การเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น

น.ส.เกวลี วรนันท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INCREASING GOOD QUALITY PRODUCTION RATE OF SYNTHETIC STAPLE FIBER PROCESS

Miss Kewalee Voranan

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น
โดย	น.ส.เกวลี วรนันท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกวลี วรนันท์ : การเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น. (INCREASING GOOD QUALITY PRODUCTION RATE OF SYNTHETIC STAPLE FIBER PROCESS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ.จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงอัตราคุณภาพของเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น โดยมุ่งเน้นในการลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 และแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วยกราฟพาเรโต แล้วทำการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราคุณภาพด้วยแผนผังเหตุ และผล จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบปัญหาด้านคุณภาพเพื่อทำการประเมินความรุนแรงของการเกิดข้อบกพร่อง โอกาสในการเกิดข้อบกพร่องและความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยง โดยจะทำการเลือกปัญหาที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงมากที่สุดได้แก่ 1) ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ 2) การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน หลังจากทำการปรับปรุงปัญหาที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพ พบว่าอัตราคุณภาพสินค้าดีมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 92.97 เป็นร้อยละ 95.79 และอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีปริมาณลดลงจากเดิมร้อยละ 7.03 เป็นร้อยละ 4.21 ซึ่งคิดเป็นเงินจะมีกำไรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 130,892.63 บาท เมื่อทำการผลิตที่ 93 ตันต่อวัน หลังจากนั้นทางบริษัทกรณีศึกษาจึงทำการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็น 96 ตันต่อวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270021021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Synthetics Staple Fiber, Reduce waste, Failure Mode and Effect Analysis, Risk Priority Number, Good quality production rate

Kewalee Voranan : INCREASING GOOD QUALITY PRODUCTION RATE OF SYNTHETIC STAPLE FIBER PROCESS. Advisor: Assoc. Prof. JEERAPAT NGAOPRASERTWONG

The objective of this research is to improve quality production rate of synthetic staple fiber process by focus on reducing the amount of non-quality products included waste that generate in the process. The research was collected the data from December 2019 to October 2020 and shows the frequency of problem by Pareto chart. Then, using brainstorm with colleague to analyze the cause of problem for make cause and effect diagram. Next evaluate the problem by using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) that consist of Severity, Occurrence and Detection and calculate a Risk Priority Number (RPN) to arrange the rank of problem, which have the most affected for quality production rate. RPN score shows the factor that has the highest score are 1) Quench Air is uneven and 2) Movement of Tow can and Roller is not related. The result of improvement presents the good quality rate increased from 92.97 percent to 95.79 percent. Moreover, non-quality rate and waste was reduced from 7.03 percent to 4.21 percent. Thus. the profit was increased to 130,892.63 baht per month when producing 93 ton per day. From this result the company in this case study was increased production capacity to be 96 ton per day.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Industrial Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2021 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จไปด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำต่างๆอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการทำวิจัย

ขอบคุณคณะกรรมการสอบซึ่งประกอบด้วย ศาสตรจารย์ดร.ปารเมศ ชุติมา(ประธานกรรมการ) ศาสตราจารย์ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ที่ร่วมให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จึงขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

เกวลี วรนันท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท 1
1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 5
1.3 สภาพปัญหาโดยรวมในปัจจุบัน 5
1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 11
1.5 ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย 11
1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย 11
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 11
1.8 แผนการดำเนินงานวิจัย 11
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.1 ผลิตภาพการผลิต (Productivity) 13
2.2 ทฤษฎีลีน (LEAN) 15
2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด 18
2.4 หลักการ ซิกส์ ซิกมา (Six Sigma) 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) 27
2.6 การวิเคราะห์ปัญหาแบบ Why-Why (Why-Why analysis) 28
2.7 หลักการ PDCA 29
2.8 การวิเคราะห์ต้นทุน และประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis: CBA) 30
2.9 การบำรุงรักษา (Maintenance) 31
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 การนิยามปัญหา 37
3.1 จัดตั้งคณะทำงาน 37
3.2 การศึกษากระบวนการผลิต 37
3.3 การกำหนดปัญหา 41
3.4 กำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัด 42
3.5 การวิเคราะห์ปัญหาจากแผนผังแสดงเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) 42
3.6 สรุปนิยามปัญหา 53
บทที่ 4 การวิเคราะห์ปัญหา 54
4.1 ลมเย็น หรือ Quenching Air ออกไม่สม่ำเสมอ 54
4.2 การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน 67
บทที่ 5 การปรับปรุง และควบคุมกระบวนการผลิต 72
5.1 ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ 72
5.2 การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน 76
5.3 สรุปผลขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไข 80
5.4 การควบคุมลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ 81
5.5 การควบคุมเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง 81
บทที่ 6 บทสรุป และข้อเสนอแนะ 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1 บทสรุปผลการวิจัย 83
6.2 ข้อจำกัดในการวิจัย 87
6.3 ข้อเสนอแนะ 87
บรรณานุกรม 88
ภาคผนวก 90
ภาคผนวก ก. 91
ประวัติผู้เขียน 93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 นิยามของสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย 5

ตารางที่ 1.2 ปริมาณยอดขายสินค้าไฮยีนเดือนเมษายน 2563 ถึง พฤศจิกายน 2563 6

ตารางที่ 1.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพสินค้าดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 - ตุลาคม 2563 6

ตารางที่ 1.4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยสินค้าไม่ได้คุณภาพเกรดบี เกรดซี และของเสีย 8

ตารางที่ 1.5 แผนการดำเนินวิจัย 12

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย เดือนธันวาคม 2562 - ตุลาคม 2563 (ย้อนหลัง 10 เดือน) 42

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง 45

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ 45

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่อง 47

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความเสี่ยงของปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงัก 49

ตารางที่ 3.6 จัดลำดับค่าดัชนีความเสี่ยงของการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ 51

ตารางที่ 4.1 ผลต่างของความดันเทียบกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง 59

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของความดันกับปริมาณของเสีย 62

ตารางที่ 4.3 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์ 63

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดัน 63

ตารางที่ 4.5 สมการถดถอยของผลต่างความดัน 63

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของความดันกับปริมาณของเสีย 64

ตารางที่ 4.7 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์ 64

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดัน 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 สมการถดถอยของผลต่างความดัน 65

ตารางที่ 4.10 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของจำนวนปมธรรมชาติโดยวิธี Stepwise (Step Multiple Regression Analysis) 71

ตารางที่ 4.11 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์ 71

ตารางที่ 4.12 สมการถอถอยการการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใย 71

ตารางที่ 5.1 ค่าใช้จ่ายในการล้างตัวกรองลมทุก 10, 15 และ 30 วัน 75

ตารางที่ 5.2 ของเสียในการล้างตัวกรองทุก 10, 15 และ 30 วัน 75

ตารางที่ 5.3 ผลประโยชน์-ต้นทุนในการล้างตัวกรองทุก 10,15 และ 30วัน 76

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียหลังการปรับปรุง 83

ตารางที่ 6.2 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี ไม่ได้คุณภาพ และของเสียก่อนการปรับปรุง 85

ตารางที่ 6.3 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียหลังการปรับปรุง 86

ตารางที่ 6.4 ผลต่างราคาสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียก่อนและหลังปรับปรุง .. 86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น 2
รูปที่ 1.2 กระบวนการผลิตเส้นใย 4
รูปที่ 1.3 กราฟแสดงอัตราคุณภาพของสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย 7
รูปที่ 1.4 กราฟแสดงอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพเกรดบี เกรดซี และของเสีย 8
รูปที่ 1.5 แผนภาพพาเรโตแสดงปัญหาอัตราคุณภาพในกระบวนการผลิตเส้นใยสั้น 9
รูปที่ 1.6 ปมในถัง 10
รูปที่ 1.7 เส้นใยจากเครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อน 10
รูปที่ 2.1 เสาหลัก 8 ประการของ TPM 18
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต 19
รูปที่ 2.3 กราฟเรดาห์ 20
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา 21
รูปที่ 2.5 แผนภาพการกระจาย 21
รูปที่ 2.6 แผนภูมิควบคุม 22
รูปที่ 2.7 จุดพิกัดนอกเหนือเส้นควบคุม 23
รูปที่ 2.8 จุดพิกัดอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นควบคุม 23
รูปที่ 2.9 จุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดแสดงแนวโน้มไปด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ 24
รูปที่ 2.10 จุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด ขึ้นและลงเป็นแบบแผนซ้ำกัน (Cycle) 24
รูปที่ 2.11 จุดพิกัด 4 ใน 5 จุดอยู่ต่อเนื่องใกล้เส้นกลาง 24
รูปที่ 2.12 กราฟฮิสโตแกรม 25
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบ Why-Why 29
รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นแบบไม่ถักไม่ทอ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3.2 ฉีดพอลิเมอร์ผ่านรูฉีดพอลิเมอร์ผ่านรูหัวฉีดเส้นใย 39
รูปที่ 3.3 Cat Eye 40
รูปที่ 3.4 จัดเรียงเส้นใยผ่าน Cat Eye 40
รูปที่ 3.5 แผนผังก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาปมในถัง และเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเลื่อน 44
รูปที่ 3.6 กราฟพาเรโตแสดงค่าลำดับความเสี่ยงของปัญหาปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักหยุดชะงัก 52
รูปที่ 4.1 ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต 54
รูปที่ 4.2 ตัวกรองลมมีหัวน็อต 55
รูปที่ 4.3 ถอดตัวกรองลมโดยใช้ประแจ 55
รูปที่ 4.4 รังผึ้งบิดเบี้ยว 56
รูปที่ 4.5 เครื่องทำหยักหยุด 57
รูปที่ 4.6 เส้นใยไหลผ่านรูฉีดเส้นใย 57
รูปที่ 4.7 เส้นใยติดกัน 58
รูปที่ 4.8 พอลิเมอร์ขาวบนลวดไวร์เมช 58
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียกับผลต่างความดัน 61
รูปที่ 4.10 อ่างล้างตัวกรองลม 66
รูปที่ 4.11 ต้มตัวกรองลม 66
รูปที่ 4.12 ลูกกลิ้ง 67
รูปที่ 4.13 ถังใส่เส้นใย 67
รูปที่ 4.14 ปมธรรมชาติ 68
รูปที่ 4.15 ปมธรรมชาติระหว่างกระบวนการผลิต 68
รูปที่ 4.16 ลูกกลิ้งดึงเส้นใยลงถัง 69
รูปที่ 4.17 การจัดเรียงตัวของเส้นใยไม่ดี 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.1 ใบตรวจสอบหัวน็อตของตัวกรอง 73
รูปที่ 5.2 เปลี่ยนหัวน็อต และรังผึ้งของตัวกรองลม 74
รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการล้างตัวกรอง 76
รูปที่ 5.4 กราฟ 3 มิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเคลื่อนที่ 77
รูปที่ 5.5 กราฟแสดงเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งเทียบกับปมธรรมชาติ 77
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยเทียบกับปมธรรมชาติ 78
รูปที่ 5.7 อุปกรณ์สำหรับปรับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใย 79
รูปที่ 5.8 ใบตรวจสอบการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใย 79
รูปที่ 5.9 กราฟค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุง 80
รูปที่ 5.10 กราฟค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อน และหลังปรับปรุง 81
รูปที่ 5.11 แผนภูมิควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของ Sun Flower 82
รูปที่ 5.12 แผนภูมิควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย 82
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงอัตราคุณภาพสินค้าดี 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1 บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นที่ต้องการในกลุ่มลูกค้ามากขึ้นโดยเฉพาะผ้าแบบไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven Fabric) ซึ่งถูกนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์จำพวกที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ผ้าอนามัย ผ้าอ้อมเด็ก ทิชชู่เปียก เป็นต้น สิ่งทอทางด้านการแพทย์ เช่น ผ้าพันแผล ผ้าปิดจมูก เป็นต้น และสิ่งทอทางด้านยานยนต์ (Technical Textile) เช่น ผ้าบุหลังคารถ ผ้าบุกระโปรงรถ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในการสั่งซื้อสินค้าให้ได้มากที่สุด รวมถึงทำให้บริษัทสามารถอยู่รอดจากการมีส่วนแบ่งด้านการตลาดมากขึ้น ด้วยสาเหตุนี้การเพิ่มอัตราการผลิต และปรับปรุงกระบวนการผลิตจึงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ธุรกิจเติบโตและอยู่รอดบริษัทจึงได้มีการพิจารณาในการเพิ่มผลิตผลโดยการปรับปรุงอัตราคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ด้วยการลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ รวมถึงลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตให้ลดลง โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมต้นทุนการผลิตโดยการลดค่าใช้จ่ายที่สูญเปล่าในกระบวนการผลิตลง กล่าวคือลดการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นต่อการผลิตสินค้าในแต่ละครั้งและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตในอนาคต เนื่องจากในอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์นั้นมีปัญหาการผลิตที่สำคัญคือเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เช่น คน เครื่องจักร ฯลฯ ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาการเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงอัตราคุณภาพสินค้าดีให้มีปริมาณมากขึ้น และได้มาตรฐานตามความต้องการของลูกค้า

1. ประวัติความเป็นมาและรายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โรงงานกรณีศึกษาได้ก่อตั้งที่ประเทศไทยขึ้นในปี พ.ศ. 2551 ตั้งอยู่บนถนน I-2 นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ตั้งอยู่บนเนื้อที่ 200 ไร่ กำลังการผลิตอยู่ที่ 192,000 ตันต่อปี (ข้อมูลปี 2560) โรงงานเริ่มต้นจากการผลิตสินค้าจำพวกเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น (Staple fiber) และเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นที่มีรู (Hollow Conjugate fiber) สำหรับทำหมอน เส้นด้าย และเครื่องนุ่งห่ม หลังจากนั้นได้มีการพัฒนานำเส้นใยชนิดสั้นแบบไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven fiber) มาทำสินค้าจำพวกไฮยีน (Hygiene) ได้แก่ผ้าอ้อมเด็ก ผ้าอนามัย ทิชชู่เปียก ผ้าพันแผล เป็นต้น และอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ (Technical Textile) ได้แก่ หลังคารถยนต์ พรมรถยนต์ เป็นต้น เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าภายในตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

1.1.1 ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างกรณีศึกษา

รูปที่ 1.1 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น

<u>กระบวนการผลิตเส้นใยเส้นใยสังเคราะห์</u>

กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นมีลำดับขั้นตอนดังรูปที่ 1.2 โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

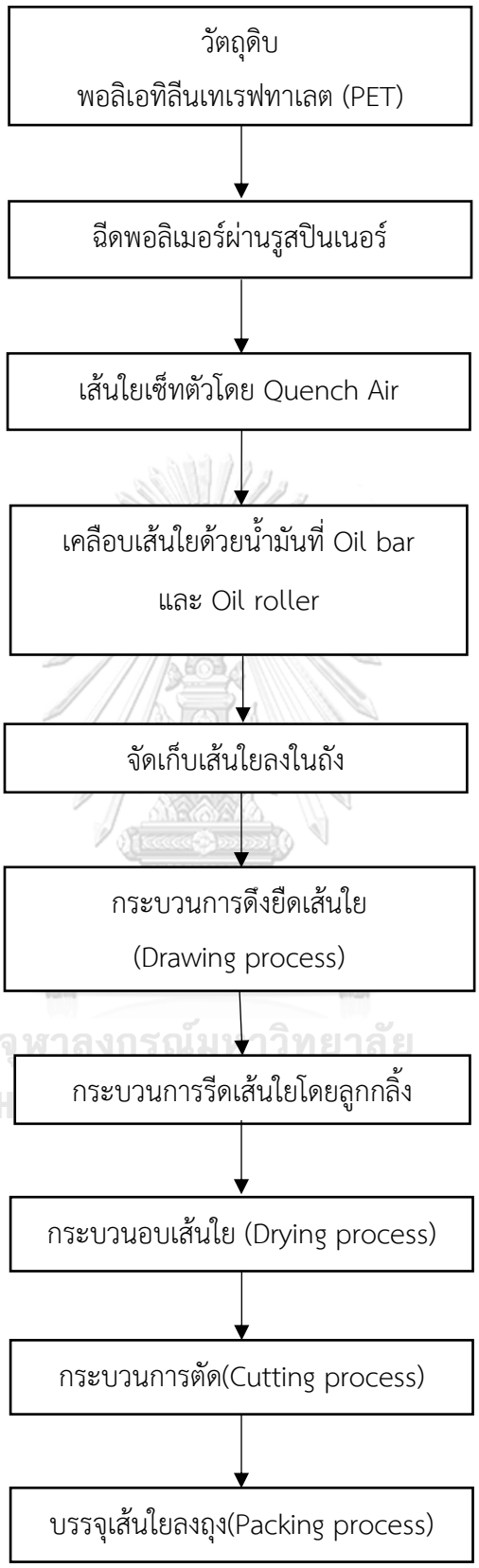
1. กระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการนำกรดเทเรพธาลิกบริสุทธิ์ (Purified Terephthalic Acid: PTA) ผสมกับโมโนเอทิลีนไกลคอล (Mono-ethylene glycol: MEG) ผ่านกระบวนการพอลิเมอไรเซชันซึ่งจะได้พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate: PET) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการทำเส้นใยสังเคราะห์
2. พอลีเมอร์เหลวที่ได้จากการทำปฏิกิริยาเคมีจะไหลไปตามท่อเข้าสู่กระบวนการปั่น (Spinning process) โดยที่พอลิเมอร์ที่ถูกหลอมเหลมที่อุณหภูมิ 280°C จะถูกอัดหรือฉีดผ่านสปินเนอร์ที่มีรูจำนวนมาก (Spinneret holes)
3. พอลิเมอร์ที่ผ่านกระบวนการฉีดจากแพคจะถูกทำให้เซ็ทตัวเป็นเส้นโดยผ่านลมเย็นที่เรียกว่า Quench Air และ เคลือบเส้นใยด้วยน้ำมัน (Spin Finish Oil) โดยผ่าน Oil bar และ Oil roller ซึ่งทำหน้าที่เคลือบเส้นใยเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างลูกกลิ้งโลหะ (Roller) กับเส้นใย สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการข้างต้น เรียกว่า “Tow” (เส้นใยหลายเส้นรวมตัวกัน) และทำการจัดเก็บไว้ในถังใส่เส้นใยเรียกว่า “Tow can”
4. เมื่อได้ปริมาณเส้นใยตามที่ต้องการจึงเข้าสู่กระบวนการดึงยืด (Drawing Process) เพื่อให้ได้ความโตของเส้นใย (Denier) สุดท้ายตามที่ต้องการโดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความโตของเส้นใยสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ เส้นใยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก (fine denier) และเส้นใยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ (coarse denier)

5. เมื่อผ่านกระบวนการดึงยืดจะถูกรักษาโครงสร้างหลังการดึงยืดด้วยการรีดโดยลูกกลิ้งขนาดใหญ่ที่ความร้อน 150-160°C เป็นการรักษาโครงสร้างของเส้นใยหลังกระบวนการดึงยืด
6. หลังกระบวนการดึงยืดและรีดเส้นใยจะถูกทำให้เป็นหยัก (Crimp) โดยเครื่องทำหยัก เรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการทำหยัก (Crimping process)
7. ทำให้เส้นใย (Fiber) แห้งด้วยการอบเส้นใยด้วยเตาอบ (Dryer) ซึ่งจะมีหน้าที่ระเหยความชื้นออกจากเส้นใย และรักษารอยหยักของเส้นใยให้คงรูปก่อนเข้าสู่กระบวนการตัด
8. เส้นใยเข้าสู่กระบวนการตัดเพื่อให้ได้ความยาวของเส้นใยตามความเหมาะสมตามการนำไปใช้งาน โดยความยาวของเส้นใยมี 4 ขนาดคือ 32 มิลลิเมตร (มม.), 51 มม., 64 มม. และ76 มม.
9. บรรจุเส้นใยลงถุง (Packing process) และนำไปเก็บที่คลังสินค้าเพื่อรอจัดส่งให้ลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1.2 กระบวนการผลิตเส้นใย

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการดำเนินธุรกิจนอนวูฟเวน (Nonwoven) จำพวกสินค้าไฮยีนเป็นที่ต้องการมากในกลุ่มลูกค้าต่างประเทศทั้งฝั่งยุโรป และเอเชียซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกได้ประสบวิกฤตการณ์การแพร่ระ-บาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 (COVID-19) แต่ต้องเผชิญปัญหาด้านการแข่งขันทางด้านการตลาดคือราคาของเส้นใยในตลาดลดต่ำลง ซึ่งสวนทางกับคุณภาพของสินค้าที่มากขึ้น ทั้งที่ต้นทุนการผลิตในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น คือค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและพลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้โรงงานกรณีศึกษาหันมามองเรื่องการเพิ่มผลผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าและสามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นๆได้โดยการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือลดปริมาณของเสียและลดปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพในกระบวนการผลิตให้มีปริมาณน้อยลง แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเดิมตามที่ลูกค้าต้องการ

ตารางที่ 1.1 นิยามของสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย

ประเภทของคุณภาพสินค้า	คำบรรยาย	ตัวอย่าง
สินค้าคุณภาพดี	สินค้าที่ตรงตามความต้องการของลูกค้า (เกรดเอ)	- ไม่มีตำหนิเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
สินค้าไม่ได้คุณภาพ	สินค้าที่มีความบกพร่องทางด้านคุณภาพ (สินค้าเกรดบี และเกรดซี) เกิดขึ้นหลังจากเกิดตำหนิในกระบวนการผลิต เช่น ปม	- ความเร็วของการผลิตลดลงกว่ามาตรฐานทุกครั้งที่เกิดตำหนิ เช่นการเกิดปม เส้นใยพันลูกกลิ้ง ขอบของแพเส้นใยแข็งโดยเกิดจากเครื่องทำหยักหยุดชะงัก เป็นต้น
ของเสีย	สินค้าที่ไม่เป็นตำหนิระหว่างเดินการผลิต	- ตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น ปม เส้นใยพันที่ลูกกลิ้ง และจำนวนครั้งที่เครื่องทำหยักหยุดชะงัก

จากตารางที่ 1.1 การคัดแยกสินค้าไม่ได้คุณภาพที่เกิดจากตำหนิในกระบวนการผลิต เป็นการตัดสินใจของพนักงานปฏิบัติงาน และพนักงานควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

1.3 สภาพปัญหาโดยรวมในปัจจุบัน

เนื่องจากปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการในการสั่งซื้อเส้นใยสังเคราะห์สั้นจำพวกนอนวูฟเวนสำหรับผลิตสินค้าไฮยีนสูงขึ้นโดยที่โรงงานกรณีศึกษาได้มีการเดินเครื่องจักรเต็มกำลังการผลิต (เดินเครื่อง 24 ชั่วโมง) เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า โดยสามารถอ้างอิงได้จากยอดขายสินค้าไฮยีนได้ตามตารางที่ 1.2 และมีคู่แข่งทางด้านราคาที่มากขึ้นทางบริษัทกรณีศึกษาจึงมีแนวคิดในการ

ปรับปรุงอัตราคุณภาพของสินค้าเพื่อนำไปสู่ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น โดยที่คุณภาพของสินค้ายังคงเดิมตามที่ลูกค้าต้องการ แต่ปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ และปริมาณของเสียลดลงรวมถึงต้นทุนในการผลิตลดลง จากการศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องในกระบวนการผลิตเส้นใยตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 10 เดือน พบว่าอัตราคุณภาพสินค้าดีมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 92.97% อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 6.11% และของเสียที่เกิดระหว่างผลิตสินค้าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.93% ดังที่แสดงในตารางที่ 1.3

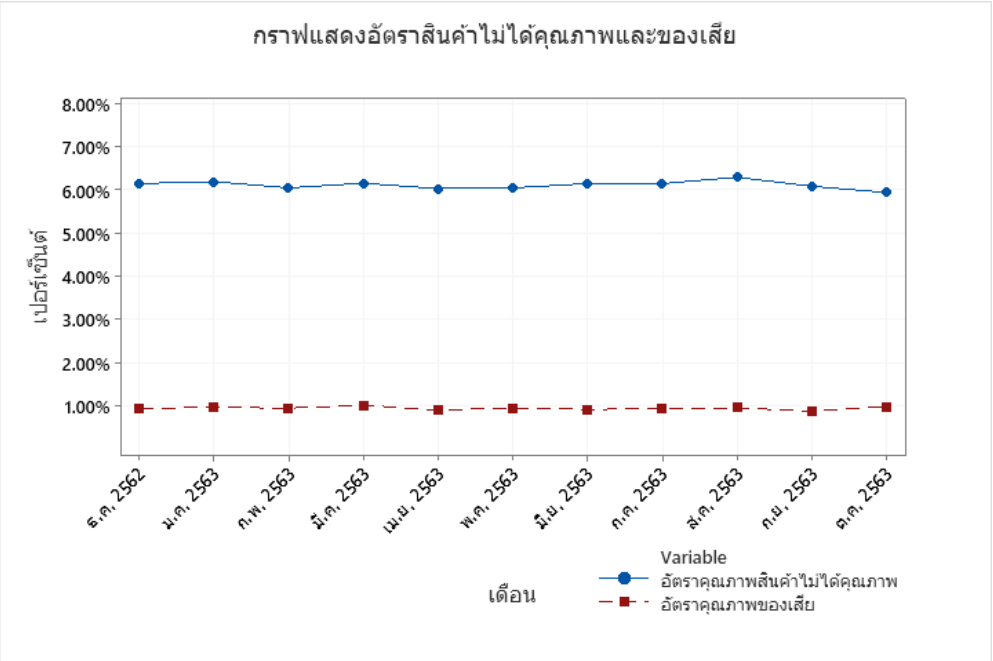
ตารางที่ 1.2 ปริมาณยอดขายสินค้าไฮยีนเดือนเมษายน 2563 ถึง พฤศจิกายน 2563

เดือน	เม.ย.-63	พ.ค.-63	มิ.ย.-63	ก.ค.-63	ส.ค.-63	ก.ย.-63	ต.ค.-63	พ.ย.-63	ธ.ค.-63
ปริมาณการขาย (,000 ตัน)	2.88	2.41	2.52	2.65	2.99	3.34	3.64	3.72	3.76

ตารางที่ 1.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพสินค้าดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 - ตุลาคม 2563

เดือน	อัตราคุณภาพสินค้าดี	อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ	อัตราคุณภาพของเสีย
ธ.ค. 2562	92.92%	6.14%	0.93%
ม.ค. 2563	92.86%	6.19%	0.95%
ก.พ. 2563	93.02%	6.05%	0.94%
มี.ค. 2563	92.85%	6.15%	1.00%
เม.ย. 2563	93.08%	6.03%	0.89%
พ.ค. 2563	93.13%	5.95%	0.91%
มิ.ย. 2563	92.95%	6.14%	0.91%
ก.ค. 2563	93.00%	6.09%	0.91%
ส.ค. 2563	92.76%	6.29%	0.95%
ก.ย. 2563	93.06%	6.08%	0.86%
ต.ค. 2563	93.09%	5.94%	0.97%
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน	92.97%	6.10%	0.93%

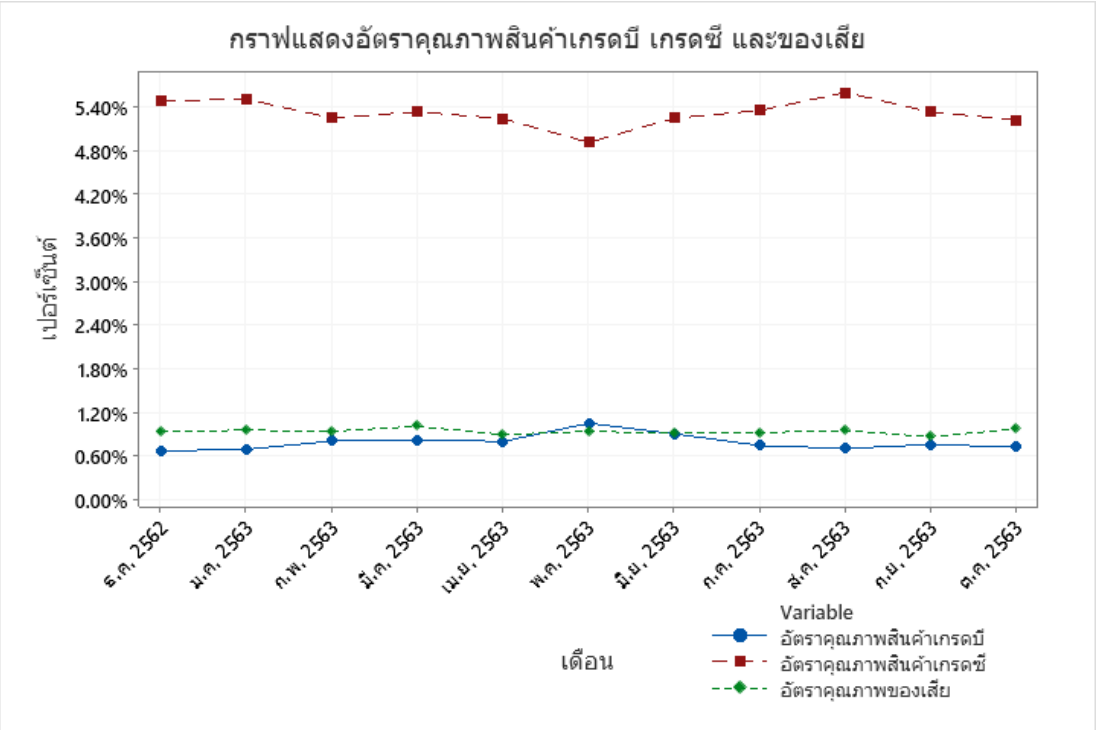
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1.3 กราฟแสดงอัตราคุณภาพของสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย
เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563

จากตารางรูปที่ 1.3 เมื่อนำมาพล็อตกราฟเพื่อดูแนวโน้มอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียจะได้กราฟดังรูปที่ 1.3 ซึ่งพบว่าอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแต่ละเดือนสูงกว่าจำนวนของเสีย แล้วเมื่อนำมาทำกราฟเพื่อดูอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพจะได้กราฟดังรูปที่ 1.4 พบว่าเปอร์เซ็นต์สินค้าเกรดซีมีปริมาณมากกว่าเกรดบี และของเสีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1.4 กราฟแสดงอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพเกรดบี เกรดซี และของเสีย เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563

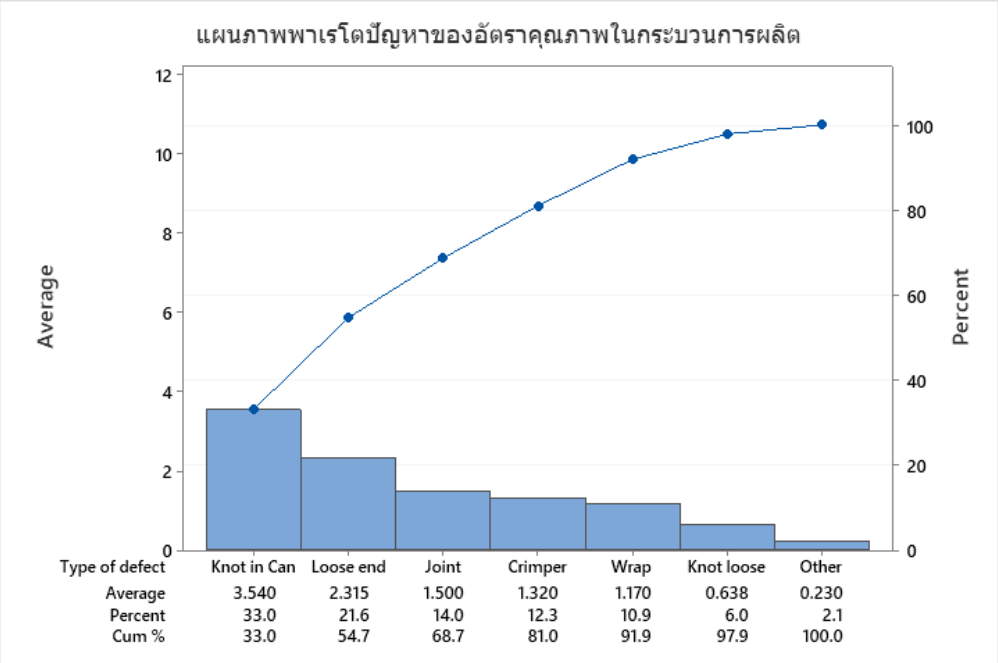
ตารางที่ 1.4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยสินค้าไม่ได้คุณภาพเกรดบี เกรดซี และของเสีย

เดือน	อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ		อัตราคุณภาพของเสีย
	อัตราคุณภาพสินค้าเกรดบี	อัตราคุณภาพสินค้าเกรดซี	
ธ.ค. 2562	0.67%	5.48%	0.93%
ม.ค. 2563	0.69%	5.50%	0.95%
ก.พ. 2563	0.80%	5.24%	0.94%
มี.ค. 2563	0.82%	5.33%	1.00%
เม.ย. 2563	0.80%	5.23%	0.89%
พ.ค. 2563	1.05%	4.91%	0.91%
มิ.ย. 2563	0.77%	5.37%	0.91%
ก.ค. 2563	0.74%	5.35%	0.91%
ส.ค. 2563	0.66%	5.63%	0.95%
ก.ย. 2563	0.76%	5.33%	0.86%
ต.ค. 2563	0.72%	5.22%	0.97%
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน	0.77%	5.33%	0.93%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลปัญหาต่างๆที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพสินค้า ที่ทำให้เกิดสินค้าไม่ได้คุณภาพ หรือไม่ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้ากำหนดรวมถึงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทางผู้วิจัยและทีมงานในกระบวนการผลิตได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 แล้วนำข้อมูลมาแสดงเป็นแผนภาพพาเรโตตามรูปที่ 1.5 พบว่าปัญหาที่ส่งผลกับทำให้อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีดังนี้

1. ปมในถัง (Tow Can) 33%
2. หางของเส้นใย (Loose end) 21.6%
3. ปมที่เกิดจากการตั้งใจมัด (Joint) 14%
4. เครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อน (Crimper Slide and Crimper Knock) 12.3%
5. เส้นใยพันที่ลูกกลิ้ง (Wrapping) 10.9%
6. ปมหลุดเอง (Knot loose) 6%
7. อื่นๆ (Other) 2.1%



รูปที่ 1.5 แผนภาพพาเรโตแสดงปัญหาอัตราคุณภาพในกระบวนการผลิตเส้นใยสั้น

จะเห็นได้ว่าปัญหาคุณภาพที่พบมากที่สุดคือปมในถัง หางของเส้นใย และปมที่เกิดจากการตั้งใจมัด ซึ่งปมที่เกิดจากการตั้งใจมัด และหางของเส้นใยเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากเนื่องจากเกิดขึ้นเมื่อมีการทำความสะอาดรูสปินเนอร์ และในบางครั้งไม่สามารถลดจำนวนลงได้เพราะเป็นความต้องการของลูกค้าเนื่องจากส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใยทำให้เกิดตำหนิเมื่อนำไปขึ้นเป็นผืนผ้าแบบไม่ถักไม่ทอจึงทำให้เกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้าผู้วิจัยจึงเล็งเห็นที่จะปรับปรุงปัญหาที่เกิดจากปมในถังและเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเลื่อนดังที่แสดงในรูปที่ 1.6 และ 1.7

รูปที่ 1.6 ปมในถัง

รูปที่ 1.7 เส้นใยจากเครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อน

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น

1.5 ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตเส้นใยสั้นสำหรับสินค้าไฮยีนตั้งแต่กระบวนการปั่นจนถึง กระบวนการบรรจุสินค้า

2. ศึกษาปัญหาที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3. วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4. ศึกษาทฤษฎีสำหรับเพิ่มผลผลิต

5. วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าอัตราคุณภาพสินค้าดี (A%)

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิต และขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพ

2. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพและของสียเป็นเวลา 10 เดือนย้อนหลัง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์แบบแผนภาพพาเรโต (Pareto chart) เพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาด้านอัตราคุณภาพ

4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และกำหนดแนวทางในการปรับปรุง

5. สร้างมาตรฐาน และกำหนดแผนควบคุม

6. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงเพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดี (A%)

7. สรุปผลการวิจัย และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ

2. ปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียลดลง

3. ปริมาณผลผลิตสินค้าคุณภาพดี (เกรด A) เพิ่มขึ้น

1.8 แผนการดำเนินงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.5 แผนการดำเนินวิจัย

กิจกรรม	ก.ย. 63	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64	ก.พ. 64	มี.ค. 64	เม.ย 64	พ.ค. 64	มิ.ย 64	ก.ค 64
1. ศึกษากระบวนการผลิต และขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร											
2. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเครื่องมือคุณภาพสำหรับใช้ในการวิเคราะห์และจัดการปัญหา											
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพและของสีย											
4. วิเคราะห์ข้อมูล และหาสาเหตุของปัญหา											
5.กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา											
6. สร้างมาตรฐาน และกำหนดแผนควบคุม											
7. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุง และนำมาคำนวณหาอัตราคุณภาพสินค้าดี(เกรดเอ)											
8. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ											

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภาพการผลิต (Productivity)

ผลิตภาพการผลิตคือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพการการทำงาน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้ปริมาณตามต้องการ สูตรการคำนวณ คืออัตราส่วนระหว่างผลที่ได้จากกระบวนการผลิต(Output) ต่อการใช้ปัจจัยในการผลิตหรือสิ่งที่ป้อน(Input)

$$\text{ผลิตภาพ} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปัจจัยในการผลิตหรือปัจจัยนำเข้า}}$$

โดยที่

ผลผลิต คือผลงานจากการผลิตในรูปของสินค้า และบริการแต่ไม่นำของเสียมาคำนวณ

ปัจจัยในการผลิตหรือปัจจัยนำเข้า คือทรัพยากรต่างๆที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ

จึงสรุปได้ว่าการเพิ่มผลิตภาพคือการใช้วัตถุดิบตั้งต้นให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยพยายามขจัดไม่ให้เกิดปัจจัยการผลิตที่เป็นของเสียซึ่งผลิตภาพการผลิตสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ผลิตภาพโดยรวมเฉพาะส่วน (Partial productivity) ผลิตภาพองค์ประกอบรวม (Total factor productivity) และผลิตภาพรวม (Total productive)

1. ผลิตภาพโดยรวมเฉพาะส่วน (Partial productivity) คืออัตราส่วนระหว่างผลิตผลต่อทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตแต่ละชนิด เช่นผลิตภาพเรื่องเงินลงทุน ผลิตภาพวัตถุดิบ ผลิตภาพค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2. ผลิตภาพการผลิตรวม (Total factor productive: TFP) คืออัตราส่วนผลิตผลสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินทุน และแรงงาน ซึ่งเป็นการวัดผลิตภาพ

3. ผลิตภาพรวม(Total productive) คืออัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>การเพิ่มผลิตภาพเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า</u> ได้แก่

- ผลผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม
- ผลผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจัยการผลิตลดลง
- ผลผลิตเท่าเดิม ปัจจัยการผลิตลดลง

- ผลผลิตลดลง ปัจจัยการผลิตลดลงมากกว่าเดิม

- ผลผลิตคงที่ ปัจจัยการผลิตลดลง

โดยการเพิ่มผลผลิตจะเกิดขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมีลักษณะเป็นวงจรเรียกว่า วงจรผลิตผล (Productivity cycle) มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวัดผลงาน (Measurement) การประ-เมินผลงาน (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement)

<u>องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพได้แก่</u>

1. คุณภาพ (Quality) คือการผลิตสินค้าให้ได้ตามมาตรฐานของสินค้า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าหรือทำให้ลูกค้าพึงพอใจ

2. ต้นทุน (Cost) คือการลดต้นทุนโดยคุณภาพของสินค้ายังคงเดิม และได้ตามมาตรฐาน

3. การส่งมอบ (Delivery) คือการส่งมอบสินค้าให้หน่วยงานถัดไปได้ตรงเวลาโดยที่มีจำนวนของสินค้าครบถ้วนและคุณสมบัติตรงตามที่ลูกค้าต้องการ

4. ความปลอดภัย (Safety) คือการสร้างความปลอยภัยในการทำงาน และไม่เป็นอันตรายต่อพนักงาน

5. สิ่งแวดล้อม (Environment) คือการดำเนินธุรกิจโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

6. จรรยาบรรณ (Ethics) คือการดำเนินธุรกิจโดยไม่เอาเปรียบลูกค้า และทุกๆฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

7. ขวัญกำลังใจในการทำงาน (Morale) คือสภาพทางจิตใจของผู้ปฏิบัติงานโดยการสร้างสภาพแวด-ล้อม และบรรยากาศในการทำงานเพื่อเอื้ออำนวยต่อการทำงานของพนักงานที่จะปฏิบัติงานอย่างเต็มความสามารถ

<u>ประโยชน์ของการเพิ่มผลผลิต</u>

การเพิ่มผลผลิตมีทั้งประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อองค์กร คือสามารถสร้างผลกำไรที่มากขึ้น ขยายโอกาสทางธุรกิจ สร้างความมั่นคงให้กับองค์กร และยกระดับคุณภาพสินค้า

2. ประโยชน์ต่อผู้บริโภค คือราคาของสินค้าลดลง และคุณภาพของสินค้าดีขึ้น

2.2 ทฤษฎีลีน (LEAN)

คำว่า “ลีน” ในภาษาอังกฤษแปลว่า ผอมหรือบาง กล่าวคือการไม่มีส่วนเกิน และในการผลิตลีนหมายถึง การออกแบบและจัดการอย่างถูกต้องเหมาะสมในครั้งแรกที่ดำเนินการ และเป็นแนวทางที่ก่อให้เกิดการปรับตัวในสภาวะการแข่งขันที่ขึ้นกับเวลา โดยใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด สะดวกรวดเร็ว ลดต้นทุน ลดเวลาและเพิ่มคุณภาพในระบบการผลิต

ดังนั้นระบบแนวคิดของลีนเป็นการกำจัดความสูญเปล่าในการผลิต และเป็นกระบวนการดำเนินงานที่เน้นการสร้างมูลค่าให้ได้มากที่สุด กล่าวคือระบบลีนเป็นระบบที่มุ่งเน้นในการเพิ่มผลลัพธ์ด้วยการใช้ปัจจัยนำเข้าที่น้อยลง เช่น ใช้แรงงาน และสินค้าคงคลังน้อยลง

ระบบการผลิตแบบลีนมีต้นกำเนิดมาจากอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลักเพราะฉะนั้นจึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง ต่อมาเฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ได้ริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตที่มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้ำ และถือว่าความสูญเสียจากกระบวนการผลิตคืออุปสรรคต่อการเคลื่อนที่จึงนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบรถยนตร์ ซึ่งทำให้เวลาในการผลิตลดลง ต่อมาบริษัทโตโยต้าประเทศญี่ปุ่นได้พยายามเลียนแบบแนวคิดของฟอร์ดแต่พบว่าสภาพบริษัทยังไม่เหมาะสมที่จะใช้ระบบฟอร์ด จึงได้คิดระบบของตัวเอง เรียกว่าระบบผลิตแบบโตโยต้า หรือแบบทันเวลาพอดี (Just In Time Production System: JIT) ซึ่งหลักการสำคัญ คือ ผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็นตามปริมาณที่ต้องการ และภายในเวลาที่ต้องการ โดยมุ่งเน้นกำจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน ได้แก่

1.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2.ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3.ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
4.ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5.ความสูญเสียเนื่องกระบวนการผลิต (Processing)
6.ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
7.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.2.1 ทฤษฎี SMED

ทฤษฎี SMED หรือ Single Minute Exchange of Die เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่อยู่ในทฤษฎีลีน (Alves & Tenera,2009) ซึ่งใช้สำหรับลดเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักรให้อยู่ในหน่วยนาที และ เป็นการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์อย่างรวดเร็ว หลักการของSMED นั้นถูกพัฒนาโดย Shigeo

Shingo (วิศวะอุตสาหการชาวญี่ปุ่น) ซึ่งเป้าหมายของแนวคิดนี้คือลดเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักรให้เวลาเหลือน้อยกว่า 10 นาที

แนวคิดหลักของSMED เป็นการลดระยะเวลาในการเปลี่ยนอุปกรณ์โดยที่อุปกรณ์ชิ้นไหนสามารถประกอบภายนอกกระบวนการผลิตให้ทำไว้ก่อน แล้วจึงนำไปใส่เมื่อเครื่องจักรหยุดผลิตซึ่งประกอบเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. งานภายใน (Internal) คือ การปฏิบัติงานในขณะที่เครื่องจักรหยุด
2. งานภายนอก (External) คือ การปฏิบัติงานในขณะที่เครื่องจักรทำงาน

ขั้นตอน SMED แบ่งได้ 4 ขั้นตอน

1. Set up Process Map
2. Classifying activities as external and internal setups
3. Transferring internal to external activities
4. Streamline all internal and external activities

ประโยชน์ของทฤษฎี SMED คือ ช่วยลดระยะเวลาในการติดตั้งเครื่องจักร

2.2.2 ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม หรือ TPM เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยริเริ่มชาวญี่ปุ่นชื่อ Seiichi Nakajima โดย TPM เป็นการรักษาเครื่องจักร โดยเริ่มพัฒนามาจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการทำ Preventive maintenance(PM) เป็นการบำรุงรักษาไม่ให้เครื่อง-จักรเสียเพื่อให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีอายุการใช้งานนานขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการปรับปรุงพื้นฐานความคิดของคนให้เกิดความกระตือรือร้น และสร้างทักษะความสามารถในการทำงานของพนักงาน เนื่องจาก TPM เป็นกระบวนการที่ให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ เครื่องจักรของตนเองเพื่อบรรลุเป้าหมายโดยรวมขององค์กร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

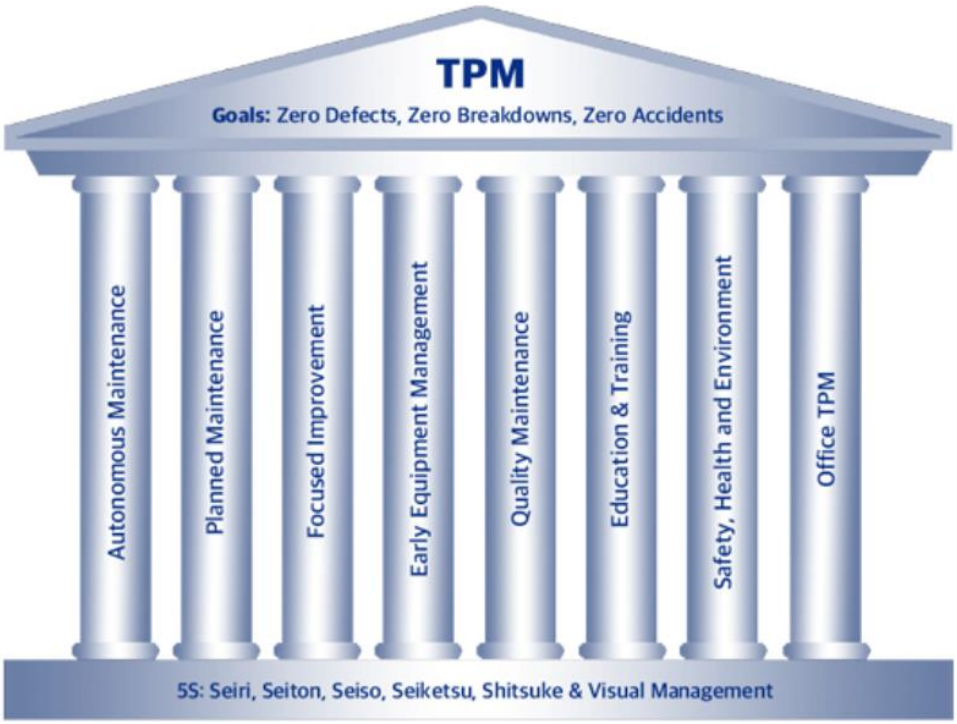
<u>เสาหลัก 8 ประการของทฤษฎีการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม</u>

เป็นหลักการพื้นฐานของการหลักการ TPM มาใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งประกอบไปด้วย 8 เสาได้แก่

1. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) หรือ JISHU HOZEN เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรเบื้องต้น ซึ่งผู้ควบคุมเครื่องจักรจะทำการตรวจสอบอุปกรณ์ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

2. การซ่อมบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) เป็นการทำให้เครื่องจากปราศจากปัญหาขณะเดินเครื่อง หรือไม่ทำให้เครื่องจักรเสีย (Breakdown) โดยการจัดกิจกรรมบำรุงรักษาที่มีการวางแผนและกำหนดไว้ล่วงหน้า เป้าหมายของการซ่อมบำรุงตามแผนคือการลดเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักร (Downtime)
3. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focus Improvement) หรือ KOBETSU KAIZEN ความหมายของ KAIZEN คือการเปลี่ยนแปลงเพื่อสิ่งที่ดีกว่า
4. การบริหารจัดการตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ (Early Equipment Management) คือการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ โดยเรียนรู้มาจากการบำรุงรักษาอุปกรณ์การผลิตที่มีประสิทธิผล
5. การบำรุงรักษาด้านคุณภาพ (Quality Maintenance) เป็นการรักษาคุณภาพของสินค้าด้วยการตรวจหาความผิดพลาดที่จะผลิตของเสียออกมา ซึ่งนำไปสู่การเกิดความสูญเปล่าในการผลิตสินค้า
6. การศึกษาและการฝึกอบรม (Education and Training) เป็นการทำให้พนักงานมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างถูกต้อง
7. การจัดการด้านความปลอดภัย (Safety, Health and Environment) เป็นการจัดการสิ่งแวดล้อมในการผลิต เพื่อกำจัดปัจจัยที่เสี่ยงกับพนักงานขณะทำการผลิต คือการทำ 5ส
8. การบำรุงรักษาสำนักงาน (Office TPM) เป็นการนำแนวคิด TPM มาบริหารจัดการในส่วนของสำนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.1 เสาหลัก 8 ประการของ TPM

ประโยชน์ของการนำหลักการ TPM มาใช้คือ

1. Zero Breakdown คือไม่มีการหยุดงานโดยไม่ได้วางแผน

2. Zero Accidence คือ ไม่มีอุบติเหตุที่ส่งผลต่อความปลอดภัยของพนักงาน

3. Zero Defect คือ ไม่มีของเสียส่งถึงมือลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

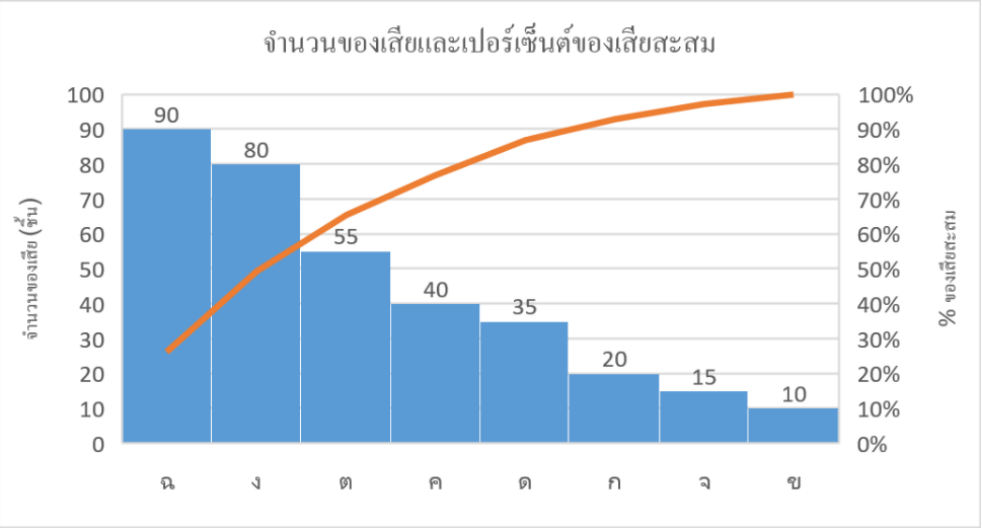
ใบตรวจสอบ คือฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อสะดวกต่อการอ่านข้อมูล โดยที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก ซึ่งเป็นฟอร์มที่อยู่ในรูปตารางหรือรูปภาพ เช่น การนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตใบตรวจสอบในการผลิตมีหลายแบบ เช่น

- ใบตรวจสอบการผลิต
- ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง
- ใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง

- ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง

2. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภาพพาเรโต หรือที่รู้จักกันในชื่อหลักการ 80/20 คือสิ่งที่สำคัญจะอยู่ในสัดส่วนที่น้อย และสิ่งที่ไม่สำคัญจะอยู่ในสัดส่วนที่มากกว่า ถูกตั้งขึ้นในปี 1895 โดย Vifredo Pareto แผนภาพนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยจัดลำดับสาเหตุที่มาจากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา โดยการเรียงลำดับปัญหาตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหา ส่วนแกนตั้งเป็นร้อยละของปัญหาที่พบ



ที่มา: R&DBI

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. กราฟ (Graph)

เป็นแผนภาพที่ช่วยนำเสนอข้อมูลอย่างง่ายที่สามารถทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ โดยที่กราฟประเภทต่างๆจะใช้แสดงข้อมูลเพื่อช่วยให้ผู้ใช้ หรือผู้ดูเข้าใจข้อมูลได้ง่าย ชนิดของกราฟสามารถแบ่งได้ 4 ชนิด

3.1 กราฟแท่ง (Bar Chart) : ใช้สำหรับเปรียบเทียบขนาดของข้อมูล และข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงระยะเวลา

3.2 กราฟเส้น (Line Chart) : ใช้สำหรับแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล หรือแสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงระยะเวลา เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า 6 เดือนย้อนหลัง เป็นต้น

3.3 แผนภูมิวงกลม (Pie Chart) : มีลักษณะการใช้งานเหมือนแผนภูมิแท่ง แต่แสดงผลออกมาในรูปแบบเปอร์เซ็นต์

3.4 กราฟเรดาร์ หรือกราฟแมงมุม : ใช้สำหรับแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลัง รวมถึงแสดงข้อมูลในหลายหัวข้อพร้อมๆกันเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

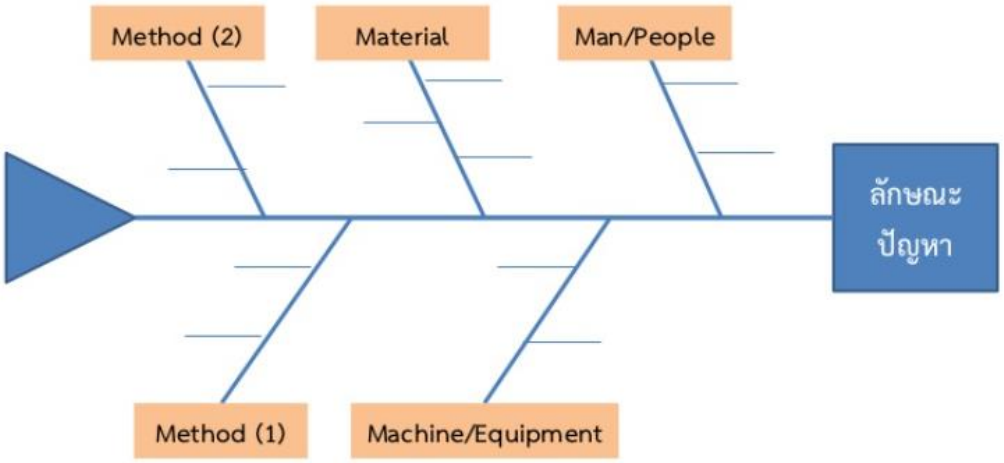
ที่มา: reportingengineer.com

รูปที่ 2.3 กราฟเรดาห์

4. แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect diagram)

แผนผังเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram: FBD) ถูกคิดค้นโดยชาวญี่ปุ่น ชื่อ Kaoru Ishikawa เพื่อใช้ค้นหาสาเหตุของปัญหา เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปัญหา และสาเหตุของปัญหาซึ่งวิธีนี้จัดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่อยู่ใน QC 7 Tools หลักการของผังก้างปลาคือการระดมความคิดของคนในทีมเพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยหลักๆจะแบ่งเป็น Man (Man-power), Machine, Method, Material และ Environment ซึ่งปัญหาจะถูกแสดงไว้ที่หัวของก้างปลา และปัจจัยอื่นๆจะถูกแสดงไว้ที่ก้างปลา ดังรูปที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



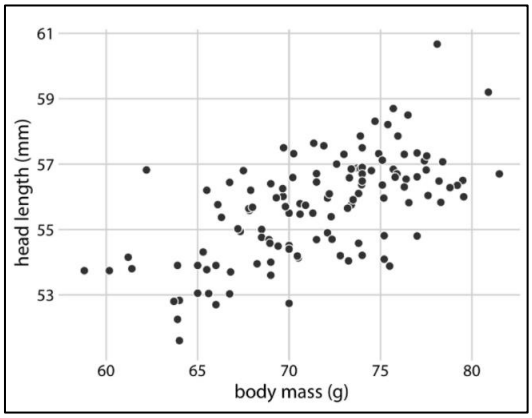
ที่มา : กระทรวงพลังงาน

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

5. แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram)

แผนภาพการกระจาย เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด โดยจุดที่พล็อตลงในแผนภาพโดยที่ตัวแปรหนึ่งอยู่บนแกน X และอีกตัวแปรหนึ่งอยู่บนแกน Y ถ้ามีลักษณะเป็นแนวโน้มขึ้น หรือลงตลอดด้วยอัตราคงที่ แสดงว่าชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด น่าจะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในกรณีชุดข้อมูลมีลักษณะกระจัดกระจายไม่เป็นรูป แสดงว่าชุดข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

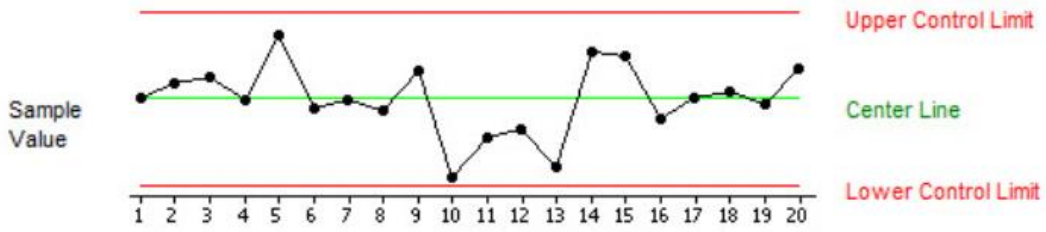


ที่มา: nutdnuy.medium.com

รูปที่ 2.5 แผนภาพการกระจาย

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม หรือ Shewhart charts ตามชื่อของ Walter A. Shewhart เป็น 1 ใน 7 เครื่องมือทางสถิติโดยใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิต หรือนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและบ่งชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL) เส้นควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) และเส้นกลาง (Central Limit: CL) โดยเส้นกลางจะอยู่ที่ค่าเฉลี่ย และระยะห่างของเส้นกลาง กับเส้นควบคุมบน จะมีค่าเท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 Sigma) ดังที่แสดงในรูปที่ 2.6



ที่มา : การควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 2.6 แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

บทที่ 1 แผนภูมิควบคุมเชิงประมาณ (Variable Chart) ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลขหน่วยวัด เช่น ความกว้าง น้ำหนัก อุณหภูมิ เป็นต้น สามารถแบ่งแผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณได้ 3 แบบ

- แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว (I-MR Chart หรือ X-MR Chart) ใช้เมื่อข้อมูลเป็นของแต่ละหน่วย
- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และพิสัย (Xbar-R chart) ใช้เมื่อข้อมูลแบ่งเป็น Subgroup
- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Xbar-S chart) ใช้เมื่อข้อมูลแบ่งเป็น Subgroup และขนาดของ subgroup มากกว่า 8

บทที่ 2 แผนภูมิควบคุมเชิงตัวเลข (Attribute Chart) ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลขหน่วยนับ เช่น จำนวนตำหนิ โดยแผนภูมิควบคุมเชิงตัวเลขสามมารถแผ่งแผนภูมิได้ 3 แบบ

- แผนภูมิ p (p chart) ใช้สำหรับควบคุมสัดส่วน (proportion) จำนวนของเสียในกระบวนการผลิต

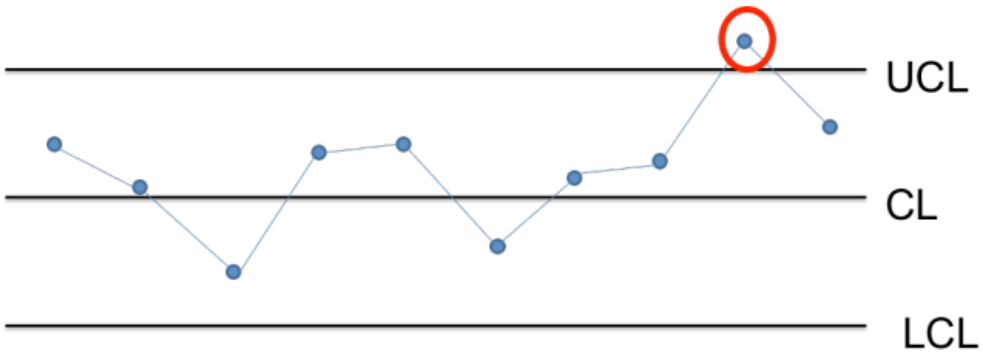
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- แผนภูมิ c (c chart) และแผนภูมิ u (u chart) ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นจำนวนนับจำพวกรอยตำหนิ หรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ต่างกันตรง c chart ต้องมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน

<u>การวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลในแผนควบคุม</u>

คือการวิเคราะห์ผลจากกระบวนการโดยดูจุดที่ปรากฏบนแผนภูมิ โดยบ่งชี้ว่ามีความผันแปรที่ผิดธรรมชาติ (Special cause variation) หรือไม่ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 6 แบบดังต่อไปนี้

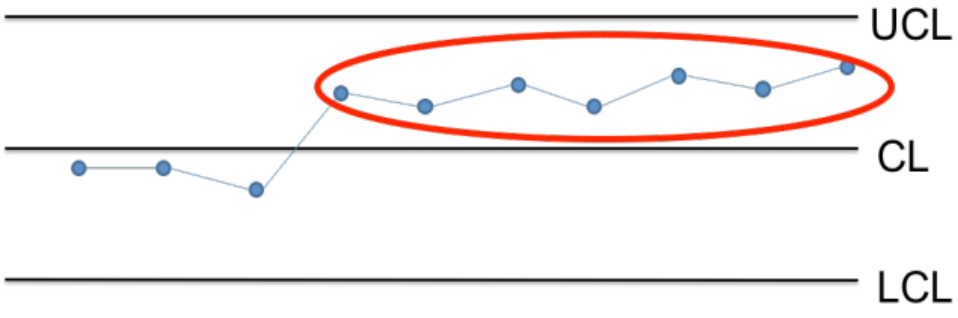
1. มีจุดพิกัดที่อยู่นอกเหนือเส้นควบคุม (Out of Control)



ที่มา : ทนง ประสานพานิช พ.บ.

รูปที่ 2.7 จุดพิกัดนอกเหนือเส้นควบคุม

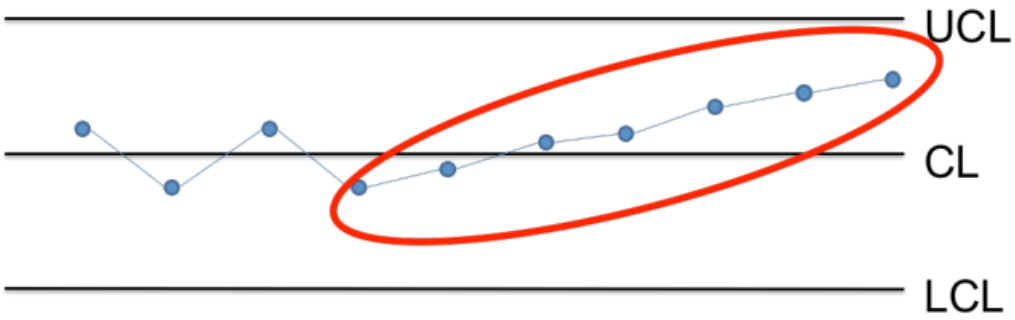
2. จุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดอยู่ติดกันด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



ที่มา : ทนง ประสานพานิช พ.บ.

รูปที่ 2.8 จุดพิกัดอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นควบคุม

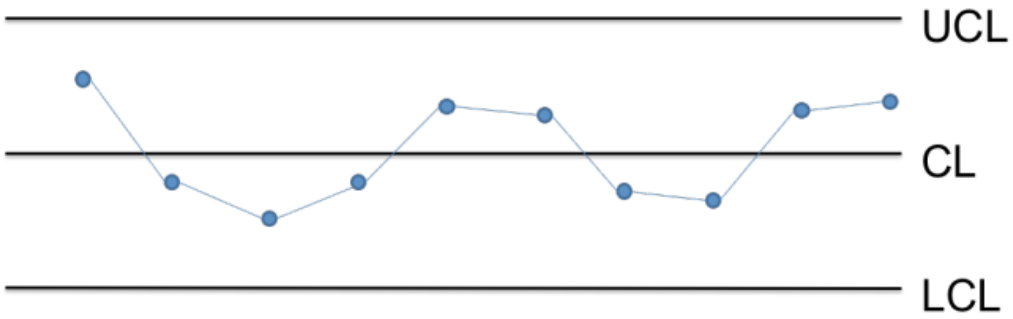
3. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดต่อเนื่องแสดงแนวโน้ม (Trend) ไปด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



ที่มา : ทนง ประสานพานิช พ.บ.

รูปที่ 2.9 จุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดแสดงแนวโน้มไปด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ

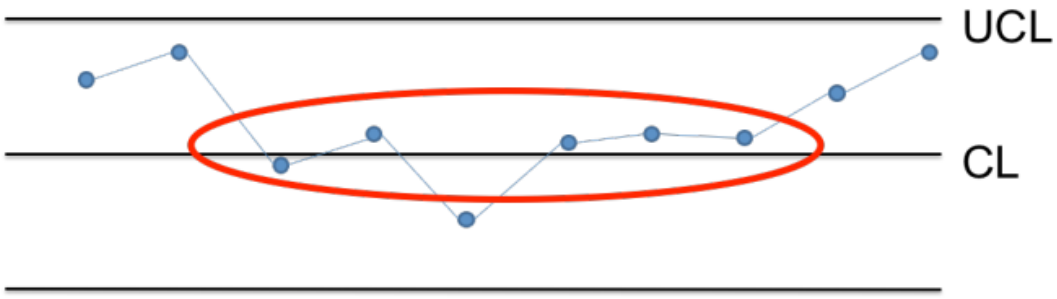
4. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด ขึ้นและลงเป็นแบบแผนต่อเนื่องซ้ำกัน (Cycle)



ที่มา : ทนง ประสานพานิช พ.บ.

รูปที่ 2.10 จุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด ขึ้นและลงเป็นแบบแผนซ้ำกัน (Cycle)

5. มีจุดพิกัดอยู่ต่อเนื่องใกล้เส้นกลาง (Central Line) อย่างน้อย 4 ใน 5 จุด

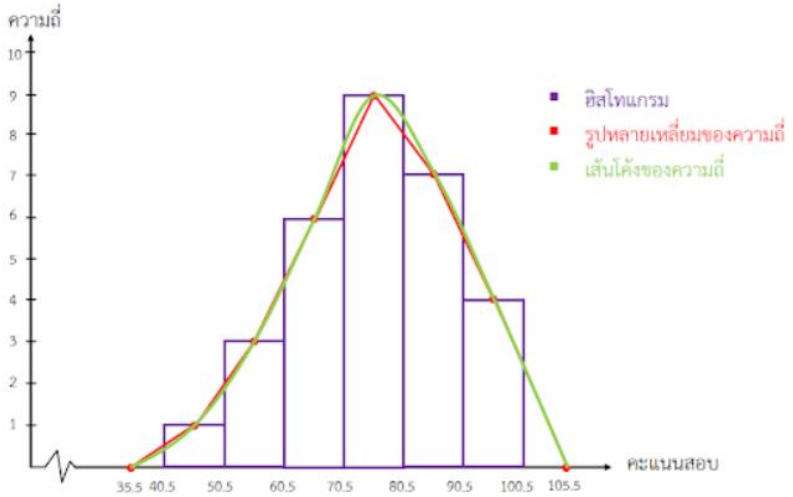


ที่มา : ทนง ประสานพานิช พ.บ.

รูปที่ 2.11 จุดพิกัด 4 ใน 5 จุดอยู่ต่อเนื่องใกล้เส้นกลาง

7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบสรุปลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลที่เป็นกลุ่ม เพื่อใช้วิเคราะห์ว่ากลุ่มข้อมูลชนิดนั้นมีลักษณะผิดปกติหรือไม่ รวมถึงติดตามการเปลี่ยนแปลงในกระ- บวนการผลิต โดยฮิสโตรแกรมจะมีลักษณะเป็นกราฟรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่าๆกันและเรียงชิดติดกัน โดยแกนนอนเป็นค่าจากข้อมูล และแกนตั้งเป็นความถี่ โดยกราฟฮิสโตแกรมจะมีลักษณะต่างๆดังนี้



ที่มา: homeworkofangsumalee.blogspot.com

รูปที่ 2.12 กราฟฮิสโตแกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 หลักการ ซิกส์ ซิกมา (Six Sigma)

ซิกส์ ซิกมาเป็นการใช้แนวทางทางสถิติ คำว่าซิกม่า หรือ σ เป็นอักษรในภาษากรีกนำมาใช้แทนคำว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) เพื่อนำมาวัดค่าความแปรปรวนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย

เป้าหมายหลักของแนวคิด ซิกส์ ซิกมาคือการบรรลุความพึงพอใจของลูกค้าโดยการลดความแปรปรวน และข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อคุณภาพของสินค้า,ประสิทธิภาพของกระบวนกระผลิต และลดของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะสร้างกำไรสูงสุดโดยการทำให้ลูกค้าพึงพอใจ

ในปี 1986 บริษัทที่ประสบความสำเร็จจากแนวคิดซิกซ์ ซิกมา คือบริษัทโทรศัพท์มือถือ Motorola นอกจากนี้ซิกส์ ซิกมาได้มีการนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้เพื่อลดความผันแปรของกระบวนการ

2.4.1 ผู้ที่มีบทบาทสำคัญใน ซิกส์ ซิกมา สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. แชมเปี้ยน (Champion)

เป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบสูงสุดต่อผลสำเร็จในงาน สนับสนุนให้เป้าหมายของงานประสบความสำเร็จและมีหน้าที่ผลักดันให้เกิดซิกส์ ซิกมา รวมถึงเกิดกระบวนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2. มาสเตอร์แบลค์เบลท์ (Master Black Belt)

เป็นผู้ชำนาญด้านเทคนิค และเครื่องมือสถิติเป็นผู้ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญในการทำงานเป็นอย่างดี นอกจากนี้มาสเตอร์แบลค์เบลท์สามารถอบรมหรือถ่ายถอดความรู้ให้ทีมได้ตลอดการปรับปรุง และเป็นผู้ช่วยเลือกโครงการปรับปรุงให้แก่แชมเปี้ยน

3. แบลคเบลท์ (Black Belt)

เป็นผู้นำทีม ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าโครงการ บริหารลูกทีมที่มีลักษณะข้ามสายงาน และเป็นผู้บริหารโครงการในแต่ละขั้นตอนตามแนวทาง ซิกส์ ซิกมาประกอบด้วยกระบวนการวัด การวิเคราะห์ การปรับปรุง และควบคุม โดยให้เกิดการกระจายผลการปรับปรุงไปสู่การปฏิบัติ แบลคเบลท์จะต้องเป็นผู้ที่มีวามรู้ด้านซิกซ์ ซิกมาและการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. กรีนเบลท์ (Green Belt)

เป็นบุคคลที่ได้รับเลือกเพื่อที่จะเข้าไปแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำอยู่ผู้ทำหน้าที่เป็นกรีนเบลท์จะเป็นผู้ช่วยของแบลคเบลท์ด้านการทำงานโดยทำหน้าที่ปรับปรุงโดยใช้เวลาส่วนหนึ่งของการทำงานปกติ

6. สมาชิกในทีม (Team Member) ในโครงการทุกโครงการจะต้องมีสมาชิกทำงาน 4-6 คน เป็นตัวแทนของคนที่ทำงานในกระบวนการที่อยู่ในขอบข่ายของโครงการ โดยจะมาจากหลายๆหน่วยงานมารวมตัวกันเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา

2.4.2 กระบวนการของ ซิกซ์ ซิกมา มี 5 ขั้นตอน คือ DMAIC

1. การกำหนดปัญหา (Define phase :D) เป็นการกำหนดหัวข้อปัญหา โดยพยายามจำกัดขอบเขตของปัญหา และพยามยามเลือกปัญหาที่สร้างความเสียหายมากที่สุดในกระบวนการผลิต หรือลูกค้า เครื่องมือที่นำมาใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ กราฟ และแผนภูมิพาเรโต

2. การวัดและรวบรวมข้อมูล (Measure phase: M) เป็นการวัดความสามารถของกระบวนการ กำหนดสาเหตุของปัญหา ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเสียหาย เครื่องมือที่นำมาใช้ได้แก่ แผนภูมิแสดงการไหลของงาน แผงผังก้างปลา และแผนผังต้นไม้

- Process Map (แผนภาพกระบวนการผลิต) เป็นการสร้างแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มกระบวนการ (Process Input) จนจบกระบวนการ (Process Output) รวมถึงปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตโดยละเอียด

3. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase: A) เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและลงลึกในรายละเอียดของปัญหา รวมถึงหาแหล่งที่มาของความผันแปรในกระบวนการ

4. การปรับปรุง (Improve phase: I) คือการปรับปรุงกระบวนการเมื่อทราบถึงสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือทางคุณภาพในการกำจัดข้อบกพร่อง

5. การควบคุมกระบวนการ (Control phase: P) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำ Six Sigma คือเป็นกระบวนการติดตามตรวจสอบสิ่งที่ปรับปรุงไปในขั้นตอนการปรับปรุง วัตถุประสงค์ของกระ-บวนการควบคุมคือเป็นการทำให้มั่นใจว่ากระบวนการปรับปรุงจะไม่หายไปเมื่อเวลาผ่าน และข้อบกพร่องจะไม่เกิดซ้ำอีกเพื่อที่จะรักษาระดับการปรับปรุงให้เป็นผลระยะยาวเครื่องมือที่นิยมใช้ในขั้นตอนนี้คือแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

- การควบคุมกระบวนการผลิตด้วยหลักสถิติ (Statistical Process Control: SPC)

แผนภูมิควบคุมนั้นใช้ในการศึกษาความผันผวนของกระบวนการผลิตเมื่อเทียบกับเวลา และความคงที่ของกระบวนการผลิตสามารถตรวจสอบได้จากแผนภูมิควบคุมอีกด้วย

2.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยงที่มีผลต่อกระบวนการที่ศึกษาและแก้ไข เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจว่าสามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งเทคนิค FMEA ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานอากาศยานทางทหารของสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี 1950 จากนั้น FMEA ได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในบริษัทอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยจุดมุ่งหมายในการทำ FMEA คือลดคะแนนความเสี่ยง, ความรุนแรง และโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง นอกจากนี้การทำ FMEA ต้องอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดในการวิเคราะห์ความผันแปรจากสาเหตุ แล้วทำการลดความผันแปรดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง

โดยผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังความเสี่ยง หรือค่าดัชนีความเสี่ยง (Risk Priority Number; RPN) ซึ่งได้มาจากการประเมิน 3 เกณฑ์

1. ความรุนแรง (Severity: S) คือระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหา จะประเมินจากผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า
2. โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence: O) พิจารณาจากความเป็นไปได้ (Likelihood) ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง
3. ความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) พิจารณาจากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

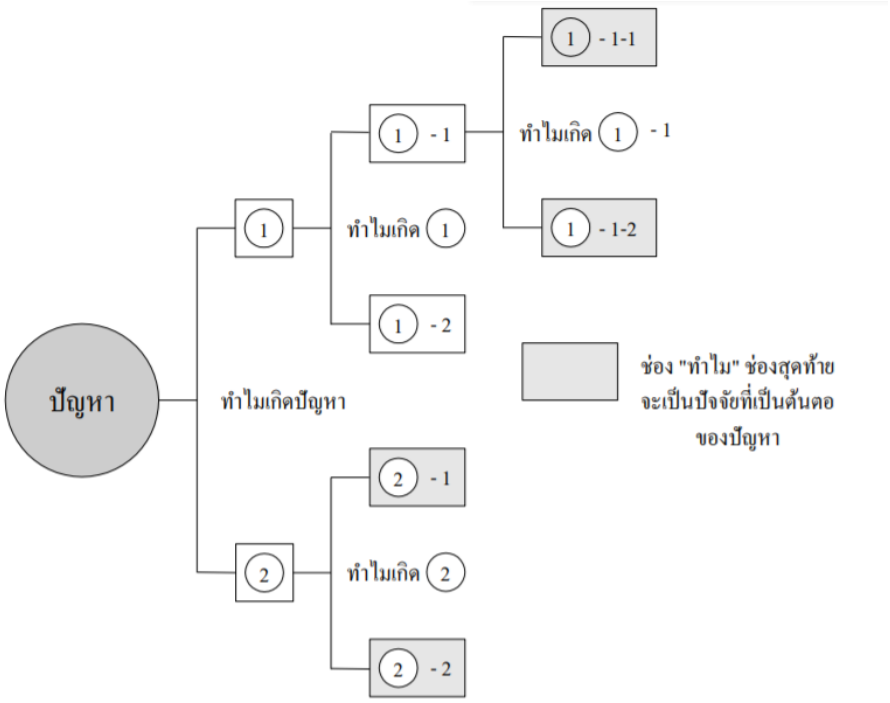
RPN คือการนำเกณฑ์ 3 ตัวมาคูณกัน คือ S × O × D นอกจากนี้ค่าของความรุนแรง, โอกาสที่เกิดขึ้น และ ความสามารถในการตรวจจับ นิยมใช้เป็นตัวเลขในการประเมินซึ่งมีตั้งแต่ 0 - 10 ดังนั้นความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาจะมีค่าเท่ากับ 1 มาจากสูตร RPN = S x O x D = 1x1x1=1 ซึ่งมีความหมายว่าความถี่ของการเกิดปัญหานั้นมีค่าน้อยมาก ในส่วนค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของปัญหาคือ ค่า RPN = 1000 บ่งบอกว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก

เกณฑ์การจัดลำดับของ RPN หลังการคำนวณ คือ เลือกปัญหาที่มีผลคูณสูงก่อน แต่ในกรณีที่ผลคูณมีค่าเท่ากันให้พิจารณาจากค่าความรุนแรง แต่ถ้าค่าความรุนแรงมีค่าเท่ากันอีกให้ไปดูที่ค่าในการตรวจจับ โดยค่าดัชนีความเสี่ยงจะถูกบันทึกอยู่ในตาราง FMEA

2.6 การวิเคราะห์ปัญหาแบบ Why-Why (Why-Why analysis)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง (ต้นตอของปัญหา) เพื่อที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้ปัญหานั้นเกิดซ้ำ ซึ่งการวิเคราะห์ปัญหาแบบ Why-Why ถูกคิดค้นโดยชาวญี่ปุ่น ชื่อ Sakishi Toyoda เป็นผู้ก่อตั้งอุตสาหกรรม Toyota

การวิเคราะห์แบบ Why-Why จะใส่ปัญหาไว้ทางด้านซ้าย และไล่ถาม “ทำไม” จนถึงสาเหตุของปัญหาซึ่งจะใส่ในช่องสุดท้ายด้านขวามือดังแสดงในรูปที่ 2.13



ที่มา : ผศ.ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบ Why-Why

เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาแบบต่างๆ เรียกว่า 5G หรือ 5Gen ซึ่งช่วยทำให้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกจุดโดยการได้ไปสัมผัสกับสถานที่ และสิ่งแวดล้อมจริง ส่วนประกอบของ 5G ได้แก่

1. สถานที่ หรือ หน้างานจริง (Genba) คือการลงไปสำรวจหน้างานจริง
2. สิ่งของ หรือ ชิ้นงานที่เป็นตัวปัญหาจริง (Genbutsu) คือการสังเกตและจับต้องชิ้นงานที่ผลิตได้จริง
3. สถานการณ์จริง (Genjitsu) คือเหตุการณ์ที่เกิดปัญหาจริง เช่นสภาพแวดล้อมของการทำงาน
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจริง (Genri) คือหลักการที่ใช้ในการทำงาน
5. เงื่อนไขประกอบที่เกี่ยวข้องจริง (Gensoku)

2.7 หลักการ PDCA

วงจร PDCA หรือวงจรเดมมิ่ง เป็นที่รู้จักเมื่อ W.Edwards Deming ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารคุณภาพโดยให้ PDCA เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ ซึ่งได้พัฒนามาจากวงจร

ที่คิดค้นโดย Walter A. Shewhart ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกการใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรม โครงสร้างของ PDCA ประกอบด้วย

1. การวางแผนการดำเนินงาน (Plan :P)

คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยการกำหนดวัตถุประสงค์ ตั้งเป้าหมาย ระยะเวลา และงบประมาณที่ชัดเจน ในขั้นตอนนี้สามารถนำเครื่องมือคุณภาพมาใช้ในการวางแผนได้

2. ปฏิบัติตามแผน (Do :D)

คือการปฏิบัติงานตามแผนงานที่กำหนดเป้าหมายและลงมือปฏิบัติ ความสำเร็จในการปฏิบัติตามแผนนั้นอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือจากสมาชิก

3. ตรวจสอบการปฏิบัติตามแผน (Check: C)

คือการตรวจสอบผลลัพธ์ว่าเป็นอย่างไรเมื่อปฏิบัติตามแผน และสภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายหรือไม่

4. ปรับปรุงแก้ไข (Action: A)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่กระบวนการข้างต้น 3 ขั้นตอนได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว และขั้นตอนนี้เป็นการนำผลจากขั้นตอนตรวจสอบมาดำเนินการ

2.8 การวิเคราะห์ต้นทุน และประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis: CBA)

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ เป็นแนวปฏิบัติของการคำนวณวิธีการดำเนินโครงการโดยคำนวณหาวิธีที่เหมาะสมที่สุด แนวคิดนี้เป็นแนวคิดของนักเศรษฐศาสตร์ในอดีตโดยมีความเชื่อว่าผลประโยชน์มวลรวมที่เป็นเงิน (Aggregate money gain) และความสูญเสียมวลรวม (Aggregate money losses) เป็นเครื่องวัดผลประโยชน์ที่มีประสิทธิภาพ (Efficiency gains) โดยสามารถคำนวณได้จาก

Efficiency gain = Aggregate money gain – Aggregate money losses

ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับโครงการที่ให้ผลหลายๆด้าน หรือใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างโครงการที่ผลของโครงการอาจมีลักษณะใกล้ รวมทั้งอาจมีผลข้างเคียงซึ่งแตกต่างกัน ทั้งนี้กระทำได้เพราะทั้งต้นทุนและผลต่างๆ จะถูกแปลงให้อยู่ในหน่วยวัดเดียวกัน คือ หน่วยของเงิน

<u>ข้อดีของการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์</u>

1. รายได้ และยอดขายเพิ่มขึ้นจากการผลิตที่เพิ่มขึ้น

2. ผลประโยชน์ที่จับต้องไม่ได้ เช่น ความปลอดภัยและขวัญกำลังใจของพนักงานที่ดีขึ้น ตลอดจนความพึงพอใจของลูกค้าเนื่องจากการเสนอผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นหรือการจัดส่งที่รวดเร็วขึ้น

3. ความได้เปรียบในการแข่งขัน หรือส่วนแบ่งการตลาดได้รับจากการตัดสินใจ

2.9 การบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษา คือการรักษาอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆให้พร้อมสำหรับการใช้งานอยู่เสมอ และในที่นี้รวมถึงการซ่อมแซมด้วย โดยการซ่อมบำรุงสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท

1. การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance: BM)

วิธีการซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องเป็นการบำรุงรักษาที่เก่าแก่ที่สุด กล่าวคือเป็นการซ่อมหลังจากที่เครื่องจักรได้ไม่สามารถใช้การได้แล้ว หรือใช้งานจนกระทั่งได้รับความเสียหายเทคนิคการซ่อมบำรุงชนิดนี้เป็นการซ่อมบำรุงที่ง่ายที่สุด และในทุกอุตสาหกรรมยังคงมีการใช้เทคนิคชนิดอยู่ เนื่องจากไม่ต้องเสียกำลังคน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารวมถึงสามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างคุ้มค่า เช่นหลอดไฟ สำหรับข้อเสียในการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องมีดังนี้

1. ไม่มีสัญญาณเตือนล่วงหน้าเมื่อเครื่องจักรเริ่มมีการชำรุด

2. ในระบบที่ต้องการความเชื่อมั่นสูงเป็นสิ่งที่ยอมรับไม่ได้ เช่น ระบบของลิฟท์ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. จำเป็นต้องมีการเก็บชิ้นส่วนอะไหล่สำรองไว้เป็นจำนวนมากหมายความว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการเก็บอุปกรณ์

4. ไม่สามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันถูกคิดค้นและเริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1950 ซึ่งการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือการดำเนินกิจกรรมซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลาก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุดเสียหายเพื่อป้องกันการหยุดชะงักของเครื่องจักรในกรณีฉุกเฉิน หรือเป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ชำรุด โดยประเภทของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การบำรุงรักษาตามระยะ

การบำรุงรักษาตามระยะ คือการตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อกระบวนการผลิต

2. การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

เป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีวัตถุประสงค์ในการลดจำนวนงานที่วางแผนไว้ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถจำแนกข้อดี และข้อเสียได้ดังนี้

<u>ข้อดี</u>

1. ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ และป้องกันเรื่องความเสียหายของอุปกรณ์ระหว่างใช้งานรวมถึงสามารถทำให้สร้างผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ลดเวลาการหยุดชะงักในกระบวนการผลิตโดยมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์หรือเครื่องจักรชำรุด

3. ลดปัญหาเรื่องการเก็บชิ้นส่วนอะไหล่เป็นจำนวนมากในการบำรุงรักษา

4. ลดอุบัติเหตุเนื่องจากการชำรุดของเครื่องจักร และอุปกรณ์

5. ลดต้นทุนในเรื่องของการซ่อมเครื่องจักรเมื่อได้รับความเสียหาย (เสียแล้วถึงซ่อม) เนื่องจากมีการกำหนดระยะเวลาในการซ่อมบำรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ข้อเสีย</u>

1. ข้อจำกัดด้านงบประมาณในธุรกิจขนาดเล็กอาจประสบปัญหาเครื่องมือสำหรับบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีราคาสูง และอาจจะต้องมีการจ้างผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกมาช่วยในการจัดการหรือวิเคราะห์

2.มีความสิ้นเปลืองเนื่องจากอาจมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนของอุปกรณ์บางชนิดโดยไม่จำเป็น

3. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ หรือคาดการณ์ (Predictive Maintenance)

คือการคาดคะเนอายุการใช้งานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรว่าสามารถใช้งานได้นานอีกเท่าไหร่ โดยใช้เครื่องมือในการวัดและเก็บผล เพื่อพยากรณ์ความเสื่อมของอุปกรณ์ และจัดทำแผนสำหรับทำการบำรุงรักษาในอนาคต ซึ่งการทำ Predictive Maintenance ต้องใช้เครื่องมือวัดที่ทันสมัย และใช้ทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance: CM)

เป็นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง โดยหลักการสำคัญของการบำรุงรักษาชนิดนี้คือการลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักรรวมถึงลดต้นทุนในการซ่อมเครื่องจักรโดยการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเรื้อรังของเครื่องจักรให้ดีขึ้น

5. การบำรุงรักษาเชิงปฏิบัติการ (Proactive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงปฏิบัติการ หรือการบำรุงรักษาเชิงรุกเป็นการบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นในการป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุที่นำไปสู่ความชำรุดเสียหาย ซึ่งนอกจากจะแก้ปัญหาแล้วยังมีการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อดำเนินการแก้ไข และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีกโดยสามารถจำแนกได้ 8 ประการ

1. ความไม่เสถียรทางเคมี

2. ความไม่เสถียรทางกายภาพ

3. ความไม่เสถียรทางอุณหภูมิ

4. ความไม่เสถียรทางการสึกหรอ

5. ความไม่เสถียรทางการรั่วไหล

6. การเกิดโพรงอากาศในระบบไฮดรอลิก

7. ความไม่เสถียรในระดับของสิ่งสกปรก

8. ความไม่เสถียรจากการบิดตัวเยื้อศูนย์

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(อาภาพร จันทะมาศ, 2554) ปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลิตภาพของสีให้มากที่สุด โดยใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมา สีที่มีผลิตภาพต่ำที่สุดคือสีดีดาย อยู่ที่ 19.97% เป้าหมายในการเพิ่มผลิตภาพคือ 50% ซึ่งสามารถปรับปรุงได้เพิ่มขึ้น 31.69% ดังนั้นผลิตภาพจึงเพิ่มขึ้นเป็น 58.66% การ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในงานวิจัยฉบับนี้ใช้แผนผังก้างปลา และเลือกปัญหาด้วยการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการแล้วในงานวิจัยฉบับนี้ได้ควบคุมและติดตามผลด้วยแผนภูมิควบคุม I-MR

(อัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์, 2551) เพิ่มอัตราผลผลิตของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยใช้แนวคิดลีนศึกษาการทำงานของกระบวนการผลิต เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า หรือกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ด้วยการทำแผนผังแห่งคุณค่า (VSM) เพื่อระบุความสูญเปล่า ตามหลักความสูญเปล่า 7 ประการ ในกระบวนการปรับปรุงมีการลดเวลาการซ่อมแซมเครื่องจักรเสีย ลดเวลาเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ และลดเวลารอคอยการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

(ธงชัย โชติเวที, 2547) เพิ่มอัตราผลผลิตสายการประกอบโช้คอัพของกระบวนการผลิตโช้คอัพโดยเริ่มแรกมีอัตราผลผลิตเท่ากับ 1,986 ชิ้นต่อวัน และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.18% และเมื่อทำการปรับปรุงส่งผลให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2,125 ชิ้นต่อวัน โดยอัตราผลผลิตนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น 6.99% และส่งผลให้ประสิทธิภาพของสายการประกอบมีค่าเท่ากับ 92.83% ในการปรับปรุงเพิ่มอัตราผลผลิตและประสิทธิภาพได้นำหลักการของโตโยต้า (TPS) เข้ามาประยุกต์ใช้ เช่น หลักการ Just In Time (JIT) คือเป็นการผลิตสินค้าตามความต้องการของลูกค้า และผลิตได้ทันเวลาพอดี, การกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงาน, การวางผังติดตั้งเครื่องจักร และมีคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่ โดยตัวชี้วัดที่สำคัญในงานวิจัยฉบับนี้ คืออัตราผลผลิต (Productivity) และเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักร(Set Up Time) ซึ่งพบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบที่ทำให้อัตราการผลิตต่ำ คือความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และทำให้สายการผลิตมีความต่อเนื่อง โดยหัวข้อในการปรับปรุงมีทั้งหมด 5 หัวข้อ คือ รอบเวลาในการทำงาน และรอบเวลาในการผลิต, แผนความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องจักรกับการปฏิบัติงาน, เวลาในการปรับตั้ง เครื่องจักร, จำนวนพนักงานในสายการประกอบ และอัตราผลผลิตในสายการประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ & พรประเสริฐ ขวาลำธาร, 2555) ได้จัดทำการลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อก กรณีศึกษา บริษัทมาหาอาณาจักร มีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา โดยแก้ไขปัญหาด้วยการฝึกอบรมพนักงานแต่ละกระบวนการให้ชัดเจนและถูกวิธี ซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงพบว่าของเสียลดลงจาก 705 เหลือ 564

(ธนกร มาณะวิท, 2553) ได้ทำการศึกษาลดของเสียในการผลิตขวดพลาสติกชนิดเป่าขึ้นรูป ซึ่งค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต โดยอาศัยการระดมความคิดของคนในทีมด้วยแผนผังความคล้ายคลึง แผนผังแสดงเหตุผลและผล แล้วจัดลำดับความเสี่ยงด้วยการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN)

(สรนนท์ วุฒิศรี, 2559) การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน กรณีศึกษาบริษัท SSS จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการทำกระดาษลูกฟูกในงานวิจัยฉบับนี้ได้มุ่งเน้นปรับปรุงพื้นที่การผลิต

(แผนผังกระบวนการผลิต) และลดระยะเวลารอคอยในกระบวนการผลิตโดยใช้ทฤษฎี SMED สำหรับลดเวลาสูญเปล่าในการดำเนินงานให้ลดลง จากเดิมใช้เวลา 142.03 นาที เป็น 111.10 นาที ลดลงไป 30.94 นาที คิดเป็นร้อยละ 21.78 ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 337 แผ่น เป็น 432 แผ่น เพิ่มขึ้นร้อยละ 28.18 ทำให้เวลาในการผลิตสินค้าลดลง และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

(ภาวิณี อาจปรุ, 2551) ได้ทำการศึกษาลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเบรกเกอร์ โดยขจัดและลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม รวมถึงความสูญเปล่าเนื่องจากงานเสีย หรืองานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นของกรณีศึกษา คือมีเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าโดยใช้หลักการวิเคราะห์ 3T คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (T1) เวลาส่วนเกิน (T2) และเวลาไร้ประสิทธิภาพ (T3) นอกจากนี้ใช้หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearranged, Simplify) ในการปรับปรุงสายการผลิต โดยสามารถลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าได้ จาก 41 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 28 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นจาก 79 เปอร์เซ็นต์ เป็น 85 เปอร์เซ็นต์

(มนูญรัฐ คนการ & ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์) ได้ทำการศึกษาการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดผนึกขวดของฝาแม็กซี่ประเภทฝาไม่ตรงศูนย์โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการค้นหาสาเหตุ และปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตทำการเก็บข้อมูลจากใบตรวจด้วยแผนผังพาเรโตหลังจากนั้นจึงใช้แผนผังก้างปลาเพื่อเลือกแก้ไขในส่วนของเสียที่มากที่สุดในส่วนของการปรับปรุงได้มีการเพิ่มความรู้พื้นฐานด้านการทำงานโดยการอบรมให้ความรู้แก่พนักงานทำการตรวจสอบเครื่องจักรเพื่อตรวจดูค่าที่ตั้งไว้ และทำการบันทึกค่าก่อนและหลังเพื่อให้อยู่ในค่าที่กำหนด ซึ่งจากการแก้ไขปัญหาพบว่าของเสียเฉลี่ยลดลงลดลงจากเดิมจาก 4.177% เป็น 2.582%

(ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง, 2557)ทำการศึกษาการลดของเสียประเภทจุดดำในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการค้นหาสาเหตุของปัญหา และปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ในการรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและแจกแจงปัญหาด้วยแผนผังพาเรโตเพื่อแสดงความถี่ของปัญหา แล้วจึงทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา หรือผังแสดงเหตุและผลด้วยหลักการ 4M คือ คน เครื่องจักร และวิธีการ ซึ่งปัญหาที่เกิดจากคน คือพนักงานขาดความรู้และประสบการณ์การทำงาน วิธีการแก้ไขคืออบรมให้ความรู้พื้นฐานด้านการทำงาน ทักษะการทำงานแก่พนักงานก่อนเข้าทำงาน ปัญหาจากเครื่องจักรคือขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องไม่คงที่ การแก้ไขคือตรวจสอบเครื่องจักรทุก 2 ชั่วโมงเพื่อตรวจดูค่าที่ตั้งไว้ และทำการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรก่อนและหลังปฏิบัติงานทุกครั้ง ปัญหาจากวิธีการคือผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน และไม่มีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบ แก้ปัญหาด้วยการบันทึกค่าอุณหภูมิทุกครั้ง ปัญหาจากวัตถุดิบคือพื้นที่จัดเก็บไม่ได้มาตรฐาน ทำให้วัตถุดิบมีปัญหาด้านความชื้น ความสะอาด การแก้ไขคือทำความสะอาดและตรวจสอบวัตถุดิบทุกครั้งก่อนนำส่ง และเก็บวัตถุดิบห่างไกล

น้ำ จากการปรับปรุงทำให้ของเสียประเภทจุดดำลดลงจาก 0.23% เป็น 0.07% คิดเป็นเงิน 1,175,906.16 บาทต่อปี

(วรรณภา สาระดำ, 2558)ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการฉีดอีพอกซี่ในโรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นโดยเทคนิค ซิกซ์ ซิกม่า จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเกิดปัญหาอย่างมีนัยสำคัญ คือปริมาณลมที่ดันหลอดอีพอกซี่ และทำการควบคุมสิ่งที่ปรับปรุงโดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3 การนิยามปัญหา

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นในโรงงานแห่งหนึ่งที่จังหวัดระยอง ซึ่งขั้นตอนของการนิยามปัญหาเริ่มต้นจากการจัดตั้งคณะทำงานที่มีความเชี่ยวชาญ และชำนาญ รวมถึงมีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเพื่อทำการศึกษากระบวนการผลิตโดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้าย (ผลลัพธ์) ในขั้นตอนการนิยามปัญหานั้นเปรียบเสมือนการตรวจวิเคราะห์ของกระบวนการผลิตซึ่งทำให้เราทราบถึงที่สิ่งผิดปกติในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การนิยามปัญหาอาจจะเป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐาน หรือใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการกำหนดปัญหาที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข

3.1 จัดตั้งคณะทำงาน

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการจัดตั้งคณะทำงานโดยพิจารณาจากความชำนาญของแต่ละบุคคล รวมถึงการมีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาซึ่งทีมงานประกอบไปด้วย

1. ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายผลิต 1 คน
2. หัวหน้าพนักงานฝ่ายผลิต 2 คน
3. หัวหน้ากะจำนวน 4 คน
4. ทีมช่างซ่อมบำรุงเครื่องจักร และไฟฟ้า 2 คน
5. ผู้ดำเนินงานวิจัย

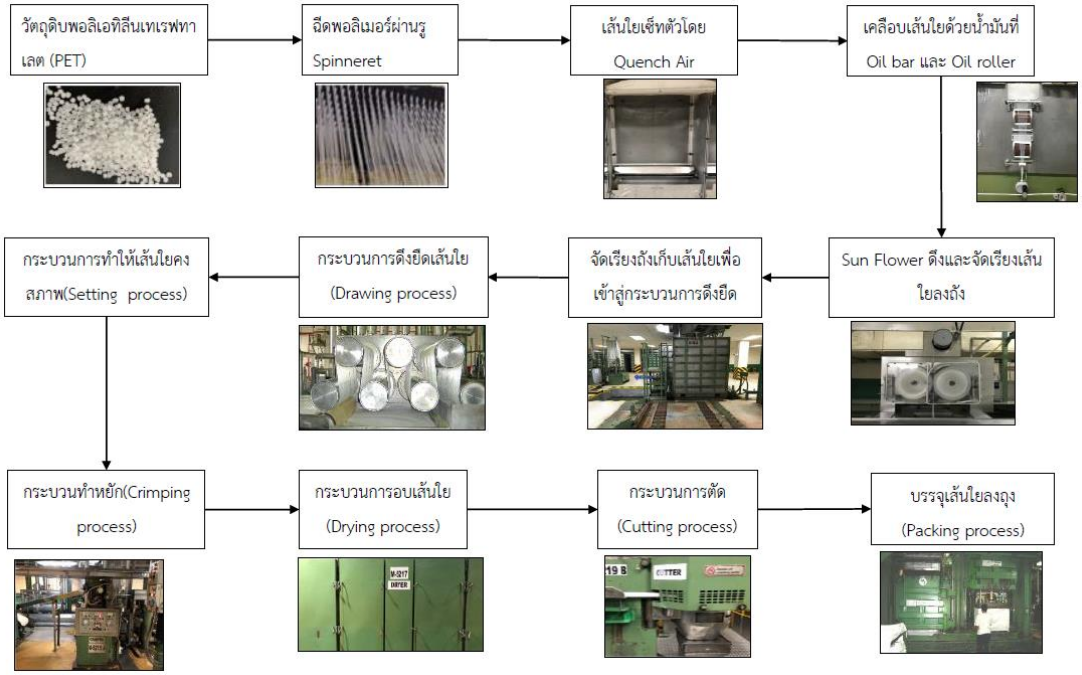
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 การศึกษากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตเส้นใยสั้นแบบไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven) เริ่มจากการนำพอลิเมอร์ชนิดเหลวฉีดผ่านหัวฉีดเส้นใย หรือรูสปินเนอร์ (Spinneret holes) ไปจนถึงทำเป็นเส้นใยชนิดสั้นและบรรจุลงหีบห่อโดยกระบวรการผลิตสามารถจำแนกออกเป็น 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการปั่น (Spinning Process)
2. กระบวนการดึงยืด (Drawing Process)

ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพตามรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นแบบไม่ถักไม่ทอ

<u>กระบวนการปั่น</u> เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตเส้นใยก่อนเข้ากระบวนการดึงยืดโดยการนำพอลิเมอร์ที่ถูกหลอมเหลวมาทำให้เป็นเส้นขนาดเล็กเพื่อเข้าสู่กระบวนการดึงยืด

<u>กระบวนการดึงยืด</u> เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างของเส้นใยให้มีความแข็งแรง และมีโครงสร้างตามต้องการจึงเข้าสู่กระบวนการทำหยัก การตัด และการบรรจุเส้นใยลงบรรจุภัณฑ์ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.2.1 นำกรดเทเรพธาลิกบริสุทธิ์ (PTA) ผสมกับ เอทิลีนไกลคอล (EG) ผ่านกระบวนการทางเคมีได้เป็น พอลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ชนิดเหลว

3.2.2 พอลีเอทิลีนเทเรฟทาเลตเหลวจะไหลผ่านท่อ และถูกฉีดผ่านรูหัวฉีดเส้นใย (Spinneret) ของแพค โดยเกียร์ปั๊ม (Gear Pump) เป็นตัวดันพอลิเมอร์ให้ออกตามรูหัวฉีดเส้นใย เพื่อทำให้พอลิเมอร์เหลวกลายเป็นเส้นใยยาว ดังแสดงตามรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ฉีดพอลิเมอร์ผ่านรูฉีดพอลิเมอร์ผ่านรูหัวฉีดเส้นใย

3.2.3 เส้นใยถูกทำให้คงรูป (รักษาโครงสร้างของพอลิเมอร์) เพื่อให้เส้นใยไม่ติดกัน โดยใช้ลมเย็นที่เรียกว่า Quench Air และเคลือบเส้นใยไม่ให้แตกด้วยน้ำมันเคลือบเส้นด้าย (Spin Finish Oil) ที่อยู่ตรง Oil Bar และ Oil Roller นอกจากนี้น้ำมันยังช่วยลดแรงเสียดทาน หรือไฟฟ้าสถิตในเส้นใย

3.2.4 เก็บเส้นใยที่ผลิตได้ลงถังโดยอาศัยลูกกลิ้งเป็นตัวดึง และจัดเรียงเส้นใยลงถังเพื่อนำไปสู่กระบวนการดึงยืด (Drawing Process)

3.2.5 ทำการจัดเรียงถังที่ได้จากกระบวนการปั่นให้ครบตามกำหนด และนำถังไปวางในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้เพื่อเข้าสู่กระบวนการดึงยืด

3.2.6 ดึงและเรียงเส้นใยแต่ละถังผ่านห่วงที่เรียกว่า Cat Eye ทำให้เส้นใยมีลักษณะแผ่ออกเพื่อที่เส้นใยจะได้มีความหนาเท่ากันก่อนเข้าสู่กระบวนการดึงยืด ดังนี่แสดงตามรูปที่ 3.3 และ 3.4

รูปที่ 3.3 Cat Eye

รูปที่ 3.4 จัดเรียงเส้นใยผ่าน Cat Eye

3.2.7 ปรับเส้นใยก่อนเข้ากระบวนการดึงยืดโดย feeding unit เพื่อให้เส้นใยมีลักษณะการเรียงตัวที่เท่ากัน

3.2.8 เมื่อเส้นใยผ่าน Feeding Unit แล้วจะผ่านบ่อน้ำร้อนโดยบ่อน้ำร้อนจะประกอบด้วยน้ำผสมกับน้ำมัน (Spin Finish Oil) เป็นส่วนผสมเพื่อลดแรงเสียดทานและไฟฟ้าสถิตในเส้นใย รวมถึงลดไฟฟ้าสถิตระหว่างเส้นใยกับลูกกลิ้ง นอกจากนี้บ่อน้ำร้อนยังเปรียบเสมือนตัวที่ทำให้เส้นใยอุ่น เพื่อให้ง่ายต่อการดึงยืด

3.2.9 เส้นใยเข้าสู่กระบวนการดึงยืดครั้งที่ 1 โดยใช้ความเร็วที่ต่างกันของลูกกลิ้งชุดที่ 1 และลูกกลิ้งชุดที่ 2 ในการยืดเส้นใยซึ่งระหว่างลูกกลิ้งลูกที่ 1 และ 2 จะมีน้ำตกร้อนไหลลงเส้นใยเพื่อป้องกันการขาดของเส้นใยระหว่างการดึงยืด หลังจากนั้นเส้นใยจะผ่านเข้า Steam duct เพื่อทำให้เส้นใยอ่อนตัวลงหลังจากการยืดครั้งแรกแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการดึงยืดครั้งสุดท้ายด้วยลูกกลิ้งชุดที่

3.2.10 เส้นใยที่ผ่านกระบวนการดึงยืดเรียบร้อยแล้วจะถูกรักษาโครงสร้างของเส้นใย (ทำให้เส้นใยแข็งแรงขึ้น) โดยผ่านกระบวนการรีดด้วยลูกกลิ้งขนาดใหญ่ หรือที่เรียกกันว่า Calender

3.2.11 เส้นใยผ่านกระบวนการรีดแล้วจะเข้าสู่กระบวนการทำหยัก (Crimping process) เพื่อให้เส้นใยมีการเกาะเกี่ยวกันเมื่อลูกค้านำไปใช้งาน

3.2.12 อบเส้นใยหลังผ่านกระบวนการทำหยักด้วยความร้อน โดยเตาอบ (Dryer) เป็นการนำเอาความชื้นออกจากเส้นใย และรักษาโครงสร้างของเส้นใยหลังจากทำหยักเพื่อให้เส้นใยอยู่ตัวและทำให้เส้นใยเย็นตัวลงภายในเครื่องเดียวกันก่อนเข้าสู่กระบวนการตัด

3.2.13 เมื่อเส้นใยแห้งและเย็นตัวลงจะถูกนำมาตัดเป็นเส้นสั้นๆตามความยาวที่ลูกค้ากำหนดด้วยเครื่องตัดที่เรียกว่า Cutter reel แต่จะถูกทำให้ตึงก่อนเข้าสู่กระบวนการตัดด้วยลูกกลิ้งรักษาความตึง (Tension Stand) เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของความยาวหลังจากทำการตัด เมื่อทำการตัดเสร็จเรียบร้อยจะถูกบรรจุลงถุงและนำไปเก็บที่คลังสินค้าเพื่อรอการจัดส่งไปยังลูกค้า

3.3 การกำหนดปัญหา

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงอัตราคุณภาพสินค้าดีเพิ่มมากขึ้น และลดอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพรวมถึงลดของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตให้มีปริมาณลดลงจากเดิม ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มอัตราคุณภาพของผลิตภัณฑ์สินค้าดีโดยทางผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราคุณภาพย้อนหลัง 10 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 และพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราคุณภาพสินค้าดีมีค่าอยู่ที่ 92.97% และตามที่ได้อ้างอิงในบทที่ 1

ตารางที่ 3.1 เป็นตารางแสดงปริมาณสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียจะเห็นได้ว่าปริมาณสินค้าคุณภาพดีมีค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 86,535.13 กก./เดือน คิดเป็นเงิน 3,936,915.78 บาท/เดือน และปริมาณอัตราคุณภาพสินค้าไม่ดีและของเสียอยู่ที่ 6,538.86 กก./เดือน ดังนั้นรายได้ที่สูญเสียไปคิดเป็นเงิน 91,288.79 บาท/เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย เดือนธันวาคม 2562 - ตุลาคม 2563 (ย้อนหลัง 10 เดือน)

เดือน	ปริมาณสินค้าคุณภาพดี (กก.)	ปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ (กก.)	ปริมาณของเสีย (กก.)
ธ.ค. 2562	86,556.00	5,723.66	868.50
ม.ค. 2563	86,342.24	5,755.00	885.40
ก.พ. 2563	86,941.15	5,651.19	875.48
มี.ค. 2563	86,900.33	5,753.97	940.45
เม.ย. 2563	86,632.19	5,612.40	828.47
พ.ค. 2563	86,369.14	5,521.46	848.44
มิ.ย. 2563	86,388.86	5,709.07	841.81
ก.ค. 2563	86,627.71	5,670.54	847.74
ส.ค. 2563	86,365.29	5,859.42	880.84
ก.ย. 2563	86,405.46	5,646.41	798.28
ต.ค. 2563	86,358.07	5,506.46	902.46
ปริมาณสินค้าเฉลี่ยต่อเดือน	86,535.13	5,673.60	865.26

3.4 กำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัด

เป้าหมายของงานวิจัยฉบับนี้คือการเพิ่มเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาจากแผนผังแสดงเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram)

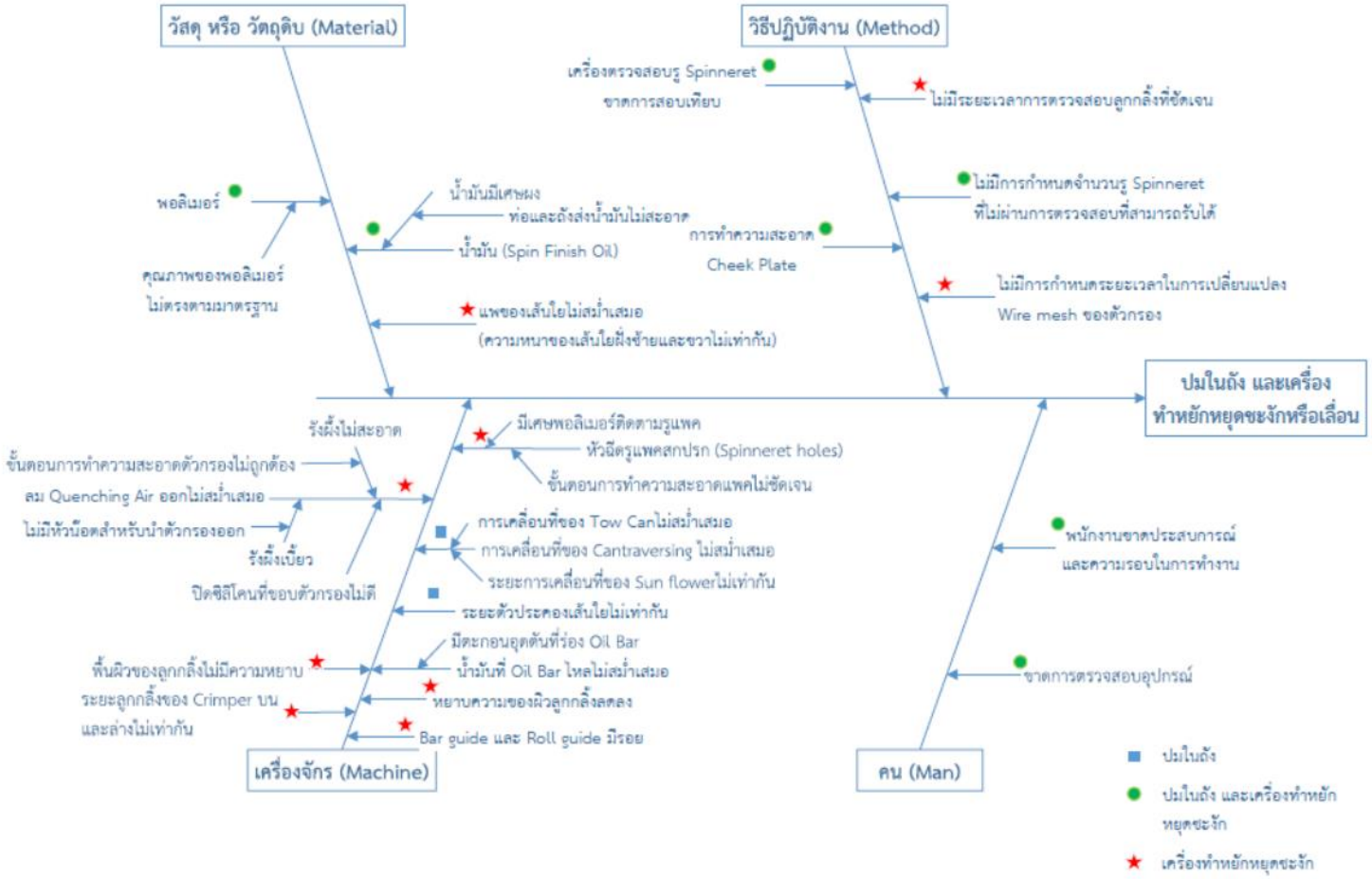
แผนผังแสดงเหตุ และผลหรือผังก้างปลา (Fish Bone diagram) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุที่เกี่ยวข้องโดยในงานวิจัยฉบับนี้ใช้เครื่องมือชนิดนี้เพื่อทำการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพ ซึ่งการวิเคราะห์จะพิจารณาโดยแบ่งออกเป็น 4 หมวดหมู่ ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากคน (Man)
2. ปัจจัยที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine)
3. ปัจจัยที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material)
4. ปัจจัยที่เกิดจากวิธีการ หรือวิธีการปฏิบัติงาน (Method)

จากการระดมความคิด และประสบการณ์ความชำนาญของสมาชิกในทีมโดยใช้แผนผังก้างปลาจะได้ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพ ดังรูปที่ 3.5

โดยแผนผังก้างปลาได้ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปมในถัง (ปมธรรมชาติ) และเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเลื่อน หลังจากนั้นจึงทำการเลือกหัวข้อโดยใช้หลักการจัดลำดับความเสี่ยง หรือดัชนีค่าความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) ซึ่งใช้เกณฑ์การประเมินความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O), ความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่อง (Severity: S) และ ความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) ตามตารางที่ 3.2, 3.3 และ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.5 แผนผังก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาปมในถัง และเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเลื่อน

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง

โอกาสในการเกิด	ความถี่ในการเกิด	คะแนน
ความเสี่ยงต่ำ --- กลาง --- สูง	> 1 ครั้งต่อชั่วโมง	10
	1 ครั้งต่อชั่วโมง	9
	1 ครั้งต่อกะ	8
	1 ครั้งต่อวัน	7
	1 ครั้งต่อสัปดาห์	6
	1 ครั้งต่อเดือน	5
	1 ครั้งต่อไตรมาส	4
	1 ครั้งต่อปี	3
	ทุกๆ 2 ปีเจอ 1 ครั้ง	2
	ใน 2 ปีเจอน้อยกว่า 1 ครั้ง	1

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ

ลักษณะการตรวจจับ	ขอบเขตวิธีในการตรวจจับ	คะแนน
ความเสี่ยงต่ำ --- กลาง --- สูง	ไม่มีระบบการตรวจจับ (ตรวจไม่พบก่อนสิ้นสุดกระบวนการ)	10
	ข้อผิดพลาดถูกตรวจจับโดยลูกค้า (ก่อนสิ้นสุดกระบวนการ)	9
	ข้อผิดพลาดถูกตรวจจับโดยผู้ประกันคุณภาพ (ภายในบริษัท)	8
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยพนักงาน (ควบคุมด้วยตาเปล่า)	7
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยพนักงาน (ควบคุมด้วยตาเปล่าโดยมีการตรวจซ้ำอีกรอบ)	6
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยเครื่องอัตโนมัติ (ใช้เครื่องมือก่อนออกจากกระบวนการ)	5
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยเครื่องอัตโนมัติ (ใช้เครื่องมือวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนการปรับตั้ง)	4
	สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับได้โดยพนักงานและระบบอัตโนมัติ(มีการตรวจจับข้อผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงาน)	3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ (ต่อ)

ลักษณะการตรวจจับ	ขอบเขตวิธีในการตรวจจับ	คะแนน
ความเสี่ยงต่ำ — กลาง — สูง	สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับได้โดยพนักงานและระบบอัตโนมัติ(ชิ้นงานที่บกพร่องไม่สามารถหลุดไปได้)	2
	ระบบวงจรอัตโนมัติสามารถป้องกันข้อผิดพลาดได้ (สินค้าไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่อง)	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่อง

ผลกระทบ	ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อลูกค้า		ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อกระบวนการ	คะแนน
ความเสี่ยงต่ำ --- กลาง --- สูง	ส่งผลให้การผลิตหยุดชะงัก หรือ ยุติการผลิตสินค้าลง		เกิดวิกฤตเมื่อการจัดส่ง หรือการผลิตหงุดชะงัก สินค้าไม่สามารถขายได้ รวมถึงอุปกรณ์ได้รับความเสียหาย และใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรนาน(โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า)	10
	ข้อเรียกร้อง/เรียกคืน	สามารถส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องด้านความปลอดภัยของลูกค้า(ผู้ใช้งาน)	การจัดส่ง กระบวนการผลิตหยุดชะงัก เนื่องจากอุปกรณ์ได้รับความเสียหายจำเป็นต้องซ่อมแซม หรือวัตถุดิบขาดแคลน	9
		สามารถส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องต่อฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญ (สินค้าไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากสูญเสียหน้าที่สำคัญ)	การผลิตสินค้าหงุดชะงักครั้งใหญ่ และมีการลดอัตราการผลิตลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมีตำหนิ(ของเสีย) หรือสิ่งปนปนเปื้อนออกมาทั่วผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตสินค้า(100%) จึงจำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต	8
		สามารถส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องต่อฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญ (สินค้าสามารถใช้งานได้แต่ระดับสมรรถนะลดลง)	การผลิตสินค้าหงุดชะงักครั้งใหญ่ และมีการลดอัตราการผลิตลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมีตำหนิ(ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนออกมาทั่วผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตสินค้า(น้อยกว่า 100%) จึงจำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต	7
	ลูกค้าไม่พึงพอใจ	สามารถส่งผลต่อฟังก์ชันการทำงาน หรือตำหนิของสินค้าในระดับปานกลาง	สายการผลิตหยุดชะงักในระดับปานกลาง คือ ค่อยๆลดอัตราการผลิตลงเนื่องจากมีความสูญเสียจากการที่มีกระบวนการที่มากเกินไป และพบตำหนิ(ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนระหว่างการผลิตในระดับปานกลาง	6

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่อง (ต่อ)

ผลกระทบ	ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อลูกค้า		ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อกระบวนการ	คะแนน
ความเสี่ยงต่ำ --- กลาง --- สูง	ลูกค้าไม่พึงพอใจ	สามารถส่งผลต่อฟังก์ชันการทำงาน หรือตำหนิของสินค้าในระดับปานกลาง	สายการผลิตหยุดชะงักในระดับปานกลาง(น้อยกว่า 1 ชั่วโมง) และพบตำหนิ(ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนระหว่างการผลิตในระดับปานกลาง	5
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าส่วนมาก (75%) สามารถสังเกตเห็นได้	สายการผลิตหงุดชะงักเล็กน้อย พบตำหนิ(ของเสีย)และสิ่งปนเปื้อนเล็กน้อยระหว่างการผลิต	4
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าประมาณ 50% สามารถสังเกตเห็นได้		3
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าส่วนน้อย(<25%)สามารถสังเกตเห็นได้	สายการผลิตไม่หยุดชะงัก สามารถแยกตำหนิ(ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนได้ในปริมาณน้อยมาก	2
		ไม่สามารถตรวจพบได้ หรือไม่มีผลกระทบที่สังเกตได้	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความเสี่ยงของปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงัก

กระบวนการ	ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN
Spinning Process	1	เส้นใยในถังล้ม	เส้นใยพันในถึง และก่อให้เกิดปม	8	เวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน (ซ้ายและขวา)	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
					เวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
	2	รูฉีดเส้นใย หรือรูแพค (Spinneret holes) สกปรก	เส้นใยติดกัน หรืองอหลังออกมาจากรูฉีดเส้นใย	6	มีเศษพอลิเมอร์เก่าติดตามรูฉีดเส้นใย	7	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
	3	ลมเย็น (Quenching Air) ออกไม่สม่ำเสมอ	เกิดเส้นใยขาด เนื่องจากเส้นใยเซ็ตตัวไม่ดี หรือเส้นใยติดกัน	7	ตัวกรองลมไม่สะอาด	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
					ติดซิลิโคนที่ขอบตัวกรองลมไม่ดี	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	294
					เวลาใส่ และถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับใช้ประแจขันออก	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
					พอลิเมอร์ติดบนไวร์เมช	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
	4	ตัวประคองเส้นใย (Guide Path Tow) มีระยะความกว้างไม่สม่ำเสมอ	เส้นใยไม่รวมตัวกัน	8	ระยะตัวประคองเส้นใยแต่ละตัวไม่เท่ากัน (Guide Path Tow)	6	วัดความสูงก่อนเปลี่ยนผลิตภัณฑ์	3	144
	5	ความหนืดของพอลิเมอร์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน	ไม่สามารถผลิตเส้นใย หยุดกระบวนการผลิต และระบายออก	10	อุณหภูมิไม่ได้	3	หยุดกระบวนการผลิตและระบายออก	2	60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความเสี่ยงของปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงัก (ต่อ)

กระบวนการ	ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN
Spinning Process	6	ฟันเฟืองของลูกกลิ้งไม่ลงตำแหน่งระหว่างหน้าและ หลัง	เส้นใยเรียงตัวในถังไม่ดี(เอียง)	8	เส้นใยพันกัน/แตกที่ลูกกลิ้งเป็นจำนวนมาก	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
	7	น้ำมันที่ Oil Bar ไหลไม่สม่ำเสมอ	เกิดไฟฟ้าสถิตย์ระหว่างเส้นใยทำให้เส้นใยพันกัน	5	ตะกอนอุดตันที่ร่อง Oil Bar	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	210
	8	Oil roller เป็นรอย	เส้นใยขาด หรือ พันลูกกลิ้งระหว่างการดึงยืด	3	เส้นใยเสียดสี และใช้มีดกรีดเส้นใย	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	126
Fiber Process	9	ลูกกลิ้ง (Big roller) สกปรก	เส้นใยเก่าที่ลูกกลิ้ง	4	ทำความสะอาดไม่หมด	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	168
	10	เครื่องทำหยักกระโดด หรือหยุด	รอยหยักของเส้นใยไม่ตรงตามมาตรฐาน หรือรอยหยักที่เส้นใยหายไป	7	ระยะลูกกลิ้งของเครื่องทำหยักบนและล่างไม่เท่ากัน(เอียง)	7	ทำการตรวจสอบก่อนเริ่มกระบวนการผลิต	5	245
					ผิวของลูกกลิ้งไม่มีความหยาบหรือมีความหยาบน้อย	7	ตรวจสอบด้วยตา	7	343
	11	พื้นผิวของลูกกลิ้งเป็นรอยลึก	เส้นใยพันกันที่ลูกกลิ้ง	6	มีการใช้มีดกรีดเส้นใยคงค้างที่ Nip roller	6	ทำการตรวจสอบหลังจบกระบวนการผลิต	3	108
	12	Bar guide และ Roll guide เป็นรอย	เส้นใยขาด	8	ผิวลูกกลิ้งที่ชุบฮาร์ดโครมเกิดการสึกหรอ	7	ตรวจสอบด้วยตา	7	392

จากผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความเสี่ยง หรือค่าดัชนีความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) ของปัญหาปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงักจะได้ค่าดัชนีความเสี่ยงตามตารางที่ 3.5 แล้วเมื่อนำมาทำเป็นกราฟพาเรโตจะได้ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งเป็นการแสดงลำดับของปัญหาที่เกิดจาก โดยจัดเรียงจากคะแนนค่าดัชนีความเสี่ยงจากมากที่สุดไปยังน้อยสุด โดยทางผู้วิจัยได้เลือกปรับปรุง 3 ลำดับแรกดังที่แสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 จัดลำดับค่าดัชนีความเสี่ยงของการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ

ลำดับที่	ลักษณะข้อบกพร่อง	หัวข้อย่อย	ค่าดัชนีความเสี่ยง
1	รูฉีดเส้นใยหรือรูแพคสกปรก	-	420
2	ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ	ตัวกรองลมไม่สะอาด	420
		เวลาใส่ และถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน๊อตสำหรับใช้ประแจขันออก	420
3	Bar guide และ Roll guide เป็นรอย	-	392
4	เครื่องทำหยักกระโดด หรือหยุด		343
5	เส้นใยในถังล้ม	เวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน (ซ้ายและขวา)	336
		เวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน	336
6	ฟันเฟืองของลูกกลิ้งไม่ลงตำแหน่งหน้าและหลัง	-	336

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

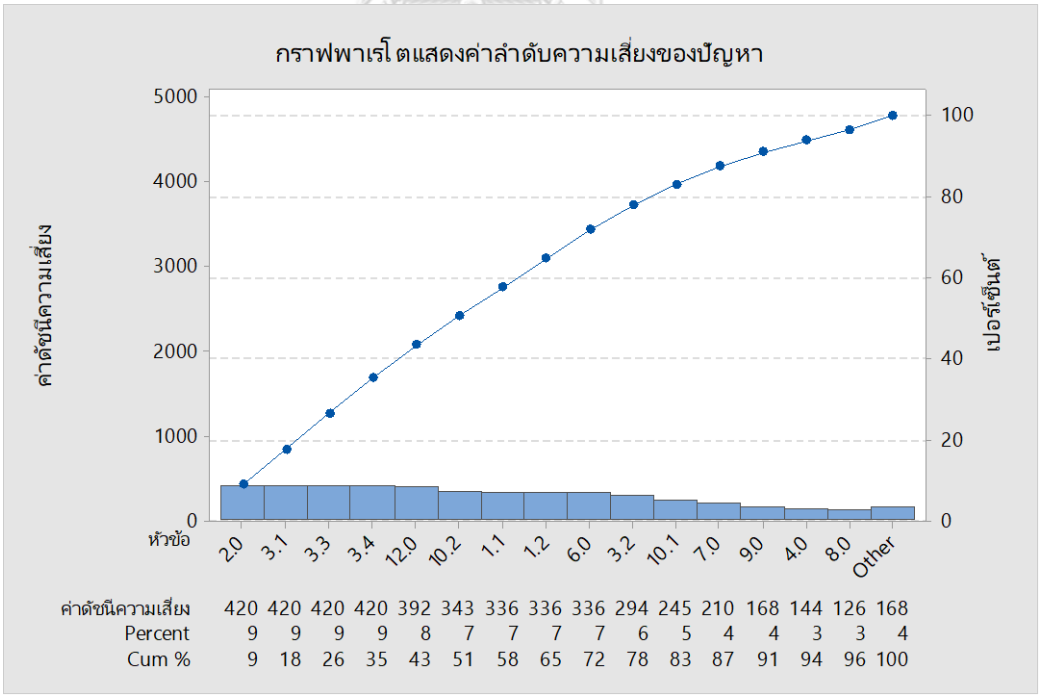
จากตารางที่ 3.6 สามารถแสดงรายละเอียดข้อบกพร่องได้ดังนี้

จากข้อบกพร่องลำดับที่ 1 กรณีรูฉีดเส้นใยสกปรกนั้นเกิดจากการนำแพคเข้าเตาเผาในปริมาณที่มากเกินไปซึ่งในบางครั้งทำให้เศษพอลิเมอร์ยังมีการเกาะติดหลังจากทำการล้างแพคแล้ว พนักงานจึงใช้เข็มจิ้มที่รูแพคเพื่อเป็นการนำเศษพอลิเมอร์ออก จึงเป็นผลทำให้ขอบรูแพคไม่เรียบหรือเป็นรอย ด้วยสาเหตุข้างต้นทางทีมผู้วิจัยจึงไม่สามารถแก้ไขได้ทันทีเนื่องจากใช้เงินลงทุนในปริมาณที่มาก และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารระดับสูงก่อน

จากข้อบกพร่องลำดับที่ 3 กรณี Bar guide และ Roll guide เป็นรอยทางแผนกต้องส่งออกไปให้ผู้แทนจำหน่ายทำการปรับปรุงจึงใช้เวลาในการอนุมัติจากผู้บริหาร และส่งชิ้นส่วนโลหะออกไปทำเป็นระยะเวลานานจึงไม่สามรถทำได้ทันที

จากข้อบกพร่องลำดับที่ 4 กรณีเครื่องทำหยักกระโดด หรือหยุดเนื่องด้วยสาเหตุผิวของลูกกลิ้งไม่มีความหยาบ หรือความหยาบไม่เพียงพอต่อการป้อนเส้นใยทางผู้ปฏิบัติงานได้ทำการใช้กระดาษทรายขัดผิวของลูกกลิ้งเพื่อให้สามารถใช้งานได้ในทันที และอยู่ในช่วงทำการเก็บข้อมูลค่าความหยาบของลูกกลิ้งเพื่อทำการหาค่าที่เหมาะสมในการใช้งาน และเปลี่ยนลูกกลิ้งของเครื่องทำหยัก

จากข้อบกพร่องลำดับที่ 6 กรณีฟันเฟืองของลูกกลิ้งไม่ลงตำแหน่งหน้า และหลังไม่สามารถทำการปรับปรุงได้ในทันทีเนื่องจากเครื่องจักรมีการทำงาน 24 ชม. จะหยุดก็ต่อเมื่อเครื่องจักรมีปัญหา และไม่มีการจดบันทึกระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 2 ตัวมาก่อนจึงใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล เนื่องด้วยสาเหตุข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงทำการเลือกปรับปรุงข้อบกพร่อง 2 อย่าง ได้แก่ข้อบกพร่องที่เกิดจากลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอซึ่งประกอบด้วยตัวกรองลมไม่สะอาด เวลาใส่หรือถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต และพอลิเมอร์ติดตรงไวร์เมช และข้อบกพร่องที่เกิดจากเส้นใยในถังล้มได้แก่เวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน



รูปที่ 3.6 กราฟพาเรโตแสดงค่าลำดับความเสี่ยงของปัญหาปมธรรมชาติ และเครื่องทำหยักหยุดชะงัก

3.6 สรุปนิยามปัญหา

ในขั้นตอนการนิยามปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเส้นใยสั้นในโรงงานกรณีศึกษาเพื่อระบุสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบกับต่ออัตราคุณภาพของสินค้า โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดอัตราคุณภาพของสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียโดยใช้แผนผังก้างปลาเพื่อแสดงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดปมในถัง และเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเลื่อน หลังจากนั้นจึงทำการเลือกปัญหาเพื่อนำมาดำเนินการแก้ไขโดยใช้การประเมินการจัดลำดับความเสี่ยง (RPN) แล้วใช้พาเรโตเพื่อแสดงลำดับความเสี่ยงของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยจัดเรียงค่าลำดับความเสี่ยงจากค่ามากไปน้อย

จากการวิเคราะห์และระดมความคิดจากทีมผู้วิจัยจึงทำการเลือกปัญหาเพื่อลดปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตดังนี้

1. เส้นใยล้มในถังซึ่งมีสาเหตุมาจากเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยเคลื่อนที่ไม่สัมพันธ์กัน

2. ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ สามารถจำแนกสาเหตุย่อยได้ 3 อย่าง ได้แก่ ตัวกรองลมไม่สะ - อาดเวลาใส่ หรือถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตรวมถึงพอลิเมอร์ติดตรงไวร์เมช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4 การวิเคราะห์ปัญหา

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาที่มีอิทธิพล และส่งผลทำให้ผลิตภาพในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นลดลง โดยผู้วิจัยและทีมงานได้จำแนกปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียในกระบวนการผลิตด้วยแผนผังก้างปลา (Fish Bone diagram) แล้วทำการเลือกปัญหาโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เพื่อกลั่นกรองปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ปัญหา แล้วจึงทำการเลือกสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการจัดลำดับความเสี่ยงของปัญหา โดยจะเลือกสาเหตุหรือปัจจัยที่มีคะแนนสูงสุด เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าสาเหตุที่ประเมินนั้นส่งผลทำให้อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีปริมาณมากขึ้นหรือไม่ แล้วจึงดำเนินการหาวิธีแก้ไขและปรับปรุง ซึ่งสามารถจัดลำดับปัจจัยที่ส่งผลให้อัตราคุณภาพต่ำได้ดังนี้

4.1 ลมเย็น หรือ Quenching Air ออกไม่สม่ำเสมอ

จากการตรวจสอบหน้างานพบว่าลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอสามารถจำแนกได้ 2 สาเหตุ คือ

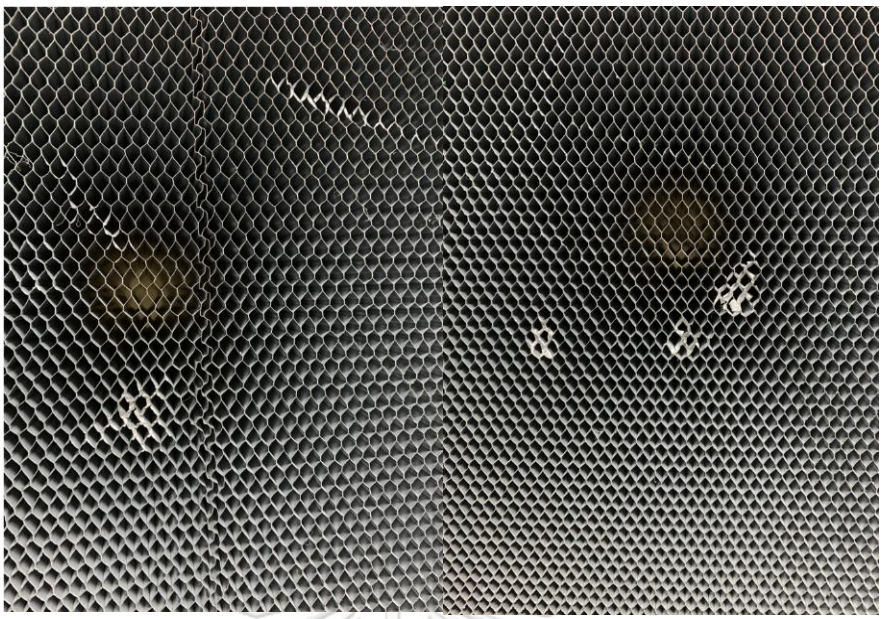
4.1.1 ตัวกรองลมหรือแผ่นกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับถอดหรือใส่ประกอบบริเวณหน้า Spin Beam ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แสดงภาพตัวกรองที่มีหัวน็อต และไม่มีหัวน็อต

รูปที่ 4.1 ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต

รูปที่ 4.2 ตัวกรองลมมีหัวน็อต

การเปลี่ยนตัวกรองลมพนักงานจะใช้ประแจเป็นตัวขันน็อตเพื่อนำตัวกรองออกจาก Spin Beam ดังที่แสดงในรูปที่ 4.3 แต่ในบางกรณีที่ตัวกรองไม่มีหัวน็อตพนักงานจะใช้ประแจตีเพื่อคลายน็อตและถอดตัวกรองออกจาก Spin Beam จึงทำให้รังผึ้งข้างในตัวกรองมีลักษณะบิดเบี้ยวหรือบุบไปจากเดิมดังที่แสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 ถอดตัวกรองลมโดยใช้ประแจ

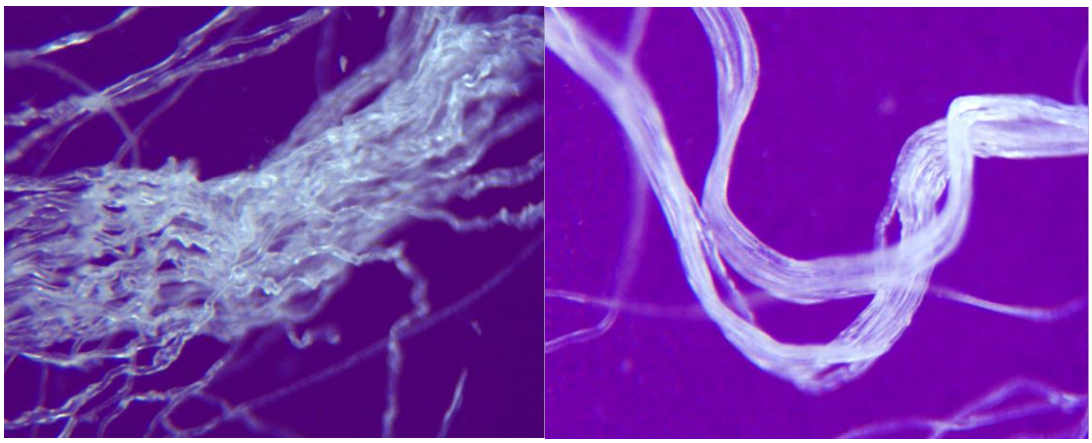


รูปที่ 4.4 รังผึ้งบิดเบี้ยว

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่ารังผึ้งบางส่วนนั้นมีลักษณะบิดเบี้ยวหรือบุบ ซึ่งพบว่าส่งผลให้ทิศทางลมมีลักษณะเปลี่ยนไป โดยปกติลมที่ออกมาจากด้านหลัง Spin Beam และผ่านรังผึ้งจะมีทิศทางออกมาในลักษณะตั้งฉากกับรังผึ้ง 90° ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้เครื่องทำหยักหยุดเนื่องจากเส้นใยติดหรือเส้นใยเลื่อนออกเมื่อผ่านเครื่องทำหยัก ทำให้แพของเส้นใยออกมาไม่เท่ากันดังที่แสดงในรูปที่ 4.5 เนื่องจากเส้นใยที่ปล่อยลงมาจากรูฉีดเส้นใยนั้นถูกปล่อยลงมาด้วยอุณหภูมิ 280°C ตามรูปที่ 4.6 และมีลมเย็นเป็นตัวเป่าโดยทำการเป่าจากด้านหลังช่อง Spin Beam แล้วผ่านมาด้านหน้าซึ่งเป็นตัวทำให้เส้นใยรักษาโครงสร้าง ดังนั้นเมื่อลมมีทิศทางเปลี่ยนไปเส้นใยสามารถปลิวแล้วติดกับเส้นข้างเคียงจนเป็นเส้นเดียวกันดังรูปที่ 4.7 หลังจากที่เส้นใยติดกันจะทำให้เส้นใยมีขนาดที่ใหญ่กว่าเดิมเนื่องจากเส้นใยที่ยังไม่ถูกรักษาโคตรงสร้างสามารถหลอมจนเป็นเส้นเดียวกันทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาดใหญ่ส่งผลให้ในบางครั้งเส้นใยจะมีความแข็งขึ้นซึ่งเราเรียกตำหนิในลักษณะนี้ว่าเส้นใยแข็ง (Hard Fiber) และเส้นใยจับตัวเป็นกลุ่มก้อนจนไม่สามรถแยกออกจากกันได้ (Fuse Fiber) แล้วเมื่อนำไปผลิตที่กระบวนการดึงยืดจะไม่สามารถผ่านเข้าเครื่องทำหยักได้เนื่องจากเส้นใยไปติดที่ด้านใดด้านหนึ่งของลูกกลิ้งจึงทำให้แพของเส้นใยที่ถูกดันออกมาจากเครื่องทำหยักออกมาไม่เท่ากัน เราจึงเรียกว่าเส้นใยเลื่อน (Slide) หรือในบางครั้งเส้นใยจะไปติดที่ตัวเครื่องทำหยักจนทำให้เครื่องทำหยักหยุดชะงัก นอกจากนี้พบว่าขอบที่ออกมาจะมีลักษณะแข็งจนไม่สามารถตัดเป็นเกรดของสินค้าได้ทางผู้ผลิตจึงต้องทำการตัด และจัดเป็นของเสีย

รูปที่ 4.5 เครื่องทำหยักหยุด

รูปที่ 4.6 เส้นใยไหลผ่านรูฉีดเส้นใย



รูปที่ 4.7 เส้นใยติดกัน

4.1.2 ตัวกรองลมไม่สะอาด

จากการที่ทีมงานได้ทำการสำรวจวิธีการล้างตัวกรองลมพบว่าตัวกรองลมไม่สะอาดสามารถจำแนกได้ 2 สาเหตุ

4.1.2.1 พอลิเมอร์ติดที่ตัวกรองลมเมื่อใช้เป็นเวลานาน

จากการที่ทีมงานได้ทำการสำรวจตัวกรองลมขณะที่มีการใช้งานพบว่าเมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานานจะมีพอลิเมอร์ขาวติดอยู่ที่บริเวณด้านหน้าตัวกรองลม (ไวร์เมช) ดังที่แสดงในรูปที่ 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chula

รูปที่ 4.8 พอลิเมอร์ขาวบนลวดไวร์เมช

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่ามีพอลิเมอร์ขาวติดอยู่บนไวร์เมชทางด้านขวา และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของผลต่างของความดัน โดยคิดที่ความดันก่อนเข้า Spin Beam ลบกับความดันก่อนเข้ากระบวนการผลิต หรือความดันขาออก ลบกับคลวามดันขาเข้า (Pressure Drop = Pout – Pin) แล้วเทียบกับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นต่อการผลิต 1 ครั้งซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1 และแสดงเป็นกราฟสหสัมพันธ์อย่างง่ายจะได้ดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.1 ผลต่างของความดันเทียบกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง

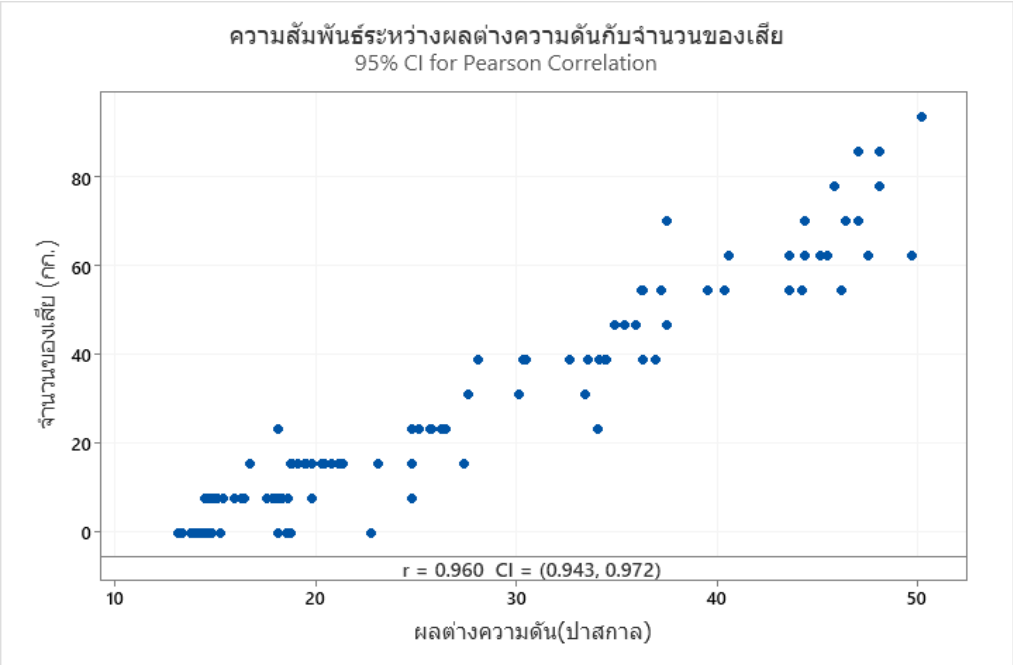
การผลิตครั้งที่	ผลต่างของความดัน (ปาสกาล)	จำนวนของเสีย (กก.)	การผลิตครั้งที่	ผลต่างของความดัน (ปาสกาล)	จำนวนของเสีย (กก.)
1	14.80	0	59	13.13	0
2	47.09	78	60	14.80	7.81
3	24.80	8	61	23.13	15.62
4	24.80	16	62	48.14	54.67
5	44.39	55	63	14.20	0
6	24.80	23	64	41.80	70.29
7	14.07	0	65	39.05	62.48
8	26.47	31	66	26.47	31.24
9	35.09	55	67	14.18	7.81
10	26.47	39	68	19.45	15.62
11	15.03	16	69	24.80	15.62
12	40.39	39	70	15.25	7.81
13	26.47	23	71	32.50	39.05
14	14.63	8	72	33.60	46.86
15	13.80	0	73	14.51	15.62
16	31.20	31	74	24.80	15.62
17	34.80	47	75	15.02	23.43
18	14.56	8	76	18.14	23.43
19	36.34	62	77	31.36	39.05
20	14.82	8	78	14.64	7.81
21	44.30	62	79	19.80	15.62
22	39.80	70	80	36.24	54.67
23	13.38	0	81	14.97	15.62
24	16.47	8	82	24.80	23.43
25	45.86	70	83	17.86	23.43
26	19.80	23	84	19.09	15.62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ผลต่างของความดันเทียบกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

การผลิตครั้งที่	ผลต่างของความดัน (ปาสกาล)	จำนวนของเสีย (กก.)	การผลิตครั้งที่	ผลต่างของความดัน (ปาสกาล)	จำนวนของเสีย (กก.)
27	18.80	16	85	36.32	46.86
28	37.23	44	86	34.53	39.05
29	18.13	8	87	18.80	7.81
30	47.04	70	88	35.40	46.86
31	34.92	70	89	18.59	7.81
32	34.09	55	90	28.13	31.24
33	36.88	47	91	24.80	15.62
34	15.95	8	92	35.71	54.67
35	18.87	23	93	42.47	62.48
36	44.40	62	94	24.80	23.43
37	33.03	31	95	43.60	54.67
38	18.05	16	96	47.04	70.29
39	19.47	0	97	17.58	7.81
40	44.39	62	98	48.10	78.1
41	19.53	16	99	18.61	7.81
42	35.96	47	100	45.61	62.48
43	18.62	8	101	16.71	7.81
44	24.80	16	102	17.38	15.62
45	45.61	62	103	46.40	62.48
46	47.09	78	104	46.60	70.29
47	24.80	31	105	18.13	7.81
48	44.80	62	106	46.41	54.67
49	29.80	47	107	15.02	23.43
50	45.53	62	108	24.80	23.43
51	24.80	16	109	43.60	39.05
52	37.23	39	110	18.07	7.81
53	24.80	16	111	13.91	0
54	37.04	70	112	24.80	15.62
55	15.07	8	113	14.80	7.81
56	14.52	8	114	23.13	15.62
57	40.61	39	115	14.80	7.81
58	24.80	8			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียกับผลต่างความดัน

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation: r) มีค่าเท่ากับ 0.935 แสดงว่าผลต่างของความดันมีความสัมพันธ์กับจำนวนของเสีย และจากกราฟพบว่าค่าสัมประสิทธิ์นั้นเป็นเชิงบวกเนื่องจากเมื่อผลต่างของความดันมีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้จำนวนของเสียมีจำนวนมากขึ้นเช่นกัน แสดงว่าผลต่างของความดันแปรผันตรงกับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ทางผู้วิจัยจึงทำการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) ของการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ว่าเป็นการถดถอยแบบพอลีโนเมียลหรือไม่ และหากำลังที่เหมาะสมของตัวแบบโดยกำหนดค่านัยสำคัญ α = 0.05 ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบดังนี้

1. การทดสอบกำลังสาม กำหนดสมมติฐานดังนี้

$$H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_1: \beta_3 \neq 0$$

2. การทดสอบกำลังสอง กำหนดสมมติฐานดังนี้

$$H_0: \beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_2 \neq 0$$

จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานสมมติฐานเพื่อศึกษานัยสำคัญของความสัมพันธ์หรือความถดถอย และสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดันกับปริมาณของเสีย

1.การตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบนัยสำคัญของสมการถดถอย

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$$

H_1: $\beta_k \neq 0$ อย่างน้อย 1 ตัว

2. การตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์ถดถอย

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

โดยกำหนดให้ β คือ ความชัน

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของความดันกับปริมาณของเสีย

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	64299.1	1385.41	0.000
Quadratic	1	300.9	6.81	0.010
Cubic	1	4.6	0.10	0.749

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	64600.1	32300.0	730.48	0.000
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)	1	413.0	413.0	9.34	0.003
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)^2	1	300.9	300.9	6.81	0.010
Error	116	5129.2	44.2		
Total	118	69729.3			

ตารางที่ 4.3 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.64963	92.64%	92.52%	92.11%

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดัน

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-16.11	4.85	-3.32	0.001	
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)	1.124	0.368	3.06	0.003	45.77
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)^2	0.01583	0.00607	2.61	0.010	45.77

ตารางที่ 4.5 สมการถดถอยของผลต่างความดัน

Regression Equation

จำนวนของเสีย (กก./วัน)	=	-16.11 + 1.124 ผลต่างความดัน(ปาสกาล) + 0.01583 ผลต่างความดัน(ปาสกาล)^2

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยตามตารางที่ 4.2 พบว่าค่า p-value ของตัวแบบกำลังสอง (Quadratic) มีค่าเท่ากับ 0.010 ซึ่ง P-value < 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) จึงสรุปว่าโพลิโนเมียลกำลังสองมีความเหมาะสมกับข้อมูลนี้ ส่วนค่า p-value ของตัวแบบกำลังสาม (Cubic) มีค่าเท่ากับ 0.749 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และปฏิเสธสมมติฐานรอง (H_1) โดยสามารถสรุปได้ว่าโพลิโนเมียลกำลังสามไม่มีความเหมาะสมกับข้อมูลนี้

จากนั้นจึงตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยพบว่าผลต่างความดันมีผลต่อจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญโดยมีความสัมพันธ์แบบโพลิโนเมียลดังที่แสดงในตารางที่ 4.4 โดยค่าความชันมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 กล่าวคือผลต่างของความดันมีผลต่อจำนวนของเสียที่ทำให้เครื่องทำหยักหยุดชะงักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) อยู่ที่ 92.52%

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เพื่อทำการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) ซึ่งใช้สมการการถดถอยแบบเชิงเส้น โดยดูความน่าเชื่อถือของสมการถดถอยว่าแบบเชิงเส้น หรือแบบโพลีโนเมียลน่าเชื่อถือมากกว่ากันโดยกำหนดค่านัยสำคัญ α = 0.05 ซึ่งตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบดังนี้

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

โดยกำหนดให้

β_i คือ ความชัน

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของความดันกับปริมาณของเสีย

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	64299.1	64299.1	1385.41	0.000
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)	1	64299.1	64299.1	1385.41	0.000
Error	117	5430.2	46.4		
Total	118	69729.3			

ตารางที่ 4.7 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.81262	92.21%	92.15%	91.89%

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดัน

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-28.11	1.59	-17.71	0.000	
ผลต่างความดัน(ปาสกาล)	2.0724	0.0557	37.22	0.000	1.00

ตารางที่ 4.9 สมการถดถอยของผลต่างความดัน

Regression Equation

จำนวนของเสีย (กก./วัน) = -28.11 + 2.0724 ผลต่างความดัน(ปาสกาล)

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) มีค่าเท่ากับ 92.21% ดังที่แสดงในตารางที่4.9

นอกจากนี้เมื่อดูตารางที่ 4.8 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยในส่วนของความชัน (β_i) มีค่าเท่ากับ 2.07 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 กล่าวคือ ผลต่างของความดันมีผลต่อจำนวนของเสียที่ทำให้เครื่องทำหยักหยุดชะงักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อดูค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่างสมการถดถอยแบบพอลีโนเมียลกำลังสอง กับสมการถดถอยแบบเชิงเส้น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของสมการถดถอยแบบพอลีโนเมียลมีค่ามากกว่าสมการถดถอยแบบเชิงเส้นอยู่ 0.43% ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สมการถดถอยเชิงเส้นในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลต่างความดัน กับจำนวนของเสีย เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจต่างกันไม่มาก

4.2.1.2 ล้างตัวกรองลมไม่สะอาด

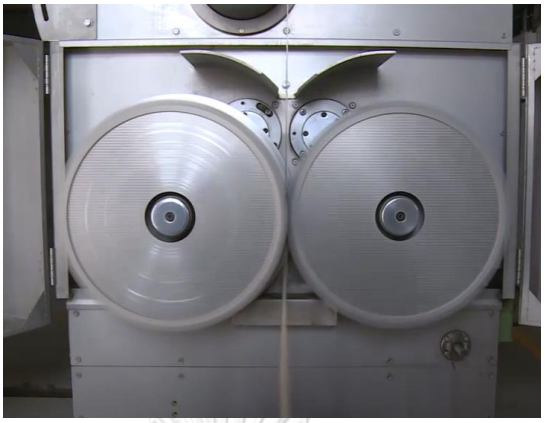
เมื่อผู้วิจัยได้ทำการไปตรวจสอบหน้างาน (Gemba Walks) พบว่าอ่างล้างตัวกรองลมไม่สะอาด คือมีเศษตะกอนของสิ่งสกปรกตกอยู่ด้านล่างของอ่างตามรูปที่ 4.10 และเมื่อสังเกตกระบวนการล้างตัวกรองลมพบว่าเมื่อพนักงานทำการใส่ตัวกรองลมลงในอ่าง และต้มน้ำให้เดือดเพื่อทำการล้างพอลิเมอร์ออกจากตัวกรองลม ดังรูปที่ 4.11 พบว่าสิ่งสกปรกที่อยู่ด้านล่าง และที่ติดตรงไวร์เมชจะลอยขึ้นมาและไหลลงท่อระบายของอ่างแต่ในบางครั้งจะเห็นได้ว่าพอลิเมอร์ที่ลอยขึ้นมาไหลลงท่อระบายไม่หมด และเนื่องด้วยทีมผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่าพนักงานจะรอให้อุณหภูมิของน้ำเย็นตัวลงก่อนจึงจะยกตัว

กรองขึ้นมา ทีมผู้วิจัยจึงพบว่ามีเศษพอลิเมอร์บางส่วนได้กลับตกลงไปติดที่ไวร์เมช จึงเป็นผลทำให้ตัวกรองไม่สะอาดเนื่องจากสิ่งสกปรกไปตันที่รูของไวร์เมชทำให้ลมเย็น (Quench Air) ออกมาไม่สม่ำเสมอ ซึ่งส่งผลให้ทิศทางลมนั้นมีลักษณะเบี้ยวไปจากเดิม

รูปที่ 4.10 อ่างล้างตัวกรองลม

รูปที่ 4.11 ต้มตัวกรองลม

4.2 การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน



ที่มา: LNJ Bhilwara Group

รูปที่ 4.12 ลูกกลิ้ง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่มา: LNJ Bhilwara Group

รูปที่ 4.13 ถังใส่เส้นใย

จากการจัดลำดับความเสี่ยงของปัญหาเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย หรือที่เรียกกันว่า และลูกกลิ้งมีผลทำให้เกิดปมธรรมชาติในกระบวนการผลิต ดังที่แสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15

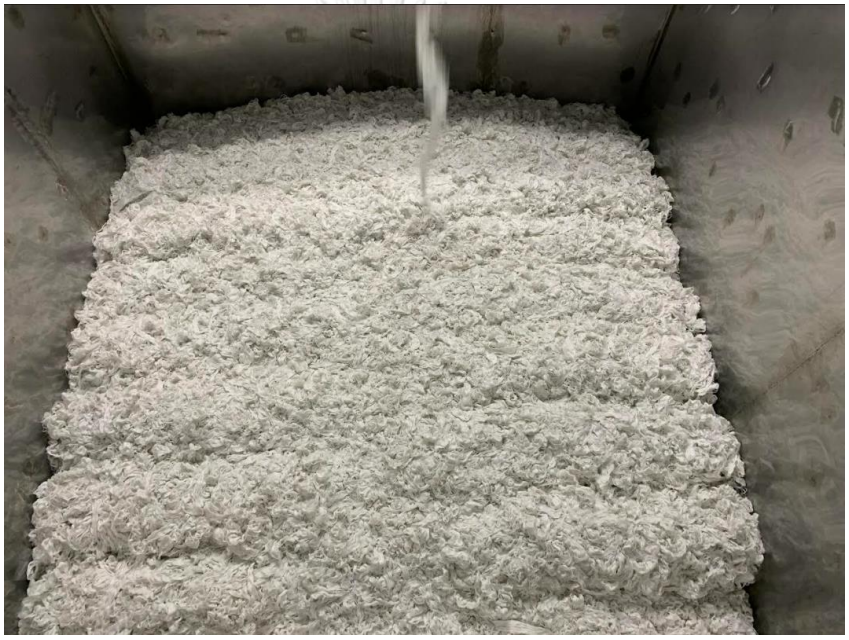
รูปที่ 4.14 ปมธรรมชาติ

รูปที่ 4.15 ปมธรรมชาติระหว่างกระบวนการผลิต

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งที่ทำหน้าที่ป้อนหรือดึงเส้นใยลงถัง รวมถึงสังเกตุลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยในถังดังที่แสดงในรูปที่ 4.16 จึงพบปัจจัยที่ทำให้เกิดปมมีดังนี้

1. เส้นใยมีการจัดเรียงตัวไม่พอดีกับขอบของถัง คือเส้นใยสั้นหรือยาวไปเมื่อเทียบกับขอบถัง และในกรณีที่การเรียงตัวของเส้นใยนั้นสั้นเกินไปเมื่อทับถมกันเป็นเวลานานจะทำให้เส้นใยล้มแล้วกองในบริเวณที่มีเส้นใยน้อย ในส่วนของเส้นใยที่ยาวเกินขอบถังจะทำให้เส้นใยแตก และเกิดการพันกันเมื่อนำไปเดินในกระบวนการดึงยืด

2. เส้นใยมีลักษณะทับกันไปมาไม่สลับฟันปลา กล่าวคือเส้นใยจะทับกันไปเรื่อยๆพอทับกันไปถึงระยะหนึ่งเส้นใยจะเอียงล้มไปในด้านที่มีปริมาณน้อยกว่า



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.16 ลูกกลิ้งดึงเส้นใยลงถัง

รูปที่ 4.17 การจัดเรียงตัวของเส้นใยไม่ดี

จากรูปที่ 4.17 เป็นการแสดงตัวอย่างการจัดเรียงตัวของเส้นใยที่ไม่ดีเนื่องจากบริเวณขอบถึงมีปริมาณเส้นใยน้อยดังนั้นเมื่อมีการดึงเส้นใยลงถังในปริมาณมากเส้นใยจะเทเอียงไปด้านข้าง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งโดยคงความเร็วของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยที่อยู่ที่ 1500 เมตรต่อนาที และ 95 เมตรต่อนาที เทียบกับจำนวนปมธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยกำหนดให้ตัวแปรดังนี้

ตัวแปรอิสระ (X) = เวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย (X_1) และลูกกลิ้ง (X_2) หน่วย วินาที

ตัวแปรตาม (Y) = ปริมาณปมธรรมชาติ หน่วย กรัม

จากการเก็บข้อมูลระหว่างการเคลื่อนที่ของ X_1 และ X_2 เทียบปริมาณปมธรรมชาติ สามารถทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ผลดังตารางที่ 4.10 โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ α = 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ตารางที่ 4.10 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของจำนวนปมธรรมชาติโดยวิธี Stepwise (Step Multiple Regression Analysis)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	30.516	10.1718	104.75	0.000
ลูกกลิ้ง (X_2)	1	14.168	14.1681	145.90	0.000
ถังใส่เส้นใย (X_1)	1	10.857	10.8574	111.81	0.000
ลูกกลิ้ง*ถังใส่เส้นใย (X_2*X_1)	1	11.547	11.5469	118.91	0.000
Error	36	3.496	0.0971		
Total	39	34.011			

ตารางที่ 4.11 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.311618	89.72%	88.87%	87.33%

ตารางที่ 4.12 สมการถอถอยการการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใย

Regression Equation

ปม(กรัม) = 1969 - 272.5 ลูกกลิ้ง- 16.2 5ถังใส่เส้นใย + 2.251 ลูกกลิ้ง*ถังใส่เส้นใย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางผลการวิเคราะห์ที่ 4.10 พบว่าค่า p-value ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยมีค่าอยู่ที่ 0.000 ซึ่งค่า p-value < 0.05 บ่งบอกว่าเวลาในการเคลื่อนที่ของของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยมีผลต่อการเกิดปมธรรมชาติ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพจน์อิทธิพลร่วม หรือที่เรียกกันว่า Interaction Effect พบว่าการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยมีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่ง p-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยมีความสัมพันธ์กัน และจากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ หรือการทำนาย (R-sq) มีค่าเท่ากับ 89.72% เป็นตัวบ่งบอกว่าสมการถดถอยพหุคูนนั้นมีความน่าเชื่อถืออยู่ที่ 89.72% และ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R-sq(adj)) มีค่าเท่ากับ 88.87%

บทที่ 5 การปรับปรุง และควบคุมกระบวนการผลิต

<u>กระบวนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต</u>

เมื่อผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แหล่งที่มาของปัญหาที่ส่งผลต่อการเกิดอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพและจำนวนของเสีย จากการวิเคราะห์พบว่าเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งที่ไม่สัมพันธ์กันเป็นปัจจัยที่ทำให้ปมธรรมชาตินั้นมีจำนวนมากขึ้น และอีกปัจจัยเกิดจากลมเย็นที่ผ่านตัวกรองลมนั้นออกในปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอ รวมถึงวิธีการล้างตัวกรองลมไม่ถูกต้อง หรือล้างไม่สะอาด เป็นผลทำให้เครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงัก

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในกระบวนการคือ กำหนดช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งให้เหมาะสมรวมถึงกำหนดช่วงเวลาในการเปลี่ยนตัวกรองลม และปรับเปลี่ยนขั้นตอนหรือวิธีการในการล้างตัวกรองลม เพื่อให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตน้อยที่สุดโดยสามารถปรับปรุงได้ดังนี้

5.1 ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ

จากการวิเคราะห์ปัญหาลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอสามารถปรับปรุงได้ได้ดังนี้

5.1.1 ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต

ในกรณีที่ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตทางผู้วิจัย และทีมปฏิบัติการได้จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือที่เรียกว่า Preventive maintenance (PM) โดยจะทำการตรวจสอบหัวน็อตทุกครั้งหลังจากทำการล้างตัวกรองเรียบร้อยแล้ว ซึ่งพนักงานจะทำการตรวจสอบตัวกรองทุกชิ้นก่อนการจัดเก็บว่ามีหัวน็อตครบ 4 ด้านหรือไม่ และทำการจดบันทึกลงใบตรวจสอบ (Check sheet) ดังที่แสดงในรูปที่ 5.1 สำหรับกรณีที่ตัวกรองลมมีหัวน็อตไม่ครบทั้ง 4 ด้านพนักงานจะทำการแยกตัวกรองที่ไม่มีหัวน็อตออกเพื่อทำการซ่อมแซมก่อนนำไปใช้งาน นอกจากนี้ทางทีมผู้วิจัยได้จัดทำการอบรมให้พนักงานเพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการถอดประกอบตัวกรองลมอย่างถูกวิธีตามคู่มือปฏิบัติงาน (Work Instruction) ตามรูปที่ 5.3 โดยพนักงานห้ามใช้ประแจตีตัวกรองลมเพราะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รังผึ้งข้างในตัวกรองมีลักษณะบิดเบี้ยว หรือบุบไปจากเดิมพร้อมทั้งทำการอบรมให้พนักงานเข้าใจถึงวิธีการถอด หรือใส่ตัวกรองลมใหม่

Filter line no. :.....

Checking Filter bolt (ตรวจสอบหัวน็อต)

Engineer	M-Shift	E-Shift	N-Shift

Month.....

Date	Filter Code	Bolt		Remark
		Complete	Incomplete	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Format No.		RT-3 Year

-ให้ Foreman แต่ละกะเป็นผู้คิดตามและรับผิดชอบ

- ใส่เครื่องหมายถูก (✓)ในกรณีมีหัวน็อตครบหรือไม่ครบลงในช่อง Complete และ Incomplete

รูปที่ 5.1 ใบตรวจสอบหัวน็อตของตัวกรอง

รูปที่ 5.2 เปลี่ยนหัวน็อต และรังผึ้งของตัวกรองลม

5.1.2 ตัวกรองลมไม่สะอาด

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุตัวกรองลมไม่สะอาดพบว่าระยะเวลาในการเปลี่ยนตัวกรองลมมีผลกับปริมาณของเสีย ทางผู้วิจัยจึงทำการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการล้างตัวกรองลม และได้ทำการทบทวนขั้นตอนในการล้างตัวกรอง ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.2.1 ช่วงเวลาหรือระยะเวลาในการล้างตัวกรอง

ผลการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าผลต่างความดันมีผลต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กล่าวคือเมื่อผลต่างความดันมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของเสียเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยและทีมงานได้คิดค้นที่จะเปลี่ยนช่วงเวลาในการถอดตัวกรองลม คือหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนตัวกรองลมในกระบวนการผลิต โดยทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่า หรือต้นทุน และผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) ของการเปรียบเทียบการล้างตัวกรองทุก 10, 15 และ30 วัน ซึ่งสามารถแสดงออกมาในตารางที่ 5.1, 5.2 และ 5.3

ตารางที่ 5.1 ค่าใช้จ่ายในการล้างตัวกรองลมทุก 10, 15 และ 30 วัน

ตารางเปรียบเทียบภาระค่าใช้จ่ายในการล้างตัวกรองระหว่าง 10 วัน, 15 วัน และ 30 วัน			
หัวข้อ	ล้างตัวกรองทุก 10 วัน	ล้างตัวกรองทุก 15 วัน	ล้างตัวกรองทุก 30 วัน (เส้นอ้างอิง)
ค่าใช้จ่ายสำหรับล้างตัวกรอง (บาท)	80,038.44	53,358.96	26,679.48
ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนตัวกรอง (บาท)	9,891	6,594	3,297
ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนตัวกรอง (กก.)	220.05	146.7	73.35
ผลรวมค่าใช้จ่าย (บาท)	89,929.44	59,952.96	29,976.48

ตารางที่ 5.1 เป็นตารางแสดงค่าใช้จ่ายเมื่อมีการล้างตัวกรองทุก 10,15 และ 30 วัน พบว่าล้างตัวกรองทุก 10 วันจะมีค่าใช้จ่ายสูงสุดคือ 89,929.44 บาท ในขณะเดียวกันผู้วิจัยได้ทำการคำนวณผลประโยชน์เมื่อมีการล้างตัวกรองดังที่แสดงในตารางที่5.2 จะเห็นได้ว่าล้างตัวกรองทุกๆ 10 วัน ทำให้จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนลดลงมากที่สุดโดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 453,096.00 บาท

ตารางที่ 5.2 ของเสียในการล้างตัวกรองทุก 10, 15 และ 30 วัน

ตารางเปรียบเทียบจำนวนของเสียเมื่อเปลี่ยนตัวกรองที่10 วัน, 15 วัน และ 30 วัน			
หัวข้อ	ล้างตัวกรองทุก 10 วัน	ล้างตัวกรองทุก 15 วัน	ล้างตัวกรองทุก 30 วัน (เส้นอ้างอิง)
จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น (ครั้ง/การเปลี่ยน)	1	3	15
จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น (ครั้ง/เดือน)	3	6	15
จำนวนของเสียที่ลดลงเมื่อเทียบกับเส้นอ้างอิง (จำนวนของเสียเส้นอ้างอิง - จำนวนของเสียใหม่)	12	9	0
ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนตัวกรอง (กก./เดือน)	10,080.00	7,560.00	0
ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนตัวกรอง (บาท/เดือน)	453,096.00	339,822.00	0
ผลรวมผลประโยชน์ (บาท)	453,096.00	339,822.00	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.3 ผลประโยชน์-ต้นทุนในการล้างตัวกรองทุก 10,15 และ 30วัน

หัวข้อ	ล้างตัวกรองทุก 10 วัน	ล้างตัวกรองทุก 15 วัน	ล้างตัวกรองทุก 30 วัน (เส้นอ้างอิง)
ผลประโยชน์ - ต้นทุน	363,166.56	279,869.04	(29,976.48)

จากตารางที่ 5.3 พบว่าเมื่อล้างตัวกรองทุก 10 วันจะทำให้เกิดผลประโยชน์หรือมีปริมาณของเสียน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการล้างตัวกรองซึ่งคิดเป็นเงินอยู่ที่ 363,166.56 บาท ผู้วิจัยจึงทำการเปลี่ยนการล้างตัวกรองจากทุกๆ 30 วันเป็น 10 วัน เพื่อเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

5.1.2.2 ทบทวนขั้นตอนการล้างตัวกรองลม

จากการตรวจสอบหน้างานผู้วิจัย และทีมงานได้สังเกตเห็นว่าวิธีการล้างตัวกรองลมในบางขั้นตอนเป็นปัจจัยที่ทำให้ตัวกรองลมอุดตันได้เนื่องจากมีพอลิเมอร์เข้าไปอุดตันที่รูไวร์เมช ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานได้ลงความเห็นในการเพิ่มขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับการล้างตัวกรองโดยทำการยกตัวกรองก่อนระบายน้ำออก และทำความสะอาดอ่างล้างตัวกรองทุกครั้งหลังจากใช้งาน รวมถึงจัดอบรมพนักงานเพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทำปฏิบัติงานตามรูปที่ 5.3

6. วิธีปฏิบัติงาน (Procedure)

6.1 นำตัวกรองที่ถอดออกมาจากกระบวนการผลิตหลังจากใช้งานแล้วลงไปชั้นล่างเพื่อเตรียมที่จะทำความสะอาดเอาเศษซิลิโคนและพอลิเมอร์ออก

6.2 เติมน้ำเข้าอ่างต้มให้ได้ระดับน้ำตามที่กำหนด

6.3 หลังจากที่เติมน้ำเรียบร้อยแล้วให้ทำการยกตัวกรองลงอ่างต้มโดยหงายด้านหน้าตัวกรอง(ด้านที่มีหัวน็อต)ขึ้น ดังรูปที่แสดงข้างล่าง โดยแต่ละอ่างจะใส่ตัวกรองได้ 4 ตัว

6.4 เปิดไอน้ำและรอให้น้ำเดือดที่ 100°C เมื่ออุณหภูมิของน้ำได้ตามกำหนด ให้ทำการต้มตัวกรองไปอีก 2 ชั่วโมง

6.5 เมื่อครบเวลาตามกำหนดแล้วให้ปิดไอน้ำ

6.6 ให้พักตัวกรองไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อให้ตัวกรองเย็นตัวแล้วยกขึ้นมาเพื่อนำไปผึ่งให้แห้ง แล้วจึงระบายน้ำทิ้ง

6.7 เมื่อตัวกรองแห้งแล้วให้นำไปเป่าลมเพื่อให้สะอาดและแห้งสนิท

6.8 ทำการตรวจสอบการหมุนของ bolt lock ของตัวกรองต้องไม่ติดขัด และหัวน็อตอยู่ครบ

6.9 ทำการหุ้มตัวกรองด้วยพลาสติกใส

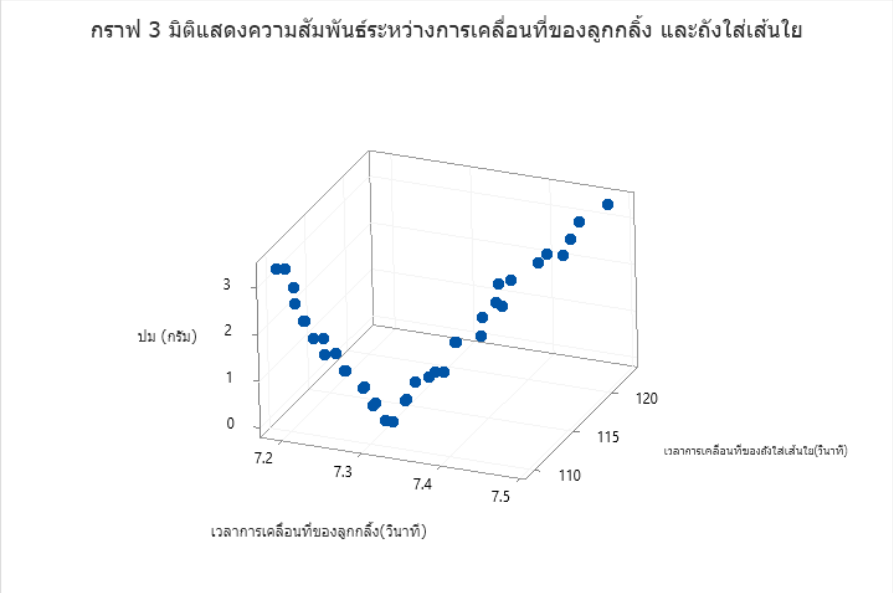
6.10 นำลงไปไว้ที่ชั้น 2 เพื่อพร้อมใช้งาน และล้างอ่างต้มทุกครั้งหลังการใช้งาน

รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการล้างตัวกรอง

5.2 การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน

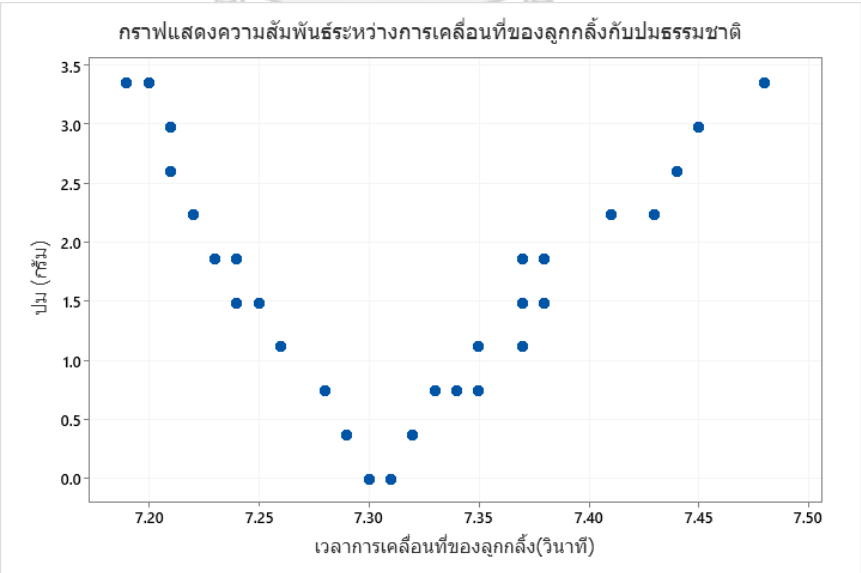
จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน พบว่าการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งมีสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์กับปมธรรมชาติ ผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งเทียบกับปมธรรมชาติที่

เกิดขึ้นเพื่อหาเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งที่เหมาะสมกล่าวคือหาเวลาการเคลื่อนที่ที่ทำให้เกิดปมน้อยที่สุดซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.4



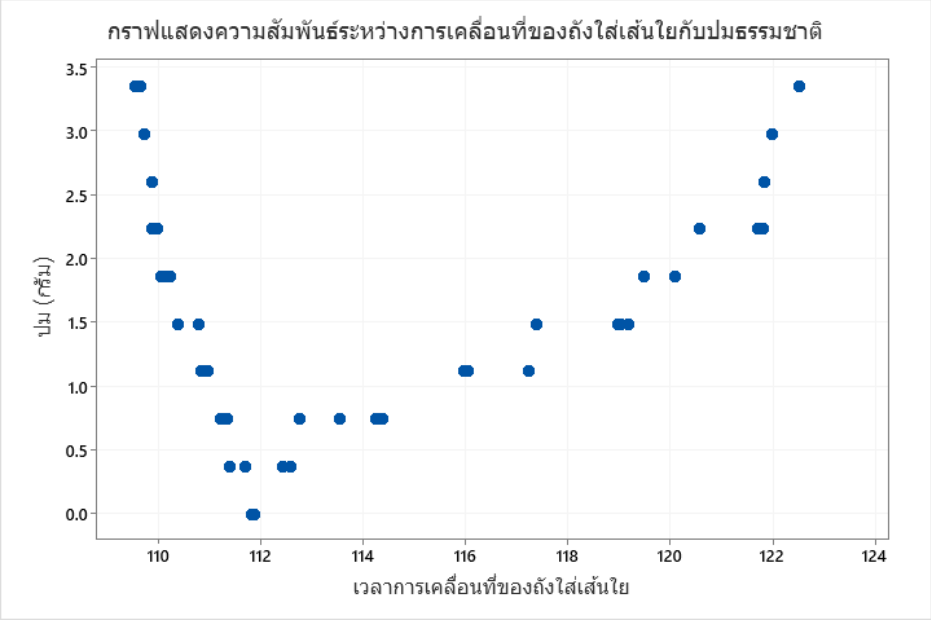
รูปที่ 5.4 กราฟ 3 มิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งเทียบกับปริมาณปมธรรมชาติ

จากกราฟรูปที่ 5.4 สามารถแยกออกได้เป็น 2 กราฟตามที่แสดงในรูปที่ 5.5 และ 5.6 คือเป็นเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย และลูกกลิ้งเทียบกับปริมาณปมธรรมชาติ



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งเทียบกับปมธรรมชาติ

จากรูปที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าปมธรรมชาติมีปริมาณน้อยสุด (ไม่ถึง 1 กรัม) เมื่อเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งอยู่ที่ 7.25 - 7.35 วินาที ผู้วิจัยและทีมงานจึงทำการตั้งค่าเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งอยู่ที่ 7.3 $\pm$ 0.05 วินาที



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยเทียบกับปมธรรมชาติ

รูปที่ 5.6 เป็นกราฟที่แสดงเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยเทียบกับปริมาณปมธรรมชาติที่เกิดขึ้นพบว่าเมื่อเวลาในการเคลื่อนที่มากขึ้นจำนวนปมธรรมชาติที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณมากขึ้น และถ้าเวลาในการเคลื่อนที่น้อยมากเกินไปจำนวนปมธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณปมธรรมชาติที่มีปริมาณน้อยคือไม่ถึง 1 กรัม จะอยู่ในช่วง 110.50 – 115.00 วินาที ทางทีมผู้วิจัยและทีมจึงทำการควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยอยู่ที่ 113.00 $\pm$ 3 โดยทางพนักงานจะทำหน้าที่ในการจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยในแต่ละวันโดยการดูตำแหน่งของไฟดังรูปที่ 5.7 และจดบันทึกลงในใบตรวจสอบตามรูปที่ 5.8 แล้วเมื่อเวลาในการเคลื่อนที่อยู่นอกช่วงที่กำหนดให้พนักงานแจ้งหัวหน้างานเพื่อทำการแจ้งแผนกไฟฟ้าให้ทำการแก้ไขในทันที

รูปที่ 5.7 อุปกรณ์สำหรับปรับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใย

Line no. :.....

Checking movement time of Cantraverse and Sun Flower
(ตัวสอบการเคลื่อนที่ของ Cantraverse และ Sun Flower)

Engineer	M-Shift	E-Shift	N-Shift

Month.....

Date	Time movement of Cantraverse (s.) (Spec. 113.00 + 3.0)	Time movement of Sun Flower (s.) (Spec. 7.3 + 0.05)	Remark	Cheker (Signature)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
Format No.			RT-3 Year	

- ให้ Supervisor แต่ละกะเป็นผู้ติดตามและรับผิดชอบ
- ในกรณีที่เวลาเกินค่า specification ที่กำหนดให้แจ้งหัวหน้างานเพื่อแจ้งแผนก E&I

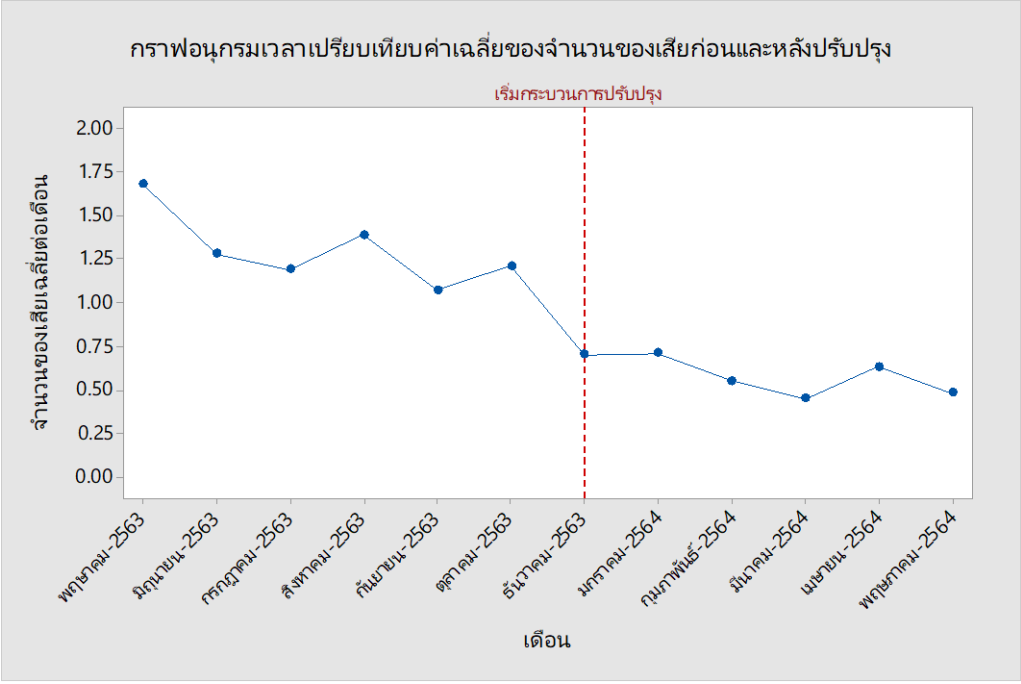
รูปที่ 5.8 ใบตรวจสอบการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใย

5.3 สรุปผลขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไข

เมื่อทำการแก้ไขปรับปรุงปัจจัยที่ทำให้เกิดสินค้าไม่ได้คุณภาพหรือของเสียแล้วสามารถสรุปได้ดังนี้

5.3.1 การปรับปรุงกรณีลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ

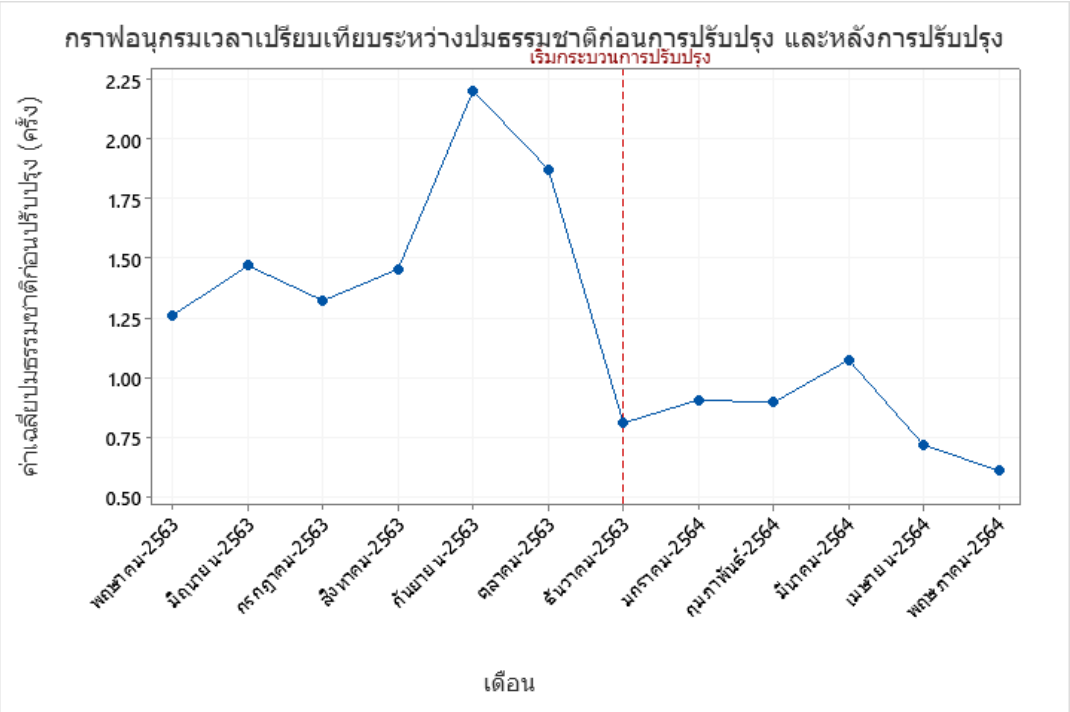
ผลของการปรับปรุงกรณีลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอด้วยการกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนตัวกรองลมให้เหมาะสม รวมถึงทำการตรวจเช็คหัวน็อตของตัวกรองลมก่อนการนำไปใช้งาน และเปลี่ยนวิธีการทำความสะอาดตัวกรองซึ่งจากการปรับปรุงแก้ไขพบว่าจำนวนของเสียที่เกิดจากเครื่องทำหยักหยุดชะงักหรือเครื่องทำหยักเลื่อนมีจำนวนลดลงดังที่แสดงในรูปที่ 5.9 ซึ่งแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน โดยเห็นได้ว่าของเสียหลังการปรับปรุงมีจำนวนลดลงคิดเป็น 54.99%



รูปที่ 5.9 กราฟค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

5.3.2 การปรับปรุงเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใย

จากการปรับปรุงเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยจะเห็นได้ว่าจำนวนปมที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณลดลงโดยอ้างอิงได้จากกราฟรูปที่ 5.10 ซึ่งหลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าปมนั้นมีปริมาณลดลง 59.04%



รูปที่ 5.10 กราฟค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อน และหลังปรับปรุง

<u>การควบคุมกระบวนการผลิต</u>

การควบคุมกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อยืนยันผลจากกระบวนการปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสีย โดยได้ทำการควบุม และติดตามจำนวนของเสียโดยการใช้กราฟอนุกรมเวลา (Time Series) เนื่องจากเป็นการรวบรวมข้อมูลแบบค่าวัดค่าเดียว

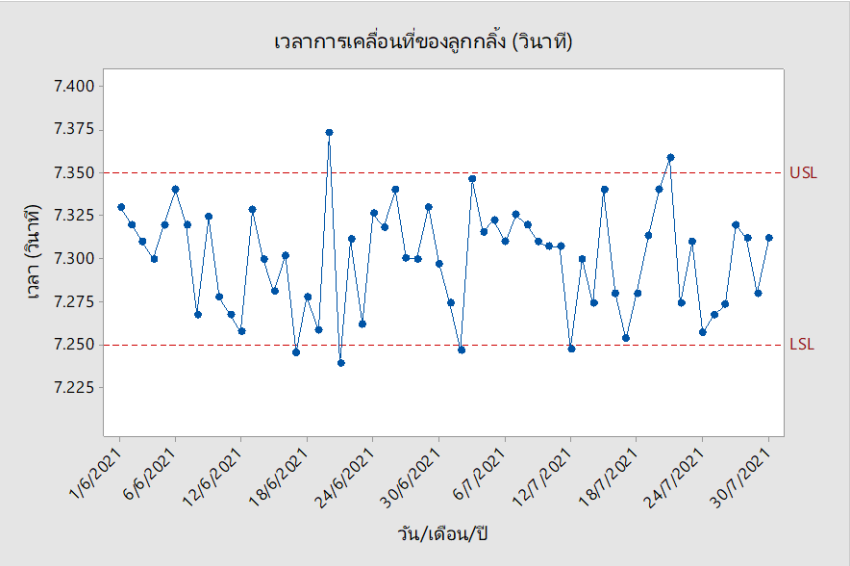
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 การควบคุมลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ

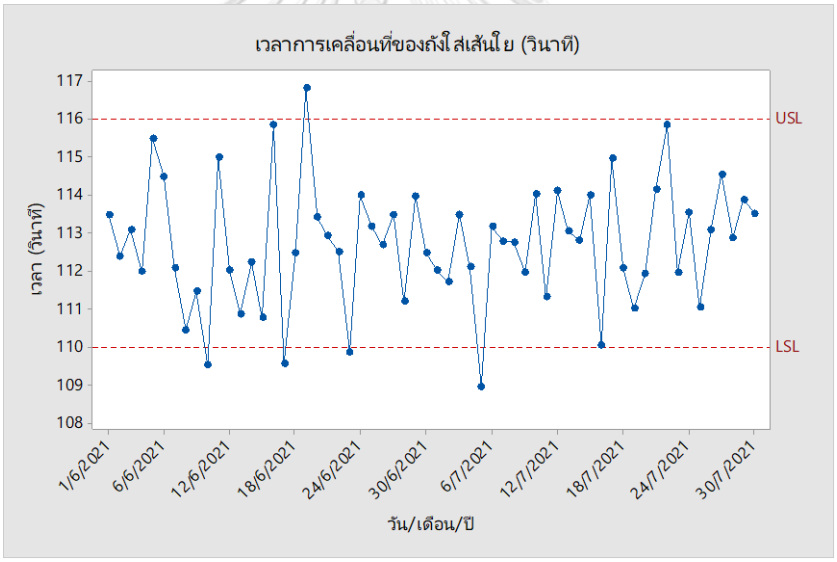
การควบคุมกรณีตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต และตัวกรองลมไม่สะอาดสามารถควบคุมได้โดยการดูผลต่างของค่าความดันโดยทางผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญกำหนดให้ผลต่างของความดันต้องมีค่าน้อยกว่า 25 ปาสกาล และมีค่าเริ่มต้นเมื่อมีการเปลี่ยนตัวกรองลมอยู่ที่ 13.5 – 15 ปาสกาล

5.5 การควบคุมเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง

รูปที่ 5.11 และ 5.12 เป็นกราฟแสดงการควบคุมเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยในกระบวนการผลิต โดยกราฟที่ใช้ในการควบคุมเป็นกราฟอนุกรมเวลา (Time Series) โดยมีการกำหนดขอบเขตด้านล่าง (Lower specification Limit: LSL) และเส้นขอบเขตด้านบน (Upper specification limit: USL)



รูปที่ 5.11 แผนภูมิควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของ Sun Flower



รูปที่ 5.12 แผนภูมิควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใย

จากรูปที่ 5.11 และ 5.12 จะเห็นได้ว่ามีบางจุดอยู่นอกเหนือเส้นขอบเขตกำหนดด้านบนและเส้นขอบเขตกำหนดด้านล่างซึ่งทางพนักงานปฏิบัติการจะทำการแจ้งหัวหน้างานเพื่อทำการแจ้งแผนกไฟฟ้าให้มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

บทที่ 6 บทสรุป และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอแนวความคิด และการประยุกต์ใช้แนวคิดทางสถิติเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนการนิยามปัญหา ขั้นตอนการกำหนดหาสาเหตุของปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัจจัยในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพของสินค้าโดยสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 บทสรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ และทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ก่อให้เกิดสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพและของเสีย พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดีหลังการปรับปรุงมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นโดยเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ร้อยละ 95.79 ดังที่แสดงในตารางที่ 6.1 ในส่วนของอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีค่าเฉลี่ยต่อเดือนมีปริมาณลดลงอยู่ที่ร้อยละ 3.79และ 0.42 เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ก่อนการปรับปรุงดังที่แสดงในตารางที่ 1.2 พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดีมีปริมาณเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.82 ในส่วนอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพและของเสียหลังจากที่มีการปรับปรุงแล้วมีปริมาณลดลงโดยคิดเป็นร้อยละ 2.31 และ 0.51 ซึ่งสามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงได้ดังกราฟรูปที่ 6.1 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียหลังการปรับปรุง

เดือน	อัตราคุณภาพสินค้าดี	อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ	อัตราคุณภาพของเสีย
ธ.ค. 2563	95.58%	3.94%	0.48%
ม.ค. 2564	95.33%	4.18%	0.50%
ก.พ. 2564	96.05%	3.59%	0.36%
มี.ค. 2564	95.88%	3.77%	0.35%
เม.ย. 2564	96.04%	3.50%	0.46%
พ.ค. 2564	95.89%	3.76%	0.35%
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน	95.79%	3.79%	0.42%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.1 เป็นตารางแสดงอัตราคุณภาพสินค้าดี หรือสินค้าได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และอัตราคุณภาพของเสียหลังกระบวนการปรับปรุงโดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึง เดือนพฤษภาคม 2564

รูปที่ 6.1 กราฟแสดงอัตราคุณภาพสินค้าดี

รูปที่ 6.1 เป็นกราฟอนุกรมเวลาที่แสดงอัตราคุณภาพสินค้าดีตั้งแต่ก่อนกระบวนการปรับปรุง โดยเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง เดือนกันยายน 2563 ตลอดจนหลังการปรับปรุงโดยเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 เป็นต้นไป โดยที่กำลังการผลิตในช่วงแรกอยู่ที่ 93 ตันต่อวัน และได้มีการขยับเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน 2564 โดยเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 96 ตันต่อวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.2 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี ไม่ได้คุณภาพ และของเสียก่อนการปรับปรุง

เดือน	ปริมาณสินค้าดี (กก.)	ปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ (กก.)	ปริมาณของเสีย (กก.)
ธ.ค. 2562	86,556.00	5,723.66	868.50
ม.ค. 2563	86,342.24	5,755.00	885.40
ก.พ. 2563	86,941.15	5,651.19	875.48
มี.ค. 2563	86,900.33	5,753.97	940.45
เม.ย. 2563	86,632.19	5,612.40	828.47
พ.ค. 2563	86,369.14	5,521.46	848.44
มิ.ย. 2563	86,388.86	5,709.07	841.81
ก.ค. 2563	86,627.71	5,670.54	847.74
ส.ค. 2563	86,365.29	5,859.42	880.84
ก.ย. 2563	86,405.46	5,646.41	798.28
ต.ค. 2563	86,358.07	5,506.46	902.46
ปริมาณสินค้าเฉลี่ยต่อเดือน	86,535.13	5,673.60	865.26

ตารางที่ 6.2 เป็นตารางที่แสดงปริมาณสินค้าก่อนการปรับปรุงในแต่ละเดือนโดยคิดออกมาในรูปแบบค่าเฉลี่ยโดยจะเห็นได้ว่าปริมาณสินค้าคุณภาพดี หรือสินค้าเกรดเอ เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 86,358.13 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นเงินอยู่ที่ 3.93 ล้านบาท ในส่วนของสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียเฉลี่ยรวมต่อเดือนอยู่ที่ 6,539 กิโลกรัมต่อเดือน โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 91,288.79 บาทต่อเดือน โดยการผลิต 1 ล็อต หรือ 1 ครั้ง จะมีปริมาณการผลิตอยู่อยู่ที่ 93 ตันต่อวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6.3 ปริมาณสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียหลังการปรับปรุง

เดือน	ปริมาณสินค้าดี (กก.)	ปริมาณสินค้าไม่ได้คุณภาพ (กก.)	ปริมาณของเสีย (กก.)
ธ.ค. 2563	89,177.24	3,679.20	447.91
ม.ค. 2564	88,534.49	3,879.90	461.84
ก.พ. 2564	89,477.38	3,340.49	331.60
มี.ค. 2564	89,728.59	3,494.67	328.66
เม.ย. 2564	89,657.49	3,255.03	438.15
พ.ค. 2564	89,665.92	3,424.36	313.74
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน	89,373.52	3,512.27	386.98

จากตารางที่ 6.3 ปริมาณสินค้าดีหลังการปรับปรุงปัญหาด้านคุณภาพในเรื่องของเครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อนรวมทั้งปมในถัง พบว่าสินค้าคุณภาพดี (เกรดเอ) มีปริมาณเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 89,373.52 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นเงินอยู่ที่ 4.06 ล้านบาท ในส่วนของสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียเฉลี่ยรวมต่อเดือนอยู่ที่ 3,899.26 กิโลกรัมต่อเดือน โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 55,611.08 บาทต่อเดือน แล้วเมื่อนำมาคิดเป็นผลต่างของราคาก่อน และหลังปรับปรุงพบว่าได้กำไรเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเดือนละ 130,892.63 บาท หรือเฉลี่ยปีละ 1,570,711.50 บาท ดังที่แสดงในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ผลต่างราคาสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อ	ผลต่างราคาสินค้าคุณภาพดี	ผลต่างราคาสินค้าไม่ได้คุณภาพ	ผลต่างราคาของเสีย(บาท)
ราคาก่อน-หลังปรับปรุง (เฉลี่ยบาทต่อเดือน)	130,892.63	(32,015.55)	(2,883.46)
ราคาก่อน-หลังปรับปรุง (เฉลี่ยบาทต่อปี)	1,570,711.50	(384,186.65)	(34,601.54)

นอกจากนี้บริษัทกรณีศึกษาได้มีการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเป็น 96 ตันต่อวัน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2564 พบว่าสินค้าคุณภาพดีปริมาณเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 92,499.30 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นเงินอยู่ที่ 4.2 ล้านบาทโดยมีกำไรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 142,207 บาท

6.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

1. เครื่องจักรในการผลิตมีการเดินเครื่องตลอดเวลา (24 ชั่วโมง) เป็นอุปสรรคในการวัดค่า เช่น ระยะห่างของลูกกลิ้ง 2 ตัว

2. กระบวนการผลิตในโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบต่อเนื่อง และผลิตสินค้าออกมาเป็นจำนวนมากจึงยากต่อการปรับเปลี่ยน เนื่องจากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการควบคุมของเครื่องจักรจะส่งผลระยะยาวต่อการผลิตสินค้า นอกจากนี้ยังส่งผลต่อคุณภาพของสินค้าเช่นกัน

3. จำนวนของเสียมีการนับเป็นครั้งที่เกิด ไม่สามารถนับเป็นกิโลกรัมได้อย่างแม่นยำ

4. ข้อมูลบางประเภทถูกจดบันทึกในรูปแบบเอกสารที่เป็นกระดาษซึ่งยากต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

5. ในกระบวนการปรับปรุงในบางอย่างใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมากไม่สามารถทำได้ในทันที

6.3 ข้อเสนอแนะ

1.หากต้องการเพิ่มเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพสินค้าดีให้มากขึ้น ต้องพิจารณาปรับปรุงปัจจัยอื่นๆ ที่มีคะแนนรองลงมาในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

2.จากการปรับปรุงตัวกรองลมในอนาคตควรทำการวัดอัตราเร็วลมที่หน้าตัวกรองเพื่อเป็นการตรวจสอบตัวกรองลมอีกที

3.เปลี่ยนวิธีการจดบันทึกข้อมูลจากจดลงกระดาษเป็นคีย์ข้อมูลลงคอมพิวเตอร์

4.การติดตามปริมาณของเสียในอนาคตทำเป็นมีการแสดงบนจอคอมพิวเตอร์เพื่อให้พนักงานทราบถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Gidey, E., Jilcha, K., Beshah, B., & Kitaw, D. (2014). The plan-do-check-act cycle of value addition. Industrial Engineering & Management, 3(124), 2169-0316.1000124.

Krishnan, B. R., & Prasath, K. A. (2013). Six Sigma concept and DMAIC implementation. International Journal of Business, Management & Research (IJBMR), 3(2), 111-114.

Magar, V. M., & Shinde, V. B. (2014). Application of 7 quality control (7 QC) tools for continuous improvement of manufacturing processes. International Journal of Engineering Research and General Science, 2(4), 364-371.

Rogers, M., & Rogers, M. (1998). The definition and measurement of productivity. Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research Melbourne, Australia.

Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014, 2014/01/01/). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. Procedia Engineering, 97, 1875-1885. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341

Wu, J., Tian, J., & Zhao, T. (2014). Failure mode prioritization by improved RPN calculation method. 2014 Reliability and Maintainability Symposium,

ธงชัย โชติเวที. (2547). การเพิ่มอัตราผลผลิตสายการประกอบโช้คอัพของการผลิตโช้คอัพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

ธนกร มาณะวิท. (2553). การลดของเสียในการผลิตขวดพลาสติกชนิดเป่าขึ้นรูป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง. (2557). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา: ของเสียประเภทจุดสีดำ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์]. กรุงเทพฯ.

พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ, & พรประเสริฐ ขวาลำธาร. (2555). การลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อก กรณีศึกษา: บริษัทมาหาอาณาจักร จำกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี]. อุดรธานี.

ภาวิณี อาจปรุ. (2551). การลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

มนูญรัฐ คนการ, & ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์. การลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดผนึกขวด ผลิตภัณฑ์ ฝาแม็กซี่ของเสียประเภทฝาไม่ตรงศูนย์. 1421-1434.

วรรณภา สาระดำ. (2558). การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้ โดยเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์]. ปทุมธานี.

สรนนท์ วุฒิศรี. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน กรณีศึกษา บริษัท SSS จำกัด มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย]. กรุงเทพฯ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์. (2551). การเพิ่มอัตราผลผลิตของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

อาภาพร จันทะมาศ. (2554). การเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยในการผลิตสีย้อมผ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราคุณภาพ (เปอร์เซ็นต์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก. 1 ตัวอย่างการคำนวณอัตราคุณภาพของไลน์ผลิตเส้นใยสังเคราะห์

วัน/เดือน/ปี	ผลิตภัณฑ์เกรดเอ (กก.)	ผลิตภัณฑ์เกรดบี (กก.)	ผลิตภัณฑ์เกรดซี (กก.)	ของเสีย (กก.)	ปริมาณผลิตภัณฑ์ (กก.)	เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์เกรดเอ	เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์เกรดบี	เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์เกรดซี	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1/12/2019	82604.50	1263.20	5753.90	975.00	90676.60	91.19%	1.39%	6.35%	1.08%
2/12/2019	83405.50	950.10	3657.50	875.20	88888.30	92.04%	1.30%	5.31%	1.27%
3/12/2019	81529.50	650.50	6714.70	1175.00	90069.70	90.52%	0.72%	7.46%	1.30%
4/12/2019	82205.30	911.40	6397.60	165.00	89679.30	91.67%	1.02%	7.13%	0.18%
5/12/2019	81909.60	2967.20	5930.90	1875.10	92682.80	88.38%	3.20%	6.40%	2.02%
6/12/2019	84833.90	2339.10	4634.70	1225.00	93032.70	91.19%	2.51%	4.98%	1.32%
7/12/2019	81530.70	655.70	7988.30	2150.00	92324.70	88.31%	0.71%	8.65%	2.33%
8/12/2019	82280.90	1678.40	6985.60	1705.50	92650.40	88.81%	1.81%	7.54%	1.84%
9/12/2019	80657.80	339.20	7340.70	1225.00	89562.70	90.06%	0.38%	8.20%	1.37%
10/12/2019	87908.80	565.00	5315.00	985.50	94774.30	92.76%	0.60%	5.61%	1.04%
11/12/2019	81950.40	1603.70	5670.80	2165.00	91469.90	89.59%	1.84%	6.20%	2.37%
12/12/2019	92702.70	0.00	4728.10	180.00	97610.80	94.97%	0.00%	4.84%	0.18%
13/12/2019	81960.30	1007.30	7364.10	2150.00	92481.70	88.62%	1.09%	7.96%	2.32%
14/12/2019	83596.50	673.00	3024.80	1350.00	88644.30	94.31%	0.76%	3.41%	1.52%
15/12/2019	81590.50	565.50	5003.00	2140.00	89299.00	91.37%	0.63%	5.60%	2.40%
16/12/2019	82189.70	542.50	5317.10	170.00	88219.30	93.17%	0.61%	6.03%	0.19%
17/12/2019	81796.60	1700.20	5535.00	550.50	89662.30	91.23%	1.99%	6.17%	0.61%
18/12/2019	82626.20	860.20	4230.80	2915.00	90632.29	91.17%	0.95%	4.67%	3.22%
19/12/2019	79417.90	2736.70	7550.90	2340.00	92045.50	86.28%	2.97%	8.20%	2.54%
20/12/2019	80757.10	1050.50	6268.30	1205.00	89288.90	90.44%	1.19%	7.02%	1.35%
21/12/2019	88285.10	1045.40	7116.80	90.00	96537.30	91.45%	1.08%	7.37%	0.09%
22/12/2019	90559.70	241.00	1615.30	150.00	92566.00	97.83%	0.26%	1.75%	0.16%
23/12/2019	89136.40	267.00	2650.00	150.00	92203.40	96.67%	0.29%	2.87%	0.16%
24/12/2019	87264.30	530.70	799.90	20.00	88614.90	98.48%	0.60%	0.90%	0.02%
25/12/2019	90604.10	265.70	2900.10	275.00	94124.90	96.34%	0.28%	3.08%	0.29%
26/12/2019	89634.30	0.00	6410.30	155.00	96199.60	93.18%	0.00%	6.66%	0.16%
27/12/2019	90592.00	269.90	2157.70	115.00	93135.40	97.27%	0.29%	2.32%	0.12%
28/12/2019	92091.40	335.90	0.00	50.00	93277.30	98.59%	0.36%	0.00%	0.05%
29/12/2019	94366.00	0.00	5072.30	380.00	99019.10	94.54%	0.00%	5.00%	0.38%
30/12/2019	95121.20	0.00	2314.70	275.00	97710.90	97.35%	0.00%	2.37%	0.28%
31/12/2019	85051.40	1334.2	4037.50	2165.00	92588.10	91.86%	1.44%	4.36%	2.34%

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เกวลี วรนันท์
วัน เดือน ปี เกิด	02 มกราคม 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	31 ซอยเชื่อมสัมพันธ์ 15 ถนน เชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10530

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University