการความยืดหยุ่น

- PP (Polypropylene) นำมาใช้ทำถุงร้อนบรรจุอาหาร เปลือกของแบตเตอรี่ ถังพลาสติก แผงหน้าปัด เชือกและของเด็กเล่น ภาชนะใส่อาหาร ชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

- PVC (Poly Vinyl Choloride) นำมาใช้ทำท่อน้ำ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า สายเคเบิ้ล รองเท้า และหนังเทียม

- ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene Resin) นำมาใช้ทำหมวกกันน็อค ชิ้นส่วนรถยนต์ และจักรยานยนต์

2. พลาสติกคงรูป (Thermosetting) เป็นพลาสติกที่ไม่สามารถนำมาหล่อหลอมได้ใหม่ ทนความร้อนได้ในอุณหภูมิสูง พลาสติกประเภทนี้มีหลายชนิด เช่น

- โพลีเอสเตอร์ นำมาใช้ทำไฟเบอร์กลาส กระดุม ฉนวนไฟฟ้า และวัสดุเคลือบผิว

- เมลามีน นำมาใช้ทำเครื่องใช้ในครัว อุปกรณ์ เครื่องมือ จาน ชาม และเก้าอี้

- ไครลิก ไฟเบอร์ นำมาใช้ทำ เสื้อถักไหมพรม ผ้าห่ม และถุงเท้า

ภาพที่ 7 เม็ดพลาสติกชนิด PP

1. พลาสติก PP หรือชื่อเต็มว่า โพลิโพรพิลีน เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก หรือพลาสติกที่สามารถขึ้นรูปโดยใช้ความร้อนได้หลายครั้ง พลาสติก PP เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทที่มีน้ำหนักเบาที่สุด ส่วนมากจะนิยมนำมาทำบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหาร พลาสติก PP ยังได้รับการจำแนกชนิดของพลาสติก ว่าเป็นพลาสติกประเภทที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้

คุณสมบัติของพลาสติก PP

1. ในกรณีที่ไม่ได้ผสมสี พลาสติก PP จะมีลักษณะขาวขุ่น ไม่ทึบแสง แต่ก็ไม่ใส
2. ทนต่อแรงกระแทกและรอยขีดข่วนได้ดี
3. มีความคงตัวไม่เสียรูปง่าย มีความแข็งแรง
4. มีจุดหลอมตัวที่ 165 องศาเซลเซียส
5. สามารถทนต่อความร้อนได้สูง
6. สามารถทนต่อการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาได้
7. ทนทานต่อสารเคมี ซึ่งรวมถึงน้ำมันชนิดต่าง ๆ ด้วย

ภาพที่ 8 เม็ดพลาสติกชนิด PE

2. Polyethylen หรือพลาสติก PE ผลิตจากเม็ดพลาสติกโพลีเอททีลีนเรซินความหนาแน่นต่ำชนิดใหม่ ที่ผลิตโดยใช้กระบวนการความดันต่ำ ทำให้ได้เม็ดพลาสติกที่มีคุณภาพสูง ความสามารถยืดตัวได้มากกว่าพลาสติกใสทั่วไป ทนต่อแสงแดดกับแรงเสียดทานได้ดีกว่า และเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับใช้ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่มีคุณภาพสูงทางบริษัทฯ ทำให้ได้พลาสติกที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าพลาสติกทั่วไป

คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติก PE

1. แผ่นพลาสติกอ่อนทำจากโพลีเอททีลีนเรซิน
2. เป็นแผ่นพลาสติกอ่อนสีใส หรือสีดำ
3. แผ่นพลาสติกอ่อน จะไม่เกาะติดกันเมื่อบรรจุเป็นม้วน
4. ขนาดความกว้างตั้งแต่ 0.80 เมตร ถึง 6 เมตร
5. มีขนาดความหนาตั้งแต่ 0.03 มิลลิเมตร ถึง 0.60 มิลลิเมตร (30 ไมครอน-600 ไมครอน)

ลักษณะงาน

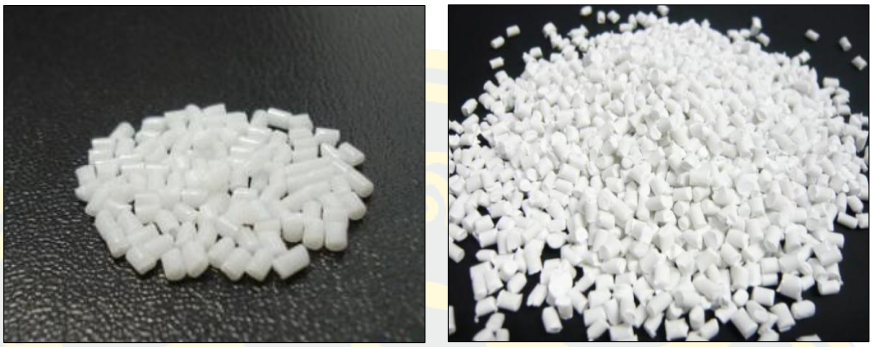
1. ใช้รองพื้นก่อนเทคอนกรีต
2. ป้องกันน้ำปูนไหลซึมลงในดินก่อนการแข็งตัวของคอนกรีต
3. ป้องกันความชื้น และความเค็มจากพื้นดิน
4. ความหนาขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และลักษณะพื้นที่การใช้งาน

ลักษณะเด่นของแผ่นพลาสติกที่ผลิตจากเม็ดพลาสติก PE

1. คุณสมบัติเชิงกลดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้านแรงเจาะทะลุ ความต้านแรงกระแทก ความยืดตัว
2. สามารถทำได้บาง
3. มีความเหนียวสูง

4. มีความทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรดและด่างได้ดี

5. ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี



ภาพที่ 9 เม็ดพลาสติกชนิด POM

3. โพลิออกซิเมทิลีน (Polyoxymethylene: POM) มีลักษณะทางกายภาพเป็นวัตถุทึบแสง สีขุ่นมัวคล้ายน้ำนม มีค่า Tensile strength และ Stiffness ที่สูงมาก และมีความแข็ง ลื่น มีสปริงทนต่อการเสียดสี และยืดหยุ่นได้ดีในอุณหภูมิที่สูงและต่ำ ซึ่งเป็นปมเด่นของการคงสภาพรูปทรงที่ดี (Dimensional stability) เหมาะอย่างยิ่งที่จะนำไปทดแทนเหล็ก โดยเฉพาะส่วนประกอบของเกียร์ ฟันเฟือง ซึ่งมักจะทำจากโลหะ โดยมีข้อเสียที่มีน้ำหนักมาก เสียงดัง และต้องการหล่อลื่นด้วยน้ำมัน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการเปรอะเปื้อน และง่ายต่อการสึกกร่อน

คุณสมบัติของ POM

1. มีน้ำหนักเบา และเหนียว
2. มีความแข็ง และไม่เปลี่ยนรูปง่าย เหมาะสำหรับการกลึงงาน หรือใช้งานกับเครื่องจักร
3. ทนแรงกดแรงเสียดสีได้ดี
4. การดูดความชื้นต่ำ
5. เป็นฉนวนไฟฟ้า
6. ทนความร้อนสูง
7. มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ ประมาณ 140 องศาเซลเซียส
8. สามารถใช้งานตามมาตรฐานในระดับความร้อนประมาณ 110 องศาเซลเซียส

ลักษณะการใช้งาน POM

1. ใช้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนของเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบท่อ และอุตสาหกรรมอาหารและยา

การฉีดพลาสติก

เม็ดพลาสติกเมื่อเข้าสู่กระบวนการฉีดพลาสติกจะผ่านการให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เม็ดพลาสติกจะหลอมเหลว ซึ่งเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดจะใช้อุณหภูมิแตกต่างกันไป อุณหภูมิของน้ำพลาสติกและแม่พิมพ์พลาสติกที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จะใช้กับเทอร์โมพลาสติกเกรดสำหรับฉีดทุกชนิด (ยกเว้นชิ้นงานพิเศษ) โดยทั่วไปอุณหภูมิสำหรับเกรดพลาสติกที่ไหลได้ง่าย จะอยู่ในช่วงที่เป็นค่าต่ำ และพลาสติกเกรดที่ไหลได้ยาก จะใช้อุณหภูมิในช่วงที่เป็นค่าสูง พลาสติกที่อยู่ในกระบอกหลอมเหลวเป็นเวลานาน อันเนื่องจากรอบการฉีดนานเกินไป หรือปริมาตรในการฉีดแต่ละครั้งน้อยกว่าที่หลอมได้นั้น จะต้องลดอุณหภูมิน้ำพลาสติกลง เพื่อป้องกันการเสื่อมของพลาสติกเนื่องจากความร้อน

ตารางที่ 1 อุณหภูมิของแม่พิมพ์พลาสติกและอุณหภูมิหลอมเหลวของเม็ดพลาสติก

Thermoplastic	Mold temperature (Degree celsius)	Melt temperature (Degree celsius)
ABS	60-80	220 – 260
ABS+PC	70-100	240 – 280
PA6	70-90	240 – 270
PA66	70-90	260 – 290
PA6+30%GF	80-120	260 – 280
PA66+30%GF	80-120	270 – 300
PAR	80-120	320 – 360
PBTB	80-100	250 – 260
PBTB	80-100	250 – 270
PBT+30%GF	80-100	250 – 270
PC	80-100	280 – 320
PC+35-45%GF	80-130	310 – 330
PET	130-140	260 – 280
PPS	140-170	320 – 360

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ยอมให้มีได้ (คิดตามน้ำหนัก)

ชนิดของเทอร์โมพลาสติก	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ยอมให้มีได้ (คิดตามน้ำหนัก)
PAR	0.02
PC+ABS	0.05
PA	0.1
PC+PBT	0.02
PC	0.02
ABS	0.2
PET	0.03
PBT	0.04

ภาพที่ 10 เครื่องอบเม็ดพลาสติก

เนื่องจากการฉีดพลาสติก ขณะที่เม็ดพลาสติกมีความชื้นอยู่จะส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานในแง่ของความสวยงามของผิวงาน และความแข็งแรงของชิ้นงาน โดยส่วนใหญ่เม็ดพลาสติกที่ซื้อจากแหล่งวัตถุดิบ ไม่ว่าจะเป็นเม็ดพลาสติกใหม่หรือเม็ดพลาสติกเกรด B หรือเม็ดพลาสติกรีไซเคิลจะมีความชื้นปะปนอยู่ไม่มากก็น้อย รวมถึงชนิดของเม็ดพลาสติกที่มีความสามารถในการดูดซับความชื้นอยู่ได้ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน การแก้ปัญหาในกรณีนี้ จะทำการอบเม็ดพลาสติกก่อนเข้าเครื่องฉีดด้วยเครื่องอบเฉพาะ

ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นในงานฉีดพลาสติก

1. ความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลวพลาสติก ถ้าไม่มีความร้อนความชื้นก็ไม่สามารถออกจากเม็ดพลาสติกได้ นั้นก็คือ ความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลวพลาสติกมีผลต่อปริมาณความชื้นที่ออกมา

2. จุดน้ำค้าง คือ อุณหภูมิที่ความชื้นในอากาศขนาดนั้นจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ถ้าจุดน้ำค้างต่ำจะส่งผลให้โมเลกุลความชื้นเกาะพื้นผิวของเม็ดพลาสติกมากขึ้น

3. เวลาที่ใช้ในการอบเม็ดพลาสติก เม็ดพลาสติกที่ถูกอบจะไม่แห้งในทันที ช่วงแรกจะต้องให้ความร้อนเพื่อให้โมเลกุลของน้ำเคลื่อนไหวอิสระ และต้องใช้เวลาพอสมควร เพื่อให้ความชื้นออกจากเม็ดพลาสติก

4. การเป่าลม ลมเป็นตัวแปรสำคัญเนื่องจากเป็นตัวพาความร้อนหรือลมร้อนแห้งผ่านเม็ดพลาสติก เพื่อไล่ความชื้นออกในกรณีของเม็ดพลาสติกชนิดที่ไม่ดูดความชื้น ต้องบังคับทิศทางลมร้อน จากล่างขึ้นบนและผ่านพื้นที่ผิวของเม็ดพลาสติกให้มากที่สุดเพื่อลดความชื้นบริเวณพื้นผิว ซึ่งเป็นความชื้นส่วนใหญ่ที่เกิดกับเม็ดพลาสติกที่ไม่ดูดความชื้น สำหรับเม็ดพลาสติกที่ดูดความชื้นต้องทำลมร้อนให้มีจุดน้ำค้างต่ำกว่าเม็ดพลาสติกเพื่อทำให้โมเลกุลของความชื้นหลุดออกจากโซ่โพลิเมอร์ ขึ้นมาที่พื้นผิวของเม็ดพลาสติกและอาศัยลมร้อนดึงความชื้นออกไป

ภาพที่ 11 หุ้มผิวพลาสติก PP

ประเภทของการผลิต

ประเภทของการผลิตแบ่งตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

1. การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Made-to-order) เป็นการผลิตตามความต้องการของลูกค้าแต่ละราย การเตรียมการผลิตและวัตถุดิบที่ต้องการจะใช้ตลอดจนกระบวนการผลิต จึงไม่สามารถคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ ทำการผลิตที่ลูกค้าต้องการได้

2. การผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Made-to-stock) เป็นการผลิตตามแบบเดียวกัน รุ่นเดียว ประเภทเดียวกัน ตามความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายส่วนใหญ่ การจัดหาวัตถุดิบ และการเตรียมกระบวนการผลิตสามารถทำได้ล่วงหน้าไว้แล้ว

3. การผลิตเพื่อรอคำสั่งซื้อ (Assembly-to-order) เป็นการผลิตชิ้นส่วนที่จะรอประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูปไว้หลายชนิด ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านั้นจะมีลักษณะแยกออกเป็นส่วน รอคำสั่งซื้อมาประกอบ หรือรอส่งจำหน่ายต่อไป

4. การผลิตแบบโครงการ (Project manufacturing) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ราคาแพง ซึ่งจะถูกกำหนดเป็นโครงการที่ชัดเจนมีแผนการดำเนินงานโดยมีผู้รับผิดชอบที่ชัดเจนเช่นกัน ดังนั้นโครงการที่เป็น Project นั้นจะมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป ตามลักษณะงานแต่อย่างเป็นต้น

5. การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job shop หรือ Intermit ten production) เป็นการผลิตแบบไม่สม่ำเสมอ หรือผลิตตามคำสั่งลูกค้า (Order manufacturing) เป็นการผลิต ที่วัตถุดิบไม่เลื่อนไหลไปตามสายการผลิต จะผลิตเป็นช่วง ๆ หรือเป็นตอน ถ้าครบกิจกรรมการผลิตก็จะได้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปขึ้นมา เช่น การกลึงชิ้นงาน งานผลิต งานก่อสร้าง การผลิตโต๊ะ เก้าอี้ การผลิตระบบนี้ มีจุดพักงานหลายจุด และในการผลิตแบบนี้ ผู้ผลิตจะต้องกำหนดวิธีการขนย้ายวัสดุให้เหมาะสม จึงจะทำให้การผลิต มีประสิทธิภาพ การผลิตแบบช่วงตอน ที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ ผู้ผลิตจะต้องกำหนดแนวทาง การวางผังโรงงาน ผังโรงงาน ที่เหมาะกับการผลิตแบบช่วงตอนนี้ คือ การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต (Process layout)

6. การผลิตแบบกลุ่ม (Batch production) การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง คือ จัดเครื่องจักรตามหน้าที่การใช้งานเป็นสถานีแล้วงานจะให้ชิ้นงานไหลผ่านไปแต่ละสถานีตามลำดับรวมถึงขั้นตอนของงานในแต่ละกระบวนการ

7. การผลิตแบบไหลผ่าน หรือการผลิตตามสายการประกอบ หรือการผลิตแบบซ้ำ (Line-flow หรือ Assembly หรือ Repetitive production) คือ การผลิตแบบแยกชนิดของผลิตภัณฑ์ในแต่ละเครื่องจักรมักไม่ใช้เครื่องจักรที่ใช้ผลิตร่วมกับกระบวนการอื่น ๆ เมื่อทำการผลิตชิ้นงานออกมาเรียบร้อยจะทำการเก็บไว้รอนำไปใช้ยังกระบวนการอื่น ๆ ต่อไปหรือรอจัดจำหน่ายไปยังลูกค้า

8. การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process หรือ Continuous flow production) เป็นการผลิตต่อเนื่องโดยชิ้นงานจะผ่านกระบวนการผลิตตามลำดับของการจัดกระบวนการผลิตไว้ตั้งแต่เริ่มโมเดลในการผลิตชิ้นงานหรือเป็นกระบวนการที่ผลิตชิ้นงานครั้งละหนึ่งต่อหนึ่งจนจบกระบวนการและรอส่งมอบไปยังลูกค้าต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการ 5 G

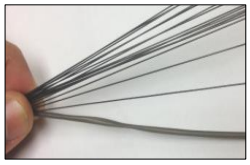
เป็นคำศัพท์ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายสาขาของอุตสาหกรรมการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการควบคุมกระบวนการผลิตหลักการ 3 G มาจากศัพท์ 3 คำในภาษาญี่ปุ่น โดยมีความหมายวาไปพื้นที่จริง (Genba) ไปดูของจริง (Genbutsu) และสถานการณ์ที่จริง (Genjitsu) จากการนำเอาหลักการของ 5 G ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นซึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่จริง ของจริง และประสบการณ์จริงมารวมกับสิ่งที่ควรเป็นมาตรฐานในการตัดสินใจอีก 2 ประการ มาเพิ่มเติมเข้าไปนั้นคือ หลักการทางทฤษฎี และระเบียบกฎเกณฑ์ ทำให้เกิดหลักการ 5 G ขึ้นมา ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงทำการลงพื้นที่จริงเพื่อการศึกษาสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้น

Genba (สถานที่จริง)

1. กระบวนการ Shield Outer	2. กระบวนการ Coating Plastic	3. กระบวนการ Extrude liner

ภาพที่ 12 พื้นที่จริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu)

Genbutsu (ชิ้นงานจริง) และ Genjitsu (สถานการณ์ที่จริง)

1. Bobbin ม้วนเก็บ Liner แบนเสียรูป	2. Liner ถูกจัดเก็บวางทับกัน
3. Liner แบน	4. Bobbin หมุนจ่าย Liner วางแนวแกนตั้ง
	

ภาพที่ 13 ชิ้นงานจริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu)

Genri (มาตรฐานการผลิตหรือวิธีการตรวจสอบ)

**ไม่สามารถใส่ Inner ได้ที่ Assembly line process

Gensoku (ข้อจำกัด หรือข้อตกลงในการผลิตหรือตรวจสอบ)

** ตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัด Push-pull (Standard 0.2 kgf) พบ Outer ตันและฝืด

ภาพที่ 14 ขบวนการทำงานจริง (Genba) ของจริง (Genbutsu) สถานที่จริง (Genjitsu)

ความสูญเปล่า 7 ประการ

ความสูญเสียสูญเปล่าในโรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่มากมายและแฝงตัวในทุกกระบวนการการผลิตซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิต และต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นเกินกว่าที่ควรจะเป็น บางครั้งในสายการผลิตเกิดความล้าช้า เกิดมีของเสียและผลิตภัณฑ์หมดอายุ ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไข (Rework) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่ได้ส่งสินค้าไปให้ลูกค้าแล้วเกิดการปฏิเสธการรับผลิตภัณฑ์เนื่องจากปัญหาผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากมาย การเตรียมพร้อมในการพัฒนางานให้ดีขึ้นอย่างมีคุณภาพ ลดความสูญเสียความสูญเปล่าให้มากที่สุด และป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น จะดีกว่าการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาที่ปัญหานั้นได้เกิดขึ้นมาแล้ว ด้วยเหตุนี้ในการปฏิบัติงานเราต้องทราบว่าในกระบวนการผลิตมีความสูญเสียใดเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีจะเป็นอย่างไรมีผลกระทบมากแค่ไหนและจะดำเนินการอย่างไรเพื่อขจัดความสูญเปล่านั้นให้หมดไป

ความสูญเปล่าในโรงงานอุตสาหกรรม ในโรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับอุสาหกรรมที่มีความหลากหลายในการผลิต ซึ่งความสูญเปล่าเหล่านี้เป็นต้นทุนแฝงที่ไม่ควรให้เกิดขึ้น ดังนั้นจึงจำแนกความสูญเปล่าได้ดังต่อไปนี้

1. ผลิตที่มากเกินไป (Over production)

2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary stock)

3. การขนส่ง (Transportation)

4. การผลิตของเสีย/ การแก้ไขงานเสีย (Defect/ rework)

5. การผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non-effective process)

6. การรอคอย (Delay/ idle time)

7. การเคลื่อนไหว (Motion)

5W1H

จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูล และหาแนวทางการปรับปรุงการทำงานให้เหมาะสม โดยใช้หลักการต่าง ๆ เช่น หลักการ 5W1H (What? When? Where? Who? Why? How?)

ECRS

ในการปรับปรุงงาน โดยที่

E (Eliminate) คือ การตัดขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นออกไป

C (Combine) คือ การรวมขั้นตอนงานที่ใกล้เคียงเข้าด้วยกัน เพื่อลดกระบวนการ เวลา หรือแรงงาน

R (Re-arrange) คือ การจัดลำดับงานให้มีความเหมาะสม ทำให้การทำงานง่ายขึ้น

S (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่าย

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด หรือ 7 Quality control tools

ถือเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) คือแผนภูมิแบบหนึ่งที่นำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ชื่อแผนภูมิมีที่มาจากชื่อของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียนชื่อ Vilfredo Federico Damaso Pareto ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการนี้นั่นเอง

2. ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังนี้มาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. กราฟ (Graph) คือ แผนภาพประเภทใดประเภทหนึ่งที่เป็นการนำเสนอข้อมูลเป็นรูปภาพแทนคำบรรยาย โดยมีเป้าหมายหลักคือ ต้องทำให้ผู้ที่ดูกราฟสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด

4. ใบตรวจสอบ (Check sheet) หรือที่นิยมเรียกกันว่า Check sheet เป็นแผ่นงานที่ได้ออกแบบมาอย่างเฉพาะเจาะจงต่องานนั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลสำคัญ ๆ ได้ง่ายและเป็นระบบ

5. ผังการกระจาย (Scatter diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง

6. ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่นั้น ๆ โดยแต่ละแท่งจะวางเรียงติดกัน แกนนอนจะกำกับด้วยค่าขอบบนและขอบล่างของชั้นนั้น หรือใช้ค่ากลาง (Midpoint) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าความถี่ในแต่ละชั้น ความสูงของแต่ละแท่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น

7. แผนภูมิควบคุม (Control chart) คือ แผนภูมิที่มีการแสดงค่าที่ยอมรับได้ตาม (ข้อกำหนดทางเทคนิค: Specification) เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการ โดยการติดตามผลของข้อมูลที่เกิดขึ้นเทียบกับ Spec. และขีดจำกัดบน-ล่าง (Control limit) ที่ได้ทำการคำนวณไว้ตามวิธีการทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑาทิพย์ ทะประสพ (2551) งานวิจัยนี้ดำเนินการภายในโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกหลากหลายรูปแบบ โดยมีผลิตภัณฑ์หลัก คือ ถุงบรรจุผ้าอนามัยจากการสำรวจพบว่า กระบวนการที่สำคัญ และมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ กระบวนการพิมพ์ซึ่งมีชื่อเรียกว่ากระบวนการพิมพ์ราเวียร์ ปัญหาหลักของกระบวนการพิมพ์ราเวียร์ คือ มีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากถึง 25-45 เปอร์เซ็นต์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาคุณภาพในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก และพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสีย โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ ได้แก่ กราฟ แผนภาพการกระจาย แผนผังแสดงสาเหตุและผลแผนภาพพาเรโต แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังต้นไม้ การออกแบบการทดลองและแผนภูมิควบคุม ซึ่งในระหว่างการดำเนินงานวิจัยนี้ได้มีการจัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน และเป็นผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วย 1) ระยะการกำหนดปัญหาการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เขียวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 2) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข การหาวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และสร้างวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์มีค่าเท่ากับ 50 ºC อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50 ºC และแรงตึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. 4) การแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลง เฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

พรสุดา ยอดบุนอก และอารีรัตน์ เขียนกระโทก (2556) งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ คือ การลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาครอบชิ้นส่วนซีดีติดรถยนต์ Part. PAN0851 โดยมีการนำหลักการของ QC 7 Tool เข้ามาช่วยในการลดของเสียโดยใช้กราฟพาเรโต ช่วยในการเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลของเสีย เพื่อปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้นอย่างเร่งด่วน ของเสียที่เกิดขึ้นจากงาน คือ รอยผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่นำมาช่วยหาสาเหตุของการเกิดของเสียเนื่องจากงานเป็นรอย เพื่อนำสาเหตุเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไข้และนำกราฟมาวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลของเสียในแต่ละเดือน เพื่อมุ่งเน้นที่จะลดของเสียจากงานเป็นรอยของกระบวนการผลิตนี้ให้ลดลงการดำเนินการ พบว่า จากการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ก่อนการปรับปรุงมีของเสียเกิดขึ้นทั้งหมด 228 ชิ้น ซึ่งของเสียที่เกิดจากงานเป็นรอยเท่ากับ 60 ชิ้น จากปริมาณการผลิต 163,268 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของเสียเฉลี่ยจากงานเป็นรอยเท่ากับ 26.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เครื่องมือทาง QC 7 Tool เข้ามาช่วยวิเคราะห์สาเหตุและทำการปรับปรุง เล็ก ๆ น้อย ๆ อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าหลักการทาง QC 7 Tool สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตฝาครอบชิ้นส่วนซีดีติดรถยนต์ Part. PAN0851 ทำให้ลดของเสียจากงานเป็นรอยได้

จิรวัฒน์ วรวิชัย (2555) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบรรจุกระป๋อง โดยใช้กลุ่มสร้างเสริมคุณภาพ (QCC) ประกอบด้วย เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (QC 7 Tools) ในการค้นหาสาเหตุและหาแนวทางแก้ไขปัญหา จากการศึกษาพบว่า ปัญหาการเสียของเครื่องปิดฝากระป๋อง (Seamer) ในระหว่างการผลิต ส่งผลกระทบทำให้กระป๋องที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เสียหายจำนวนมาก โดยมีสาเหตุมาจากปริมาณการใส่ฝากระป๋องที่ช่องใส่ฝากระป๋อง (Cap magazine) ไม่เหมาะสม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการทดลองโดยหาระดับการใส่ฝากระป๋องที่เหมาะสมได้มีการจัดทำการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control) ที่เครื่องปิดฝากระป๋องเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานและ

ปรับปรุงเอกสารบันทึกการตรวจสอบเชิงป้องกันประจำวันของเครื่องปิดฝากระป๋อง จากผลการวิจัยและการรวบรวมข้อมูลจากแผนกตรวจสอบคุณภาพ พบว่า ข้อมูลก่อนการปรับปรุงในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 เมื่อได้ทำการเทียบกับข้อมูลหลังการปรับปรุงในเดือน 2 กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 จำนวนของเสียที่เกิดจากปัญหากระป๋องเสียจากกระบวนการปิดฝากระป๋องนั้นลดลง 30.73 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปิดฝากระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์

พัตร์พิมล สุวรรณกาญจน์ (2554) การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็กเป็นการศึกษาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการกลึง Center bore ในกระบวนการ CNC โดยการใช้ หลักการกลุ่มคุณภาพ (QCC) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า ของเสียในกระบวนการกลึง Center bore และผลิตภัณฑ์ล้อแม็กรุ่น TYR1 มีปริมาณของเสียสูงสุด จากนั้นทำการวิเคราะห์ หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวโดยการใช้แผนผังก้างปลา พบว่า สาเหตุสำคัญ มีอยู่ 4 สาเหตุ ได้แก่ ปัญหาเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม ปัญหาระยะการตัดเฉือนไม่เหมาะสม ปัญหาอุณหภูมิในการตัดเฉือนไม่เหมาะสม และปัญหาข้อมูล Feedback ไม่เหมาะสมต่อการใช้ทีมงานระดมสมองร่วมกันหาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านี้แล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข้ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุง พบว่าสามารถลดความสูญเสียลงได้เป็นมูลค่าถึง 211,488 บาท/ เดือน

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์ และศุภรัช ชัยวรรัตน (2555) งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกโดยมีการใช้เครื่องมือในการควบคุมคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อในการค้นหาสาเหตุในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ เพื่อทำการตรวจสอบและทำการสำรวจสภาพของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลของจำนวนของของเสียจากกระบวนการผลิตจากแผนกตรวจสอบจากนั้นทำการแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโตและแสดงความถี่ของปัญหาเพื่อแยก ความสำคัญตามลำดับด้วยกฎ 80: 20 ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ปัญหานั้นด้วยแผนภูมิก้างปลาเพื่อวางมาตรการแก้ไขปัญหาจาก เพื่อระดมความคิด แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการปรับปรุงผลการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดการเกิดปัญหาของเสียจากเดิม 1.53 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเป็น 0.53 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นมูลค่าสามารถลดได้ถึง 74,862 บาทต่อปี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

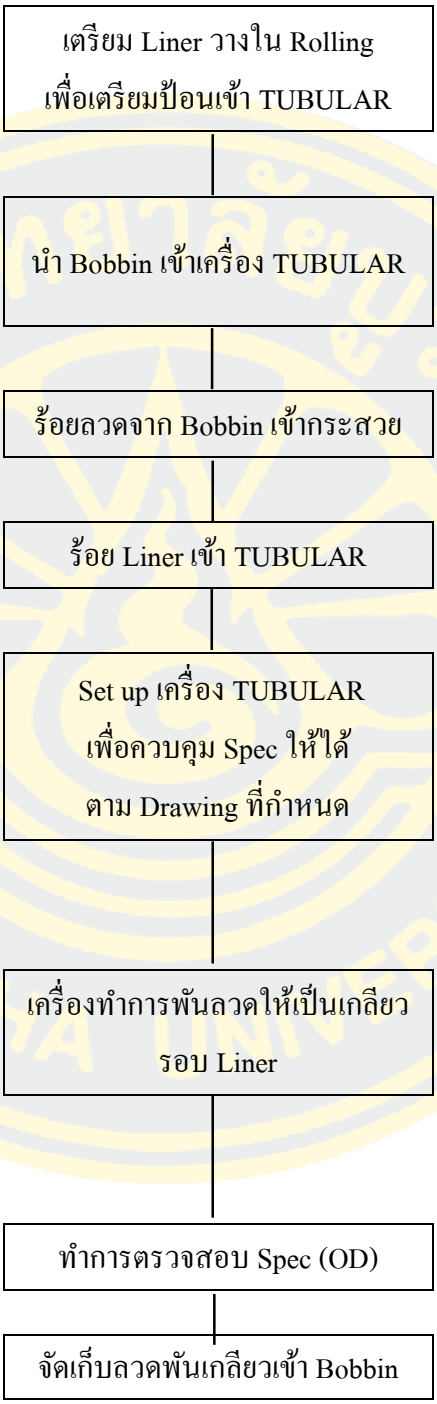
จากทฤษฎีที่ได้กล่าวมาในบทที่ 2 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการดำเนินการวิจัยเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตสาย Outer shield อันเนื่องมาจากการผลิตโดยมีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิต
2. ศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน
3. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
4. เสนอแนวทางการแก้ไขและการวางแผนการทดลอง
5. นำไปทดลองใช้

ศึกษากระบวนการผลิต

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตของ Outer shield โดยมีขั้นต่อไปนี้ ดังภาพประกอบที่ 15 ในส่วนของแผนก HILEX ซึ่งเป็นแผนกที่ผลิต Outer เพื่อ Support ฝ่ายผลิต ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเพื่อทำการลดของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการ ซึ่งเป็นการตอบสนองโนยายของบริษัทในเรื่องลดของเสียจากกระบวนการผลิตให้เป็น 0% โดยทำการแสดงขั้นตอนปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการพันเกลียว

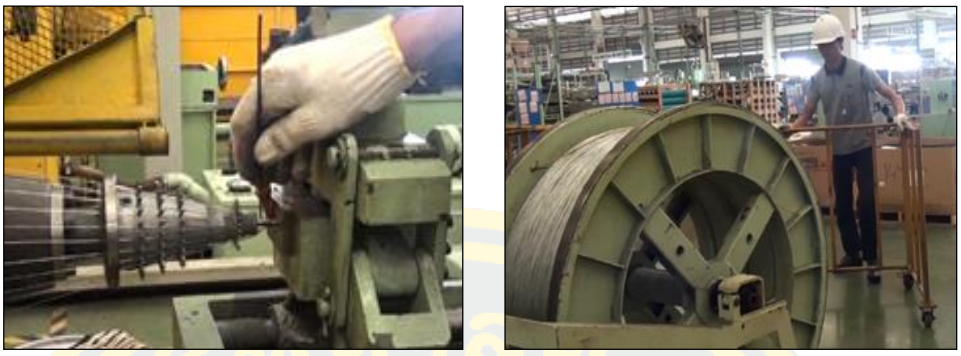


ภาพที่ 15 ขั้นตอนการพันเกลียว

ภาพที่ 16 ขั้นตอนการเตรียม Liner มาใส่ Rolling เพื่อป้อนเข้าเครื่อง TUBULAR

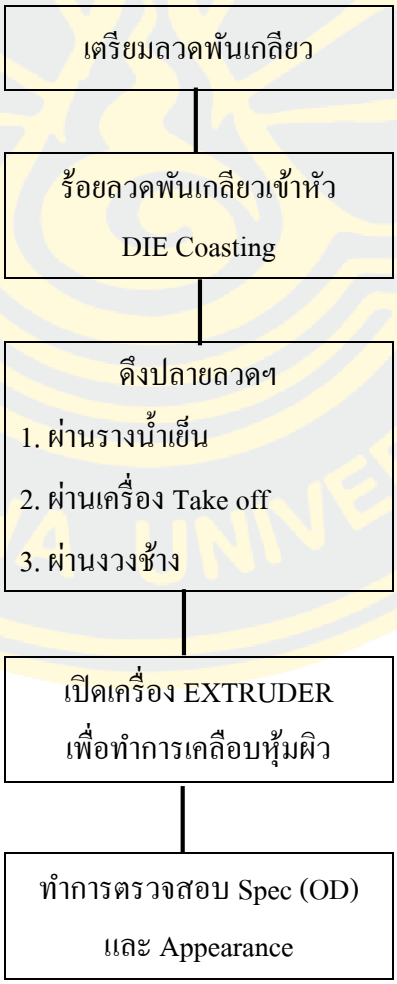
ภาพที่ 17 ขั้นตอนเตรียมกระสวย (Bobbin) ลวด เข้าเครื่อง TUBULAR

ภาพที่ 18 ขั้นตอนของการใส่ลวดที่อยู่ใน (Bobbin) เข้ามาใส่ในตัวเครื่อง

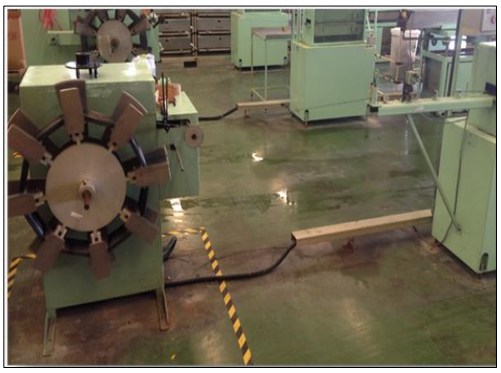


ภาพที่ 19 การต่อลวดเข้าหัวหนามเครื่อง TUBULAR เพื่อให้ลวดพันกันเป็นเกลียว

ขั้นตอนการเคลือบหุ้มผิว



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเคลือบหุ้มผิว



ภาพที่ 21 ขั้นตอนการนำลวดเกลียวผ่านกระบวนการเคลือบหุ้มผิว โดยผ่านรางน้ำเย็นเพื่อน็อคสายระบายความร้อนเพื่อให้พลาสติกคงสภาพได้รวดเร็ว

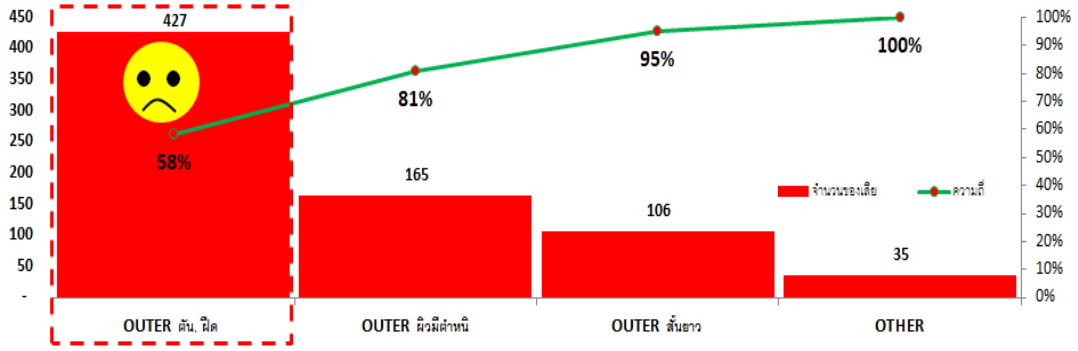
ภาพที่ 22 ขั้นตอนการนำดึง Outer shield ผ่านเครื่อง Take off เพื่อจัดเก็บ Outer เข้ากล่องเพื่อรอส่งกระบวนการถัดไป

ศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน

ตารางที่ 3 ปัญหาที่เกิดขึ้นแต่ละประเภท

No.	ประเภทปัญหา	ปริมาณของเสีย (PCS)						Total
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	
1	OUTER ตัน, ฝืด	121	38	46	41	69	112	427
2	OUTER ผิวมีตำหนิ	10	26	32	49	26	22	165
3	OUTER สั้นยาว	23	7	16	14	24	22	106
4	OTHER	10	3	2	12	5	3	35
Total		164	74	96	116	124	159	733

ข้อมูลปัญหาของเสีย Outer shield ของแผนก HILEX ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2562 ที่นำไปผลิตสาย Door lock ซึ่งจำแนกประเภทปัญหาเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ตันและฝืด ผิวมีตำหนิ สั้นยาว และอื่น ๆ เช่น ไม่ได้เจาะรู ซึ่งพบว่าแนวโน้มว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มที่จะไม่ลดลงและมีผลกระทบต่อบริษัทเยอะที่สุด คือ Outer ตันและฝืด จำนวน 427 ชิ้น

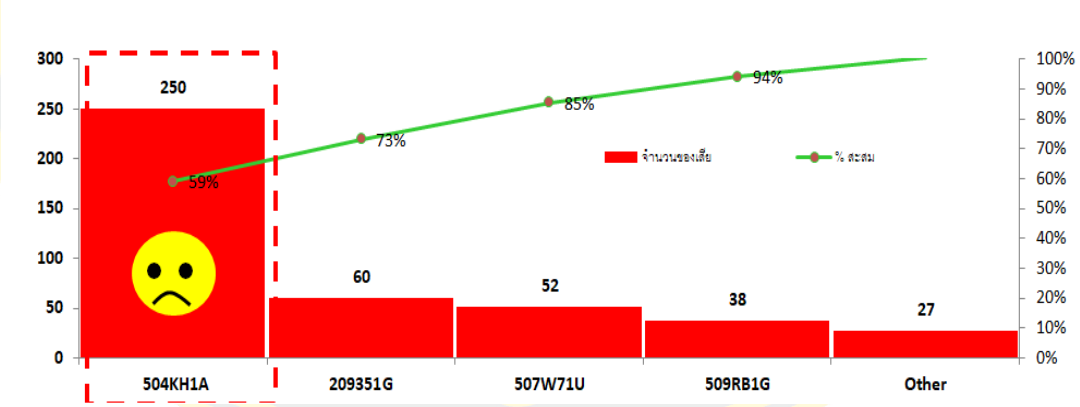


ภาพที่ 23 การวิเคราะห์ประเภทปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟ Pareto

ตารางที่ 4 การจำกัดขอบเขตของปัญหาที่เกิดขึ้นแต่ละประเภท

No.	Part no.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Total
1	504KH1A	41	16	13	25	57	98	250
2	209351G	47	4	3	-	-	6	60
3	507W71U	9	3	24	9	7	-	52
4	509RB1G	20	11	3	3	-	1	38
5	Other	4	4	3	4	5	7	27

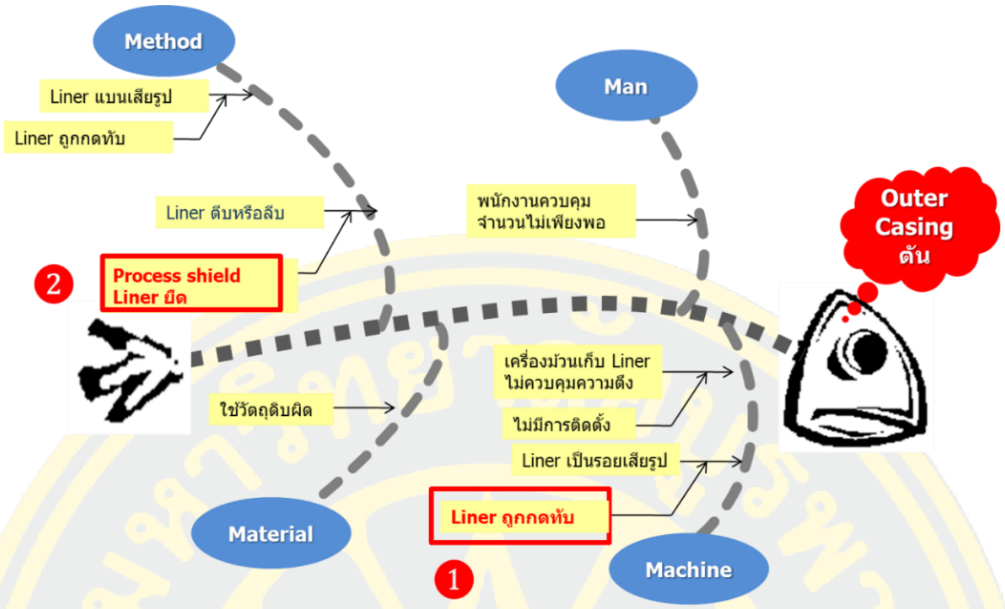
แสดงข้อมูลการจำกัดขอบเขตของปัญหาที่มีแนวโน้มว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มที่จะไม่ลดลงและมีผลกระทบต่อบริษัทเยอะที่สุด โดยสรุปเป็นราย Part no. 504KH1A จำนวน 250 ชิ้น



ภาพที่ 24 การจำกัดขอบเขตปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟ Pareto ระบุเป็น Part no.

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นผู้ทำการศึกษาใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแผนภูมิก้างปลา โดยกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์

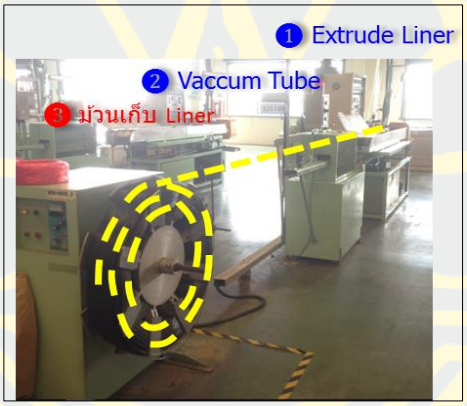


ภาพที่ 25 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา

เพื่อกำหนดปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาโดยทั่วไปปัจจัยที่ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เกิดของเสียนั้นอาจเกิดขึ้นนอกเหนือจาก 4 M ก็อาจเกิดขึ้นได้ เช่น สภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น ดังนั้นจากการทำการวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้นพบว่า มี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดที่มีผลทำให้เกิดของเสียที่ Outer shield ตัน และฝืด ได้แก่ 1) วิธีการผลิต Liner 2) การกดทับด้วยน้ำหนักของ Liner ก่อนทำการผลิตและจัดเก็บ Stock

ภาพที่ 26 ลักษณะการกดทับแบบที่ 1

ภาพที่ 27 ลักษณะการกดทับแบบที่ 2



ภาพที่ 28 ลักษณะการกดทับแบบที่ 3 เสียหายจากการยืดตัว

เสนอแนวทางการแก้ไขและการวางแผนการทดลอง

ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการแก้ไข และการทดลองในส่วนที่ได้วิเคราะห์สาเหตุการเกิดจากผังก้างปลา พบว่า สาเหตุการเกิดมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 2 กระบวนการ ได้แก่

1. กระบวนการป้อน Liner เข้าเครื่องจักร
2. วิธีการจัดเก็บ Liner หลังทำการผลิต

ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวนี้เองผู้ศึกษาจึงทำการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา Outer shield ตีบ หรือ ฝืด เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นโดยมีขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การทดลอง (Experiment)

1.1 การระบุปัญหา (Statement of problem)

1.2 การกำหนดตัวแปรตาม

2. การกำหนดรูปแบบการทดลอง

3. การวิเคราะห์ผล

นำไปทดลองใช้

1. เริ่มการทดลอง (Experiment) ในขั้นตอนของการผลิต Liner และการจัดเก็บ

1.1 การระบุปัญหา (Statement of problem)

จากการสำรวจโดยใช้หลักการของ 3 G ผู้ศึกษาพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของการ Etude liner ออกจากเครื่องจักรมีผลทำให้เกิด Liner ยืด โดยเกิดจากแรงดึงจาก Bobbin หมุนไม่สม่ำเสมอกันในแต่ละช่วงเวลาการจัดเก็บ Liner เข้า Bobbin

ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ของ Speed take off

No.	Part No.	Toolling	ขนาดเป้า (mm.)		ชุด Die		Sizing ID.	Vacuum	Speed เปิดเม็ด	Speed Take off	No.	Simuration		
			โตนอก OD.	รูใน ID.	ID.	OD.			rpm	rpm		รูใน ID.	โตนอก OD.	Result
1	121160	Pin Gauge	2.10 +0.10	1.55 +0.05							1	1.60	2.23	
		Vernier	-0.00	-0.05	2.00	3.20	2.4	30 - 70	1 - 7	5 - 14	2	1.60	2.21	NG
			2.10 - 2.20	1.50 - 1.60							3	1.60	2.20	
2	121160	Pin Gauge	2.10 +0.10	1.55 +0.05							1	1.50	2.15	
		Vernier	-0.00	-0.05	2.00	3.20	2.4	30 - 70	8 - 15	14 - 18	2	1.50	2.17	OK
			2.10 - 2.20	1.50 - 1.60							3	1.50	2.14	
3	121160	Pin Gauge	2.10 +0.10	1.55 +0.05							1	1.40	2.17	
		Vernier	-0.00	-0.05	2.00	3.20	2.4	30 - 70	16 - 23	18 - 22	2	1.40	2.15	NG
			2.10 - 2.20	1.50 - 1.60							3	1.40	2.19	
4	121160	Pin Gauge	2.10 +0.10	1.55 +0.05							1			
		Vernier	-0.00	-0.05	2.00	3.20	2.4	30 - 70	23 - 30	22 - 26	2	พลาสติกติดที่หน้า Mold ผลิตต่อไม่ได้		NG
			2.10 - 2.20	1.50 - 1.60							3			
5	121160	Pin Gauge	2.10 +0.10	1.55 +0.05							1			
		Vernier	-0.00	-0.05	2.00	3.20	2.4	30 - 70	30 - 37	26 - 30	2	พลาสติกติดที่หน้า Mold ผลิตต่อไม่ได้		NG
			2.10 - 2.20	1.50 - 1.60							3			

ภาพที่ 30 มาตรฐานในการปรับเครื่อง

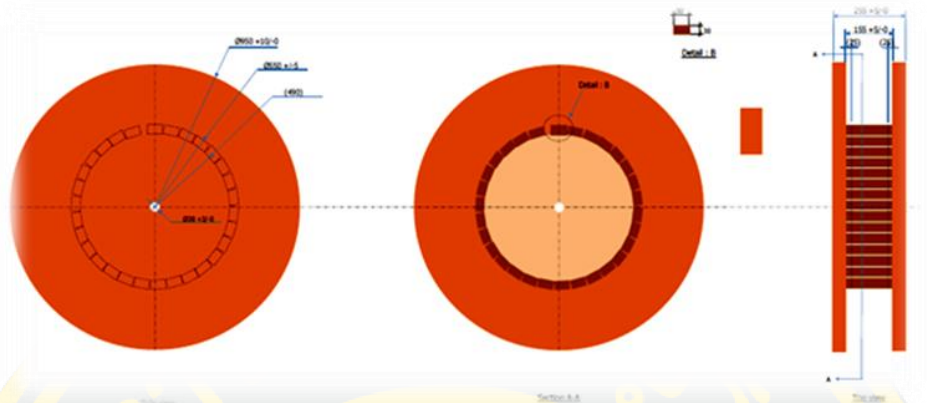
1.2 การกำหนดตัวแปรตาม

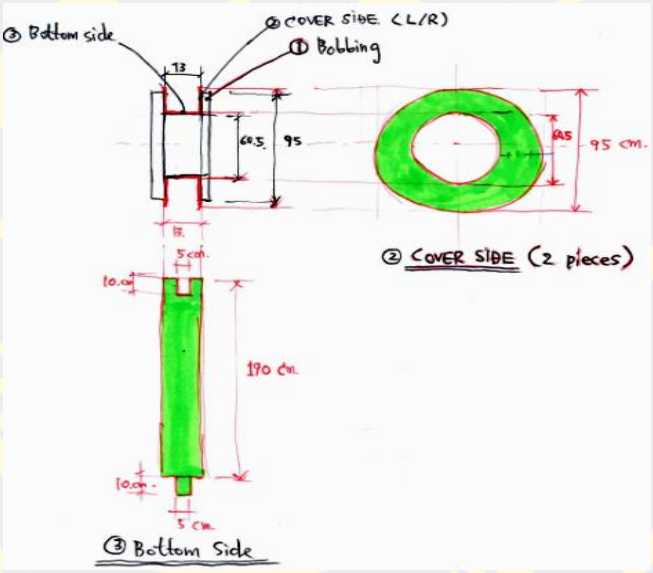
ตัวแปรตาม = ของเสียที่เกิดจากการผลิต Liner แต่ในกระบวนการไม่สามารถตรวจพบในแต่ละ LOT

2. การกำหนดรูปแบบการทดลอง

เมื่อผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลของการ Etude liner จากทั้งหมด 6 เดือน จึงได้ทำการออกแบบการทดลองการผลิตและการจัดเก็บ Liner

2.1 ผู้ศึกษาทดลองใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดตัดเป็นวงกลมเพื่อลดช่องว่างระหว่าง Liner กับ Bobbin แต่ขณะใช้งานเมื่อ 2-3 ครั้ง แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดเริ่มเสียรูปและไม่แข็งแรงคงทนต่อการใช้งานระยะยาวได้จึงคิดว่าไม่ทำการเลือกการทดลองแบบที่ 1





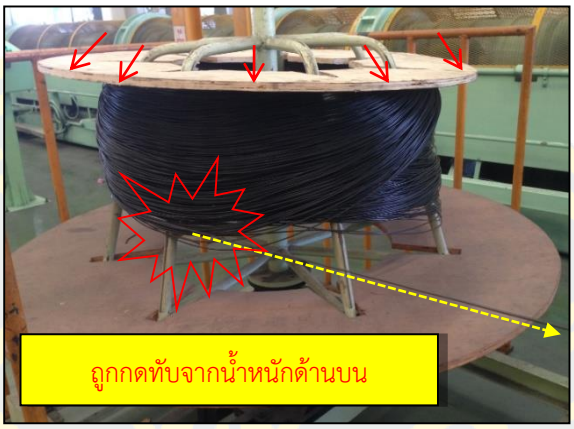
ภาพที่ 31 การออกแบบ Bobbin ในการจัดเก็บ Liner

ภาพที่ 32 การทดลองแบบที่ 1 ผู้ศึกษาทำการทดลองโดยใช้แผ่นไม้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และลดช่องว่างระหว่าง Liner และ Bobbin

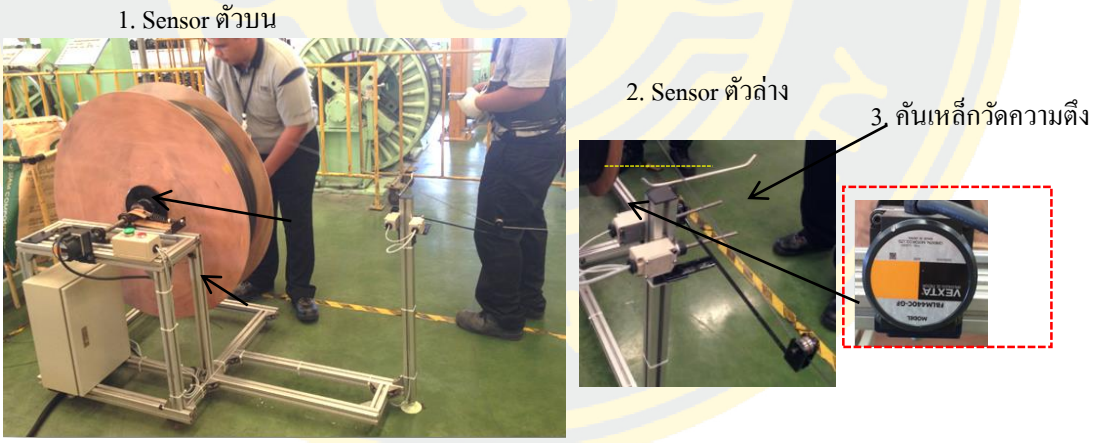
ขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิต

ภาพที่ 33 กระบวนการที่ทำให้เกิดของเสีย เครื่อง Shield จะทำงานโดยดึง Liner เข้าไป

จะเห็นว่าการเรียงตัวของ Liner จะพันตัวกัน เนื่องจากน้ำหนักของตัวมันเองจากด้านบนกดลงข้างล่างทำให้ Liner ถูกกดทับเป็นช่วง ๆ ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้เครื่องทำงานกระชากและเกิดอาการสะดุด ทำให้ Liner ตีบ



ภาพที่ 34 การทดลอง การแก้ไข Liner ยืดจากกระบวนการผลิต โดยออกแบบและจัดทำ Bobbin ให้เป็นแกนเป็นแกนแนวนอน



ภาพที่ 35 อุปกรณ์ป้องกัน Liner ยืด

หลักการทำงาน

1. ติดตั้ง Sensor เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงานช้า-เร็วโดยอัตโนมัติ
2. เมื่อคันเหล็กกดลงถูก Sensor ตัวล่าง จะสั่งให้ Motor หมุนทำงานให้ช้าลง
3. เมื่อคันเหล็กดันขึ้นถูก Sensor ตัวบน จะสั่งให้ Motor หมุนทำงานให้เร็วขึ้น

2.2 ผู้ศึกษาทำการแก้ไขปัญหา Liner ยืดและเสียรูปจากการจัดเก็บ Liner เข้า Bobbin โดยทำการวิเคราะห์ 5 W 1 H เพื่อทำการแก้ไขปัญหา ดังกล่าว

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ Liner ยืด เสียรูปที่เกิดจาก Bobbin

หัวข้อปัญหา	WHY1	WHY2	WHY3	การแก้ไข
Liner ยืด เสียรูปที่เกิดจากเครื่องจักร (กดทับ)	เกิดจากการรั้งดึงจากเครื่องม้วนเก็บ Liner	ความเร็วการทำงานของเครื่อง จักรไม่เท่ากัน	ไม่มีการควบคุม	ติดตั้งชุดควบคุม Tension โดยให้ความเร็วระหว่างเครื่อง Feed Liner กับเครื่องม้วน Liner สัมพันธ์กัน

หัวข้อปัญหา	WHY1	WHY2	WHY3	WHY4	การแก้ไข
ของเสียกระบวนการป้อน Liner เข้าเครื่องจักร (Liner ยืด)	แรงดึงจากเครื่อง Shield ไม่สม่ำเสมอ	Liner ไหลลงสะดุด	Liner ถูกกดทับจากน้ำหนักด้านบน	Bobbin Liner ออกแบบไม่เหมาะสม	จัดทำ Bobbin Liner ออกแบบแกนให้เป็นแนวนอน

ขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิต

ภาพที่ 36 การทำงานของเครื่องจักร

1. เครื่อง Extruder เป่า Liner ออกมาจากเครื่องจักร

2. เครื่อง Feed liner ทำการดึง Liner

3. เครื่องม้วนทำการจัดเก็บ Liner เข้าเก็บใน Bobbin

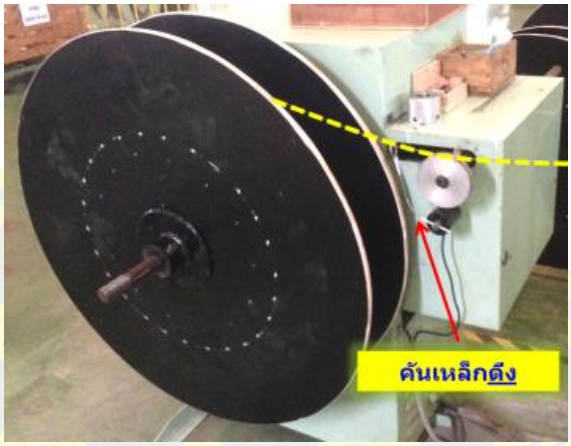
ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวดังต่อไปนี้

ภาพที่ 37 การทำงานของเครื่องจักร

แสดงการทำงานของคันเหล็กวัดความตึงชิ้นงาน Liner เมื่อ Liner ตึงเกินไป (จุดที่❶) Limit ปรับความเร็วรอบให้อยู่ช่วง Level จุดที่ ❷ และเมื่อ Liner หย่อนเกิน (จุดที่❸) Limit จะปรับความเร็วที่ Level จุดที่ ❷ เช่นเดียวกัน แต่ยังพบปัญหาช่วงระยะการทำงานขึ้นลงกว้างเกินไป ทำให้คันเหล็กวัดความตึงไม่เหมาะสม จึงทำการปรับปรุงเป็นครั้งที่ 2

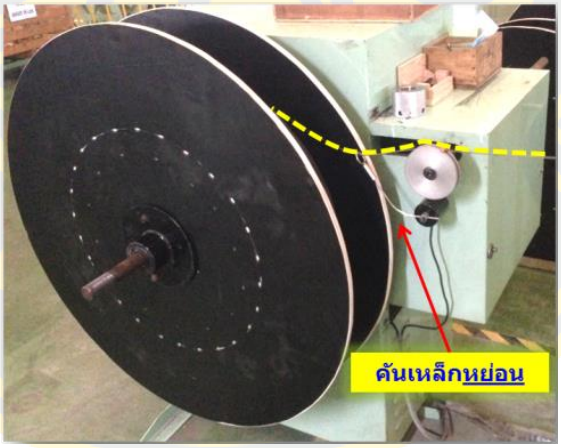
1) เปลี่ยนตำแหน่งจุดติดตั้งของตัวคันเหล็กวัดความตึงมาติดตั้งที่เครื่องม้วนเก็บ Liner ให้สามารถทำงานขึ้นลงได้อย่างเหมาะสม

Step ❶ เมื่อ Liner ตึง: เครื่องจะหมุนโดยอัตโนมัติที่ความเร็วรอบไม่เกิน 100 rpm.



ภาพที่ 38 การทำงานของเครื่องจักร

Step ❷ เมื่อ Liner หย่อน: เครื่องจะหมุนโดยอัตโนมัติที่ความเร็วรอบไม่เกิน 200 rpm.



ภาพที่ 39 การทำงานของเครื่องจักร

บทที่ 4
ผลดำเนินการศึกษา

จากขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ผู้ศึกษาได้ดำเนินตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ และได้มีการบันทึกผลดำเนินการศึกษาในขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับในบทนี้จะแสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานตามขั้นตอน ดำเนินการศึกษาในบทที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดในการดำเนินการศึกษาและผลลัพธ์จากดำเนินการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

ผลการการดำเนินงาน

ผู้ศึกษาได้ทำการสรุปแนวทางการแก้ไขดังตารางที่ 6 ตามหลักการของการออกแบบและวางแผนการทดลอง (Experimental design & planning) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการที่ก่อให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตจากการเก็บข้อมูล 6 เดือน ปรากฏว่าพบของเสียรหัส 504KH1A จำนวน 250 เส้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงจนกระทั่งของเสียในกระบวนการผลิต Liner ถูกกดทับ จาก 100 % เหลือ 5% และหัวข้อ Liner ยืด จาก 100% เหลือ 1% เป็นต้น

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้ทำการแสดงผลการแก้ไขดังต่อไปนี้

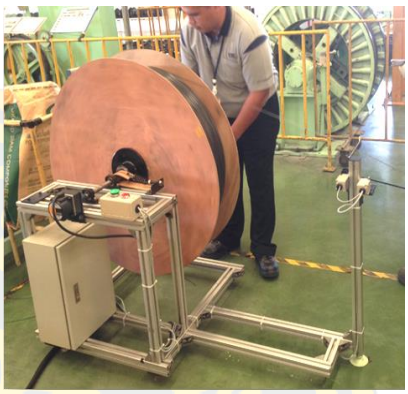
ตารางที่ 6 ผลการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ถูกกดทับ

ลำดับ	หัวข้อปัญหา	วิธีการแก้ไข
1	Liner ถูกกดทับ	จัดทำม้วน Bobbin จัดเก็บ Liner ใหม่โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นแกนม้วน ลดการบีบอัด

ก่อนทำการปรับปรุง

Liner ถูกกดทับจากขอบสัน Bobbin

หลังทำการปรับปรุง



ภาพที่ 40 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังการจัดเก็บ Liner ใน Bobbin

ตารางที่ 7 ผลการการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ยืดเสียรูป

ลำดับ	หัวข้อปัญหา	วิธีการแก้ไข
2	Liner ยืดเสียรูป (กระบวนการจัดเก็บ)	ติดตั้งชุดควบคุมความเร็วกับเครื่องจักร จัดทำ Bobbin liner ออกแบบแกนให้เป็นตั้ง

ก่อนทำการปรับปรุง

หลังทำการปรับปรุง

ภาพที่ 41 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังการป้อน Liner เข้าเครื่องจักร

จากการดำเนินงานปรับปรุงในกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียผู้ศึกษาได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาดังกล่าวและได้ทำการเทรนนิ่งผู้ปฏิบัติงานและจัดทำมาตรฐานเพื่อควบคุมการผลิต เป็นต้น

ตารางที่ 8 ผลการการดำเนินงานและวิธีการแก้ไขปัญหา Liner ยืดเสียรูป

ลำดับ	หัวข้อปัญหา	วิธีการแก้ไข
3	Liner ยืด เสียรูป (กระบวนการจัดเก็บ)	ติดตั้งชุดควบคุม Tension โดยให้มีความเร็วระหว่างเครื่อง Feed liner กับเครื่องม้วนสัมพันธ์กัน 14-18 rpm.

ก่อนทำการปรับปรุง

ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว

หลังทำการปรับปรุง

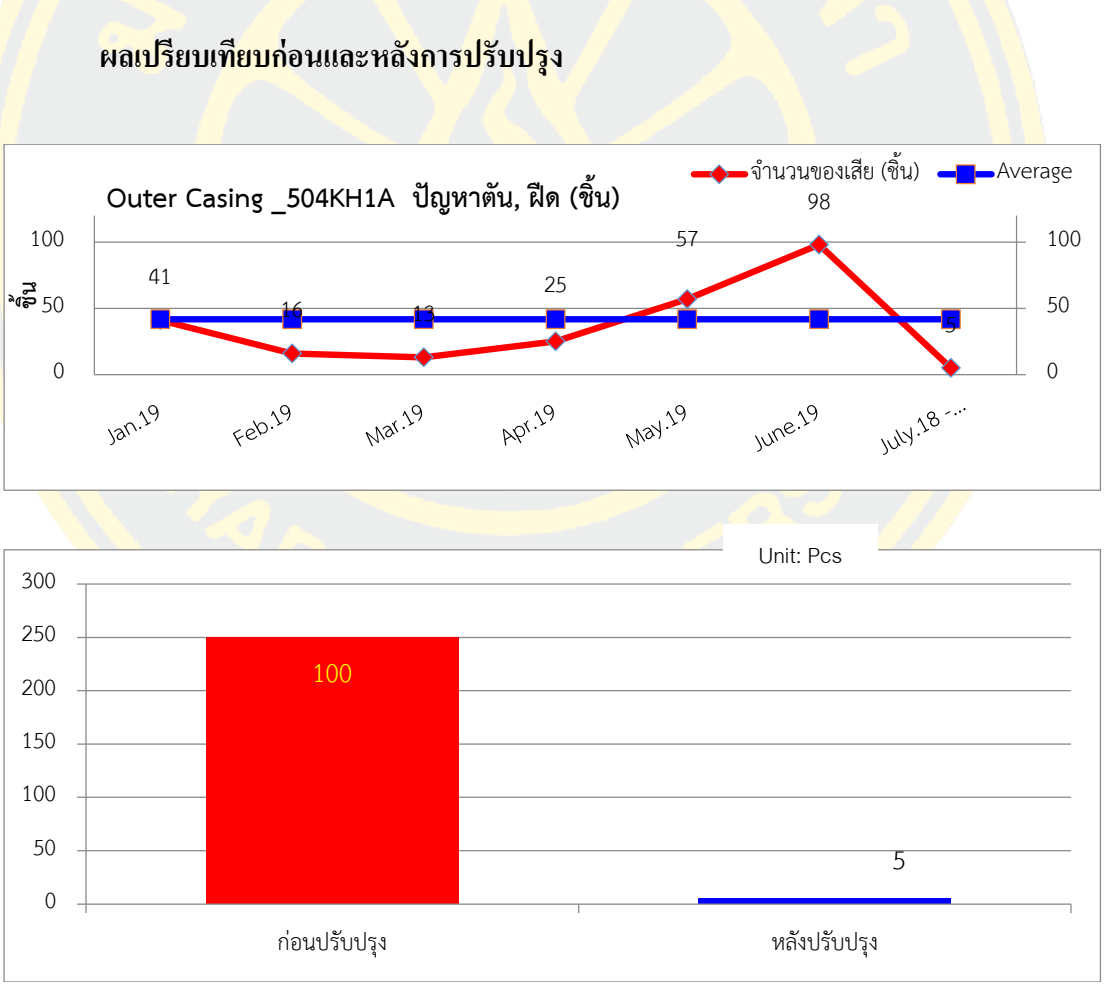
ภาพที่ 42 วิธีการปรับปรุงก่อนและหลังกระบวนการจัดเก็บ Liner

ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองความสำพันธ์ของความเร็วของชุดควบคุมความเร็ว (Take off) เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นและจัดทำมาตรฐานให้กับผู้ปฏิบัติงาน

ผลการดำเนินการแก้ไข

ตารางที่ 9 สรุปข้อเสีย Liner ถูกกดทับและข้อมูลหลังปรับปรุง

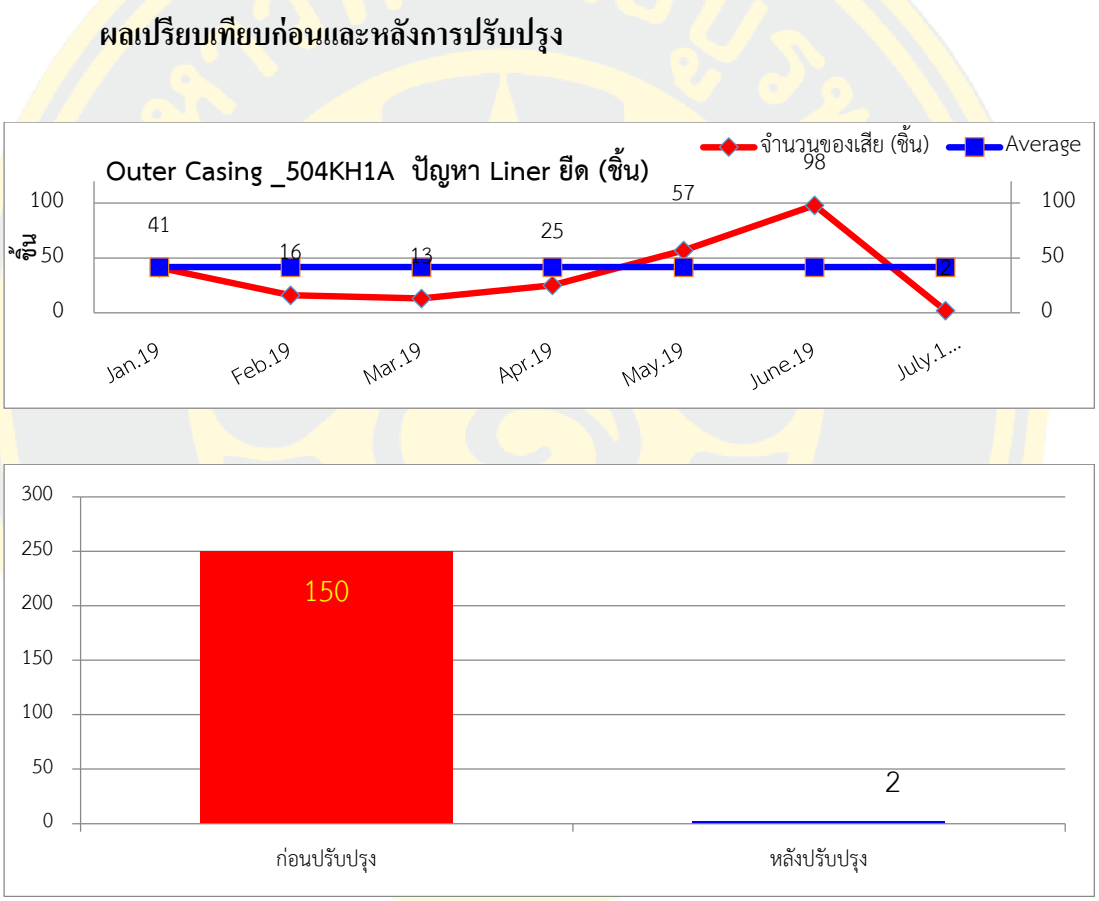
No.	Cause	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	รวม NG (Pcs)	หลังปรับปรุง (Pcs)	% NG ลดลง
1	Liner ถูกกดทับ	22	16	13	10	19	20	100	5	95 %



ภาพที่ 43 รูปเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 10 สรุปข้อเสีย Liner ยืดและข้อมูลหลังปรับปรุง

No.	Cause	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	รวม NG (Pcs)	หลังปรับปรุง (Pcs)	% NG ลดลง
1	Liner ยืด	32	21	25	20	22	30	150	2	99%



ภาพที่ 44 รูปเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ผู้ศึกษาจะทำการสรุปผลการศึกษาทั้งหมด หลังจากได้มีการนำผลการทดลองไปปรับใช้ในกระบวนการผลิต Outer shield โดยจะกล่าวถึงปัญหาและอุปสรรคในงานศึกษารวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับงานศึกษา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

การสรุปทำการลดปริมาณของเสียจากการผลิต Outer shield โดยทำการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยแผนภาพสาเหตุและผล (Cause and effect diagram) เพื่อกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยที่จะนำมาพิจารณา ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการเกิด Liner ยืด เสียรูปจากการผลิต วิธีการทำงาน (Method) คือ จัดทำ Bobbin liner ออกแบบแกนให้เป็นแนวนอน และติดตั้งชุดควบคุม Tension โดยให้มีความเร็วระหว่างเครื่อง Feed liner กับเครื่องม้วน สัมพันธ์กัน สำหรับเครื่องจักร (Machine) คือ จัดทำม้วน Bobbin จัดเก็บ Liner ใหม่โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นแกนม้วน ลดการบีบอัด เป็นต้น ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การสรุปผลงานวิจัย Liner ถูกกดทับและ Liner ยืด

หัวข้อของเสีย	ของเสียก่อนปรับปรุง		ของเสียหลังปรับปรุง		% ที่ลดลง
	จำนวน (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	จำนวน (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	
1. Line ถูกกดทับ	100	5,000	5	250	95%
2. Line ยืด	150	7,500	2	100	99%
รวม	250	12,500	7	350	97%

หมายเหตุ: ราคาต่อหน่วย 50 บาท

ตารางที่ 12 ต้นทุนการปรับปรุง

ลำดับ	รายการ	จำนวน (Set)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	ติดตั้งชุดควบคุมความเร็วเครื่องม้วน Liner	1	17,550	17,550
2	ชุด Stand ใส่ม้วน Liner แกนแนวนอน	1	1,500	1,500
3	Bobbin ม้วนเก็บ Liner	9	225	2,025
รวมทั้งสิ้น		11	19,275	21,075

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาคือ วิธีการทำงาน (Method) คือ จัดทำ Bobbin liner ออกแบบแกนให้เป็นแนวนอน และติดตั้งชุดควบคุม Tension โดยให้มีความเร็วระหว่างเครื่อง Feed liner กับเครื่องม้วนสัมพันธ์กัน สำหรับเครื่องจักร (Machine) คือ จัดทำม้วน Bobbin จัดเก็บ Liner ใหม่โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นแกนม้วน ลดการบีบอัดซึ่งของเสียที่เกิดขึ้น 6 เดือนเท่ากับ 12,500 บาท และมีการลงทุนสำหรับการแก้ไขประมาณ 21,075 บาท ดังนั้นจะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1.7 เดือน สำหรับการปรับปรุงในครั้งนี้

ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา

1. กระบวนการผลิต Outer shield เป็นการผลิตแบบต่อเนื่องส่งผลก่อให้เกิดข้อจำกัดในการกำหนดระดับปัจจัย เพราะการปรับเปลี่ยนระดับปัจจัยที่ไม่เหมาะสมนั้นอาจจะส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรนั้น ๆ ได้

2. พนักงานปฏิบัติงานในสายการผลิตมีภาระค่อนข้างมากอยู่แล้วเมื่อต้องทำการทดลองจึงต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก

3. พนักงานปฏิบัติงานส่วนใหญ่ขาดความรู้ทางสถิติเบื้องต้นในการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลองการผลิตในการแก้ไขปัญหาจึงต้องมีการอบรมความรู้พื้นฐานเบื้องต้นให้แก่พนักงาน

ข้อจำกัดของการศึกษา

การกำหนดการทดลองในการเริ่มต้นศึกษา เนื่องจากหากมีระดับปัจจัยที่หลากหลายแล้วระดับในการทดลองจะเกิดความยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายค่อนค้างสูง เพราะในการเปลี่ยนระดับปัจจัยการทดลองแต่ละครั้งต้องเสียเวลา และอาจส่งผลกระทบต่อโรงงานกรณีศึกษา

ข้อเสนอแนะในการศึกษา

1. ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิต Outer shield แต่โรงงานกรณีศึกษายังมีปัญหาเรื่องการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นอีก ดังนั้นสามารถนำหลักการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ในการแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตได้ เพราะสามารถหาสาเหตุของปัญหาได้อยากถูกต้อง และรวดเร็วซึ่งดีกว่าการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

2. สำหรับโรงงานที่มีลักษณะผลิตภัณฑ์ และกระบวนการคล้ายคลึงกับโรงงานกรณีศึกษาสามารถนำหลักการแก้ปัญหาดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัย และระดับของปัจจัยที่จะใช้ในการศึกษาเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตในโรงงาน

บรรณานุกรม

จุฑาทิพย์ ทะประสพ. (2551). *การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก.* งานนิพนธ์วิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรวัฒน์ วรวิชัย. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบรรจุกระป๋อง. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ* (หน้า 1-5). เพชรบุรี: ประเทศไทย.

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์ และศุภรัช ชัยวรรัตน. (2555). การลดของเสียในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ* (หน้า 726-729) เพชรบุรี: ประเทศไทย.

พรสุดา ยอดบุนอก และอารีรัตน์ เขียนกระโทก. (2556). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาครอบชิ้นส่วนซีดีติดรถยนต์ Part PAN0851 บริษัท สีมาเทคโนโลยี จำกัด*. งานนิพนธ์วิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

พัตร์พิมล สุวรรณกาญจน์. (2554). การศึกษางานวิจัยการลดของเสียในการผลิตล้อแม็ก. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ* (หน้า 624-627). ชลบุรี: ประเทศไทย.