การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียม ระบบผนังกระจกสำเร็จรูป

ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

Waste reduction in the window wall panel of unitised system production process

Thiranan Suthathammarat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียม ระบบผนังกระจกสำเร็จรูป

เสนอโดย ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

วิชาเอก การจัดการผลิตและเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 20 เดือน ก.ค. พ.ศ. 62

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป
ชื่อผู้เขียน	ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อลดความผิดพลาดที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิค FMEA เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเสี่ยง และดำเนินการหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เศษตัดอลูมิเนียมท่อนเป็นของเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นและมีมูลค่าสูงสุด โดยมีข้อผิดพลาดจำนวน 10 หัวข้อที่ส่งผลกระทบให้เกิดของเสีย เมื่อคำนวนหาค่าดัชนีความเสี่ยงพบว่ามีข้อผิดพลาดจำนวน 3 หัวข้อที่มีความเร่งด่วนในการดำเนินการปรับปรุง คือ ลำดับการตัดท่อนไม่เหมาะสม การคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่มีความผิดพลาด และไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือหลังจากการผลิตชิ้นงานจบ เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขโดยการหาวิธีการลดความรุนแรงหรือผลกระทบของปัญหา โอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด และเพิ่มความสามารถในการตรวจจับปัญหาก่อนที่จะเกิดส่งผลให้ข้อผิดพลาดที่มีความเสี่ยงสูงมีค่าลดลง จากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงพบว่าปริมาณของเสียประเภทเศษตัดอลูมิเนียมมีค่าลดลง จากมูลค่าเฉลี่ย 123,247 บาทต่อเดือน ลดลงเหลือ 60,637 บาทต่อเดือน คิดเป็น 50% ของมูลค่าของเสียที่สามารถลดได้

Thesis Title	Reduction of waste in the window wall panel of unitised system production process
Author	Thiranan Suthathammarat
Thesis Advisor	Assistant Professor. Suparatchai Vorarat Ph.D.
Department	Engineering Management
Academic Year	2018

ABSTRACT

The purpose of this research was to reduce the errors that cause waste in the production of aluminum window wall panels by Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), A technique to analyze the risk values and proceed that find solutions to improve. The results of the data analysis showed aluminum scrap were the most value of production process. There were 10 mistakes that affect waste. When calculated Risk Priority Number (RPN) values found 3 error causes that were the cutting pattern was not appropriate, calculation of aluminum length cut size errors and had not residual waste management after the end of the production. When improving to reduce the severity or impact of the problem and increase the ability to detect before they occur. Resulting in a high-risk error that has decreased. From the data collection after the improvement, The amount of waste of aluminum scrap was reduced from the average value of 123,247 baht per month, reduced to 60,637 baht per month, representing 50% of the value of waste that can be reduced.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและจารึกพระคุณนี้ไว้ในความทรงจำว่า ความสำเร็จในครั้งนี้เกิดขึ้นได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการแก้ไข และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ในส่วนของโรงงาน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าของกิจการ กรรมการผู้จัดการ ผู้จัดการหน่วยงานต่างๆ ที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้อเข้าศึกษาวิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คุณค่าและประโยชน์ ที่อาจมีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้พระคุณของบิดามารดาที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูให้การศึกษา ตลอดจนครูบาอาจารย์และผู้ที่มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2
1.4 คำจำกัดความในการวิจัย..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 แนวคิดที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา..... 5
2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ..... 14
2.3 ความรู้เกี่ยวกับงานแผงหน้าต่างอลูมิเนียม..... 25
2.4 การสำรวจสภาพปัจจุบัน..... 29
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 38
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 40
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 40
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 41
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุง..... 41
3.5 การเก็บข้อมูลของเสียแต่ละประเภท..... 41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4. ผลการวิจัย..... 45

4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้น..... 45

4.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ..... 46

4.3 ผลการคำนวนค่าความเสี่ยงชี้นำและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูง 48

4.4 ผลการหาแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข..... 55

4.5 ผลการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่จากแนวทางการปรับปรุง..... 65

4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณเศษที่เหลือก่อนและหลังการปรับปรุง..... 66

5. สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 68

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 68

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 68

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย..... 69

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต..... 70

บรรณานุกรม..... 71

ภาคผนวก..... 73

ก. โปรแกรม Length cutting optimization และการตั้งค่า..... 74

ข. โปรแกรม FP PRO และการตั้งค่า..... 80

ประวัติผู้เขียน..... 89

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (AIAG, 2001)..... 18

2.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (AIAG, 2001)..... 20

2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (AIAG, 2001)..... 21

2.4 ขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ..... 23

3.1 แสดงมูลค่าของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล 6 เดือน (ต.ค. 60 – มี.ค.61)..... 44

4.1 ผลการรวบรวมข้อบกพร่องที่ส่งผลให้เกิดปัญหาและแจกแจงตามแผนกที่เกี่ยวข้อง..... 46

4.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น..... 47

4.3 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว..... 49

4.4 เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด..... 49

4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกัน (Detection)..... 50

4.6 ผลการประเมินให้คะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับของปัญหาเศษตัดอลูมิเนียมในกระบวนการผลิต..... 51

4.7 ผลการเสนอแนะเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียม ประเภท Window Wall..... 56

4.8 ตัวอย่างความยาวท่อนอลูมิเนียมและจำนวนท่อน..... 57

4.7 เปรียบเทียบระยะเวลาทำงานที่ใช้และจำนวนครั้งที่เจอข้อผิดพลาดระหว่างการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ด้วยวิธีเดิมกับการใช้โปรแกรม FP PRO ช่วยในการคำนวน..... 62

4.10 ตัวอย่างสูตรการผลิตที่มีการเพิ่มรายละเอียดจำนวนเส้นอลูมิเนียมต่อชั้นเพื่อควบคุมการเบิกวัตถุดิบไปใช้ผลิตชิ้นงาน..... 64

4.11 ผลการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่ หลังจากได้มีการปรับปรุง... 65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.12 ข้อมูลมูลค่าอลูมิเนียมที่ใช้ผลิตงานเปรียบเทียบกับมูลค่าของเสียอลูมิเนียมที่ขายในแต่ละเดือน ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม ปี พ.ศ. 2561..... 67

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2561 ถึง พฤศจิกายน 2562..... 3

2.1 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับการบันทึกปริมาณของเสีย..... 6

2.2 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบแสดงสาเหตุความบกพร่อง..... 7

2.3 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบเพื่อใช้แสดงตำแหน่งจุดบกพร่องหรือจุดเกิดเหตุ..... 7

2.4 ตัวอย่างผังพาเรโต (Pareto Diagram)..... 8

2.5 แสดงส่วนประกอบของผังก้างปลา..... 10

2.6 ภาพแสดงตัวอย่างรูปแผนภูมิฮิสโตแกรม (Histogram) 11

2.7 ตัวอย่างผังการกระจาย (Scatted Diagram)..... 12

2.8 โครงสร้างคณะทำงาน FMEA ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551..... 16

2.9 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดย FMEA..... 24

2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลาและ FMEA.. 25

2.11 ฟาซาด (Facade) ที่ออกแบบใหม่ให้ดูโมเดิร์น..... 26

2.12 เปรียบเทียบงาน Façade ระบบงานแผง Window Wall กับ Curtain Wall..... 27

2.13 ลักษณะการติดตั้งแผงงานประเภท Curtain Wall กับ Window Wall..... 27

2.14 แสดงลักษณะการติดตั้งงานแผง Window Wall ในช่องเปิด..... 28

2.15 ตัวอย่างสูตรการผลิตรายการวัตถุดิบชนิดอลูมิเนียมเส้น
แต่ละหน้าตัดอลูมิเนียม…… 31

2.16 ตัวอย่างรหัสสินค้าที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้ระบุชื่อและรายละเอียดของวัตถุดิบ..... 32

2.17 bการเก็บอลูมิเนียมเส้นบนชั้นวางพร้อมติด Stock Card..... 33

2.18 โพรเทคเส้นอลูมิเนียมเพื่อช่วยป้องกันลอยขีดข่วนบนผิวของชิ้นงาน..... 33

2.19 โฟร์แมนเข้าตรวจสอบระยะช่องเปิดหน้างานเพื่อส่งข้อมูลให้ฝ่ายแบบทำ
แบบ…….. 34

2.20 ตัวอย่างแบบผลิตชิ้นงาน (Cutting form)..... 34

2.21 หน้าต่างโปรแกรม WIN Speed ในหมวดเอกสารใบขอเบิกใช้วัตถุดิบ..... 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.22 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนโดยการใช้แท่นตัดอลูมิเนียม..... 36
2.23 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนด้วยเครื่องตัดที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์... 36
2.24 อลูมิเนียมท่อนที่ผ่านการตัดตามขนาดเพื่อเตรียมนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน.... 36
2.25 เศษตัดอลูมิเนียมในขั้นตอนการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อน..... 37
2.26 ชิ้นงานที่ประกอบเสร็จรอการนำไปใส่กระจก..... 37
3.1 เศษอลูมิเนียมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการช่างน้ำหนักเพื่อขาย..... 42
3.2 พื้นที่เก็บเศษกระจกเพื่อเตรียมขายประจำเดือน..... 42
3.3 รวบรวมอุปกรณ์ที่ชำรุดเพื่อทำการเบิกเปลี่ยนใหม่..... 43
3.4 การยิงวัสดุยาแนวที่ใหญ่เกินทำให้เกิดความสูญเสีย..... 43
3.5 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนมูลค่าของเสียแต่ละประเภท..... 44
4.1 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเสี่ยงชี้นำของข้อบกพร่องปัญหา (RPN) ของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิต..... 54
4.2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเสี่ยงชี้นำของข้อบกพร่องปัญหา (RPN) ของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย..... 54
4.3 วิธีการลำดับการตัดท่อนอลูมิเนียมโดยไม่ใช้โปรแกรมช่วยคำนวน..... 58
4.4 วิธีการลำดับการตัดท่อนอลูมิเนียมโดยการใช้โปรแกรม Length cutting Optimization..... 59
4.5 ผลจากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานด้วยการตัดอลูมิเนียมตามรายการตัด ส่งผลให้เศษอลูมิเนียมที่เกิดขึ้นน้อยลง..... 60
4.6 การทยอยสั่งซื้ออลูมิเนียมเพื่อป้องกันความผิดพลาดหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ..... 61
4.7 ตัวอย่างรายงานการหาความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม FP PRO..... 63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.8 ทำการตรวจสอบอลูมิเนียมท่อนที่เหลือเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการผลิต…….. 64

4.9 แผนภูมิแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์มูลค่าของเสียเศษตัดอลูมิเนียมที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค FMEA……... 67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้ประกอบการคอนโดใหม่ในประเทศไทยมีการแข่งขันที่สูงมาก เนื่องจากมีอุปทานเสนอขายใหม่จากผู้ประกอบการทั้งรายใหญ่และรายย่อยถึง 6.27 หมื่นยูนิตจาก 126 โครงการในปี พ.ศ. 2560 และในปี พ.ศ. 2561 มีการประมาณการไว้ว่าจะมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการกระจายตัวจากใจกลางของตัวเมืองสู่รอบนอก โดยคาดว่าจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณ 10% หรือไม่ต่ำกว่า 5.5 หมื่นหน่วย (นลินรัตน์ เจริญสุพงษ์, 2560)

ด้วยสภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นของตลาด ส่งผลให้ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องต้องมีการปรับตัว โดยการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาระบบวิธีการทำงาน การบริหารจัดการ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการอื่นๆได้ ด้วยสภาพปัจจุบันของ บริษัท เฟรมเทค วินโดว์ แอนด์ ดอร์ จำกัด ถึงแม้จะมีปริมาณงานเป็นจำนวนมาก แต่พบว่าอัตรส่วนผลต่างระหว่างรายรับกับรายจ่าย มีอัตราส่วนที่น้อยกว่าที่ควรจะเป็น แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการบริหารจัดการ โดยพบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงมาก ซึ่งมีสาเหตุทั้งจากกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด จนถึงกระบวนการผลิตที่มีปัญหาโดยมีหลายสาเหตุที่เกี่ยวข้อง ถึงแม้จะมีความพยายามแก้ไขโดยทีมงานทำงานที่เกี่ยวข้องมาโดยตลอด แต่พบว่าปัญหายังคงอยู่ แสดงให้เห็นถึงการแก้ไข ปรับปรุงที่อาจจะยังไม่ตรงจุด ด้วยวิธีการแก้ไขปัญหาแบบเดิมๆ ต่างคนต่างคิดต่างคนต่างแก้ไข

ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามวิเคราะห์หาจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการการทำงานในทุกๆขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนจนถึงขั้นตอนที่ชิ้นงานถูกผลิตขึ้นเตรียมส่งออกติดตั้ง เพื่อนำสาเหตุที่มีความเกี่ยวข้องที่มีผลกระทบให้เกิดปัญหาที่มีระดับความรุนแรงมาก โอกาสเกิดขึ้นสูงและตรวจสอบหรือพบความผิดพลาดได้ช้ามาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและวิเคราะห์ผลก่อน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อหาข้อผิดพลาดที่มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูปได้

2. หาแนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตได้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาปัญหาโดยการวิเคราะห์กระบวนการการทำงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการรับข้อมูลจากลูกค้า จนถึงขั้นตอนที่ผลิตภัณฑ์พร้อมส่งเข้าหน้างานเพื่อติดตั้ง ของบริษัท เฟรมเทค วินโดว์ แอนด์ ดอร์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการธุระกิจ ผลิต จำหน่าย ติดตั้ง ประตู หน้าต่างอลูมิเนียม กระจก และผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมเพื่องานก่อสร้าง ได้แก่ ผนังกระจก Curtain wall แผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง ประเภท Window Wall ราวระเบียงกันตก ฉากกั้นอาบน้ำ รั้ว ประตูรั้ว ระแนงบังแดด แผงบังตา เกล็ดอลูมิเนียม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะ กระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง ประเภท Window Wall ซึ่งเป็นชนิดงานที่มีการผลิตสูงสุดของบริษัทในปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2561 จากภาพที่ 1.1 โดยกำหนดแผนการดำเนินงานดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ปัญหา โดยการประชุมร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561

2. เริ่มดำเนินการกำหนดแนวทางการปรับปรุงระหว่างเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2561

3. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 เริ่มดำเนินการแก้ไขปรับปรุงการทำงาน และนำผลมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์และสรุปผล ก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	พ.ศ.2560			พ.ศ.2561											
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1 สำรวจสภาพปัจจุบัน	←					→									
2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				←		→									
3 เก็บรวบรวมข้อมูล						←		→							
4 ทำการวิเคราะห์สาเหตุและปัญหา							←		→						
5 กำหนดแนวทางการแก้ไข ปรับปรุง								←		→					
6 ดำเนินกิจกรรม แก้ไข ปรับปรุง								←					→		
7 สรุปผลการวิจัย												←	→		
8 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์													←	→	

ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ.2562

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย

อลูมิเนียมท่อน หมายถึง อลูมิเนียมเส้นเต็มที่ถูกตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ในกระบวนการผลิตในโรงงานเพื่อเตรียมนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน

ความยาว Cut Size หมายถึงความยาวอลูมิเนียมเส้นเต็มที่คำนวนไว้ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาใช้ตัดเป็นท่อนตามขนาดที่ต้องการ ตามขนาดชิ้นงานที่จะประกอบ โดยอลูมิเนียมที่มีหน้าตัดเดียวกันสามารถมีได้หลาย Cut Size เพื่อให้เหมาะกับชิ้นงานที่มีขนาดต่างๆ กันตามความต้องการผลิต

ความยาวอลูมิเนียมท้องตลาด หมายถึงความยาวมาตรฐานของอลูมิเนียมหน้าตัดที่ใช้กันทั่วไป ที่ผลิตโดยโรงงานรีดอลูมิเนียม ซึ่งจะมีขนาดอยู่ที่ 6.0 เมตร หรือ 6.4 เมตร ตามมาตรฐานของแต่ละโรงงานรีดอลูมิเนียมเส้น

วิธีการตัดท่อน หมายถึง ลำดับในการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อน โดยที่เศษที่เหลืออยู่ไม่เกินมาตรฐานที่ผู้คำนวนกำหนด โดยการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อน หากไม่ลำดับการตัดให้ถูกต้อง จะทำให้เศษเหลือเยอะ และไม่พอกับการนำไปใช้ เช่น อลูมิเนียมเส้นความยาว 6.1 เมตร จำนวน 2 เส้น สามารถนำมาตัดเป็นท่อนๆ ล่ะ 2.0 เมตร ได้ 3 ท่อนต่อเส้น และตัดเป็นท่อนๆ ล่ะ 3.0 เมตร ได้ 2 ท่อนต่อเส้น รวมใช้อลูมิเนียมที่มีความยาว 6.1 จำนวน 2 เส้น สามารถตัดเป็นท่อน

ได้ 5 ท่อน ที่ความยาว 2.0 เมตร 3 ท่อน และ 3.0 เมตร 2 ท่อน เหลือเศษตัด 0.1 เมตร จำนวน 2 ท่อน หากไม่ตัดตามนี้ จะทำให้เศษตัดเหลือในปริมาณมาก เช่น การนำอลูมิเนียมเส้น 6.1 เมตร ไปตัดขนาด 3.0 และ 2.0 แทน ซึ่งจะต้องใช้อลูมิเนียมเส้น ขนาด 6.1 จำนวนถึง 3 เส้น เพื่อให้สามารถตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนตามขนาดและจำนวนที่ต้องการได้พอดี

โปรแกรม WIN Speed เป็น ERP software ที่ใช้งานในบริษัทตัวอย่างที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ โดย ERP software เป็นซอฟต์แวร์ที่มีการรวบรวม หรือผนวกฟังก์ชันงานทั้งหมดในองค์กร หรือมีการเชื่อมโยงในส่วนของโมดูลทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยมีการทำงานในลักษณะแบบเรียลไทม์ และโปรแกรมจะได้รับการออกแบบมาบนพื้นฐานของวิธีการปฏิบัติที่ดีที่สุดในอุตสาหกรรมนั้นๆ ไว้ในตัวโปรแกรมโดยสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับลักษณะการดำเนินงานขององค์กรนั้นๆได้

ปริมาณขั้นต่ำ หมายถึง จำนวนเส้นอลูมิเนียมแต่ละหน้าตัดอลุมิเนียมที่รวมกันแล้วมีน้ำหนักของเนื้ออลูมิเนียมเกินกว่าที่โรงงานรีดอลูมิเนียมกำหนด โดยมีขั้นต่ำอยู่ที่ 300 กิโลกรัมต่อหน้าตัดอลุมิเนียม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงขั้นตอนกระบวนการการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป ประเภท Window Wall โดยละเอียด
2. สามารถหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย และดำเนินการเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน
3. เรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อปรับปรุงกระบวนการที่มีปัญหาด้วยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงสูง ที่มีโอกาสก่อให้เกิดปัญหาได้
4. สามารถใช้ทรัพยากรในการผลิตได้อย่างคุ้มค่า ลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดของบริษัทได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและนำมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงได้นั้น จำเป็นต้องมีแนวคิด หลักวิชาการที่มีการศึกษา ลองนำไปใช้และได้ผล เป็นแนวคิด วิธีปฏิบัติที่ได้รับการยอมรับ โดยต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และเลือกใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย แผนภาพพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools)

คุณภาพ คือ ความถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Quality is fitness for use) การผลิตสินค้าให้ถูกต้องตรงกับข้อกำหนดหรือมาตรฐานของสินค้านั้นๆ ลักษณะต่างๆ ของสินค้าหรือ บริการ ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ผู้รับบริการ หรือทำให้ผู้บริโภค และผู้รับบริการมีความพอใจ

เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) คือ กลุ่มของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบที่มองเห็นสภาพจริงและเข้าใจง่าย ทุกคนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้ง่าย เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ และควบคุมปัญหา ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของ 7 QC Tools โดยเครื่องมือคุณภาพ 7 QC Tools นั้นจะประกอบไปด้วย 7 เครื่องมือ คือ

1. เอกสารตรวจสอบ (Check Sheet)
2. ผังพาเรโต (Pareto diagram)
3. กราฟ (Graph)
4. ผังเหตุและผล (Cause & Effect diagram)
5. ผังการกระจาย (Scatter diagram)
6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)
7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

2.1.1.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวกถูกต้องไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน โดยวัตถุประสงค์หลักๆ เพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ดูผลการดำเนินการผลิต เพื่อการตรวจเช็ค หรือเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

การออกแบบแบบฟอร์มแผ่นตรวจสอบนั้น จะทำโดยการใส่ช่องว่างต่างๆ เพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในแต่ละช่องว่างได้อย่างสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก และต้องเขียนให้น้อยที่สุด โดยที่ผู้อ่านข้อมูลหลังการจดบันทึกแล้วต้องเข้าใจง่าย สามารถนำไปใช้ได้ทันที ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.1, 2.2 และ 2.3

สินค้า.....
ขั้นตอนการผลิต : ตรวจสอบขั้นสุดท้าย
ชนิดของความบกพร่อง ตำหนิที่ผิวชิ้นงาน รอยแตก
อีดไม่เต็มชิ้น รูปร่างบิดเบี้ยว
จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบ : 1525
หมายเหตุ ตรวจทุกชิ้น

วันที่.....
แผนก.....
ชื่อผู้ตรวจสอบ.....
ล็อตที่.....
ใบสั่งเลขที่.....

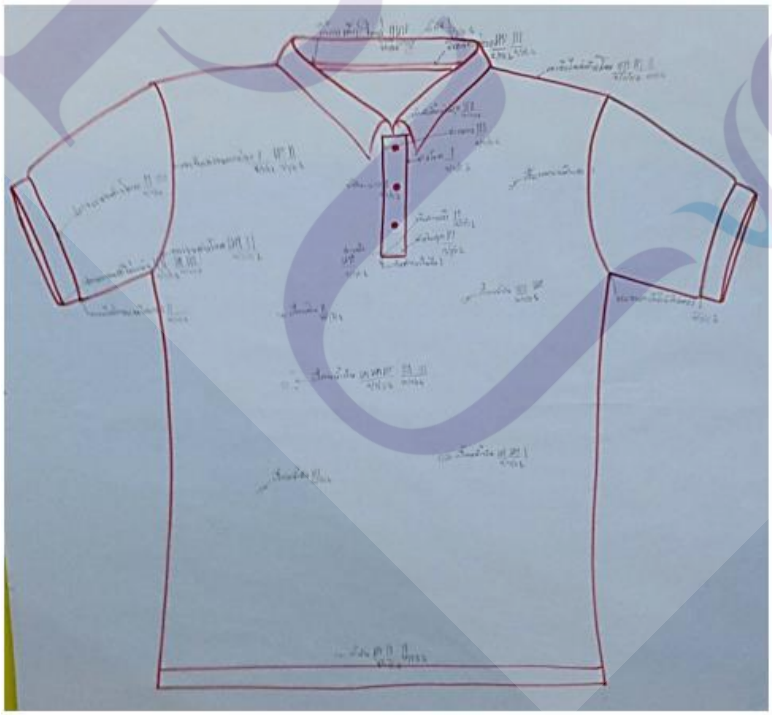
ชนิดของความบกพร่อง		ผลรวมแต่ละชนิดของความบกพร่อง
ตำหนิที่ผิวชิ้นงาน	𝍸 𝍸 𝍸 //	17
รอยแตก	𝍸 𝍸 /	11
อีดไม่เต็มชิ้น	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 /	26
รูปร่างบิดเบี้ยว	///	3
อื่นๆ	𝍸	5
	รวมจำนวนความบกพร่อง	62 จุดบกพร่อง
จำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 //	42 ชิ้น

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับการบันทึกปริมาณของเสีย

เครื่องจักร	ชื่อพนักงาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์		เสาร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
เครื่อง 1	นาย ก												
	นาย ข												
เครื่อง 2	นาย ค												

○ รอยยืดช่วงผิวงาน × ฟองอากาศ ▲ ผิวงานไม่เรียบร้อยไม่ได้คุณภาพ
● งานผิดรูปร่าง □ ตำหนิลักษณะอื่นๆ

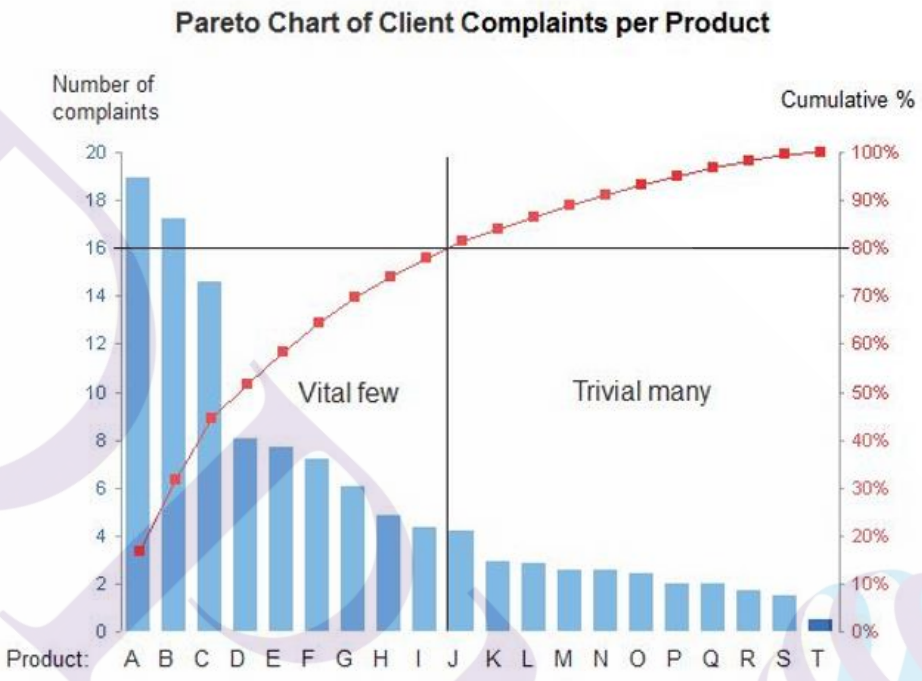
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบแสดงสาเหตุความบกพร่อง



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบเพื่อใช้แสดงตำแหน่งจุดบกพร่องหรือจุดเกิดเหตุ

2.1.1.2 ผังพาเรโต (Pareto Diagram)

ผังพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น ตัวอย่างในภาพที่ 2.4 ผังพาเรโตโดยที่แกน X เป็น จำนวนชิ้นงานเสีย มูลค่าความเสียหายจากของเสีย หรือความถี่ของการเกิด และแกน Y เป็น ชนิดของความบกพร่อง ตำแหน่งที่พบความบกพร่อง หรือ เครื่องจักรที่เกิดจุดบกพร่อง



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างผังพาเรโต (Pareto Diagram)

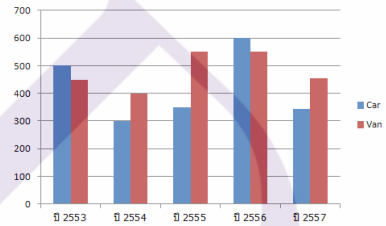
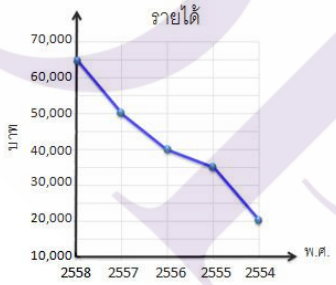
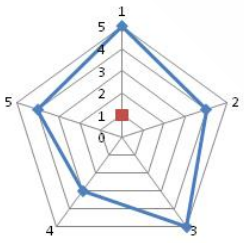
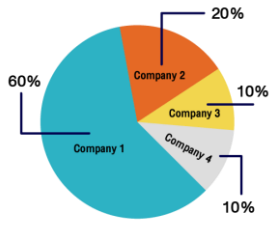
การวิเคราะห์แบบพาเรโต เริ่มในปี พ.ศ. 1897 นักเศรษฐศาสตร์ ชื่อ นายวิเฟรดโด พาเรโต ได้วิจัยเรื่อง การกระจายของรายได้ของประชากรที่ไม่เท่ากัน ซึ่งสรุปว่า 80% ของรายได้ของประเทศมาจากคนรวยเพียง 20% เท่านั้น ต่อมา ดร.จูราน นำเอาหลักการนี้มาใช้ในการควบคุมคุณภาพ จำนวนสาเหตุน้อยแต่มีมูลค่าความสูญเสียมาก จำนวนสาเหตุมากแต่มีมูลค่าความสูญเสียน้อย ซึ่งเรียกการวิเคราะห์แบบนี้ว่า การวิเคราะห์แบบพาเรโต

โดยประโยชน์ของผังพาเรโตคือ สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด สามารถเข้าใจลำดับความสำคัญมากน้อยของปัญหาได้ทันที เข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี ไม่ต้องใช้การ

คำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลได้ ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมายทั้งตัวเลขและปัญหา

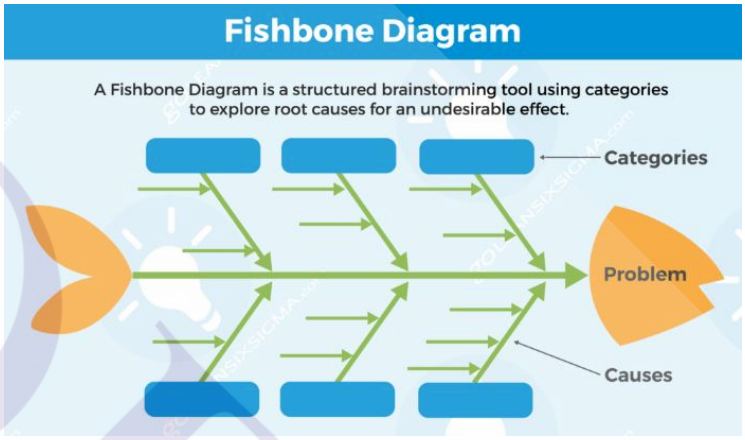
2.1.1.3 กราฟ (Graphs)

กราฟ (Graphs) คือแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติ ที่ใช้เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูล และวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ

ชนิดกราฟ	วัตถุประสงค์	ลักษณะ
 กราฟแท่ง	เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางปริมาณ	ทุกแท่งมีความกว้างเท่ากัน โดยความยาวของแต่ละแท่งขึ้นกับจำนวนที่เปรียบเทียบ
 กราฟเส้น	ดูการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาหรือ สถานการณ์เปลี่ยน	ความสูง / ต่ำ ของเส้นกราฟขึ้นกับปริมาณจำนวนที่เก็บข้อมูลได้
 กราฟเรดาห์	แสดงภาพรวมทั้งหมดของสิ่งที่สนใจศึกษา กับปริมาณที่เกิดขึ้นจริง	กำหนดหัวข้อที่วัดค่าได้แล้วแสดงค่าใดแต่ละเรื่องจะช่วยให้มองเห็นภาพรวมและเข้าใจได้ง่ายขึ้น
 กราฟวงกลม	แสดงสัดส่วนของสิ่งที่ต่างกัน	เป็นภาพวงกลมแยกเป็นสัดส่วนตามปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ล่ะเรื่อง ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของสัดส่วนได้ง่ายขึ้น

2.1.1.4 ผังเหตุและผล (Cause and Effect diagram)

ผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยประโยชน์ของการใช้ผังก้างปลาดังตัวอย่างในภาพที่ 2.5 นอกจากจะทำให้รู้ถึงสาเหตุของปัญหาแล้ว ยังเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความชำนาญและประสบการณ์ของสมาชิกในกลุ่ม สามารถนำไปใช้ได้กับทุกประเภทของปัญหา และทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมและความสัมพันธ์ของสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบของผังก้างปลา

<u>จุดสำคัญสำหรับการสร้างผังก้างปลา</u>

- เป็นกลุ่มความคิดเห็นร่วมกันจากการระดมสมอง อย่างเป็นระบบ
- เขียนหัวปลา (ปัญหา) ให้กระชับ ชัดเจน
- เจาะจงให้ชัดเจนเรื่องขนาดและปริมาณด้วยข้อมูลทั้งหัวปลาและก้างปลา
- ต้องมีการแก้ไขเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ชัดเจน
- อย่างพึ่งพอใจกับสาเหตุที่ได้เพียง 4-5 สาเหตุ เพราะสาเหตุแรกๆ ที่เรารู้อยู่แล้วเป็นสาเหตุจากประสบการณ์ แต่สาเหตุหลังๆ จะเป็นสาเหตุที่ได้จากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยจะสังเกตุได้ว่า ถ้ามีเพียงไม่กี่สาเหตุ เมื่อแก้ไขแล้ว ปัญหามักจะยังเกิดขึ้นอีก

<u>การแก้ปัญหาจากผังก้างปลา</u>

- ตัดสาเหตุที่ไม่จำเป็นออก ลำดับความเร่งด่วนและความสำคัญของปัญหา
- ถ้ายืนยันสาเหตุนั้นไม่ได้ต้องกลับไปเก็บข้อมูลอีกครั้ง
- กำหนดวิธีการแก้ไข กำหนดผู้รับผิดชอบ เวลาเริ่มต้น ระยะเวลาเสร็จ
- ต้องมีการติดตามผลการแก้ไขในรูปแบบที่เป็นตัวเลขสามารถวัดได้

2.1.1.5 ฮิสโตแกรม (Histogram)

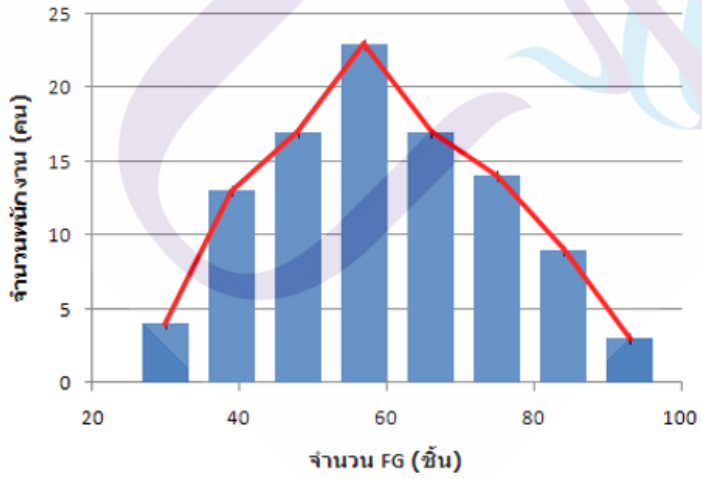
ฮิสโตแกรม (Histogram) คือกราฟแท่งแบบเฉพาะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเป็นหมวดหมู่ที่เรียกว่าชั้นข้อมูลกับความถี่ของข้อมูล เพื่อดูการกระจายของข้อมูล ลักษณะของข้อมูลที่เป็นหมวดหมู่จะเรียงลำดับจากน้อยไปหามากโดยจำนวนหมวดหมู่ของข้อมูลจะจัดตามความเหมาะสม โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง “ ความถี่ ” และแกนนอนจะเป็นข้อมูลคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ แท่งกราฟแต่ละแท่งจะมีความกว้างเท่ากันซึ่งเท่ากับกว้างของชั้นข้อมูล ส่วนความสูงของกราฟแต่ละแท่งนั้นจะสูงเท่ากับจำนวนความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูลดังตัวอย่างในภาพที่ 2.6

ประโยชน์สำคัญของการใช้ฮิสโตแกรม คือการใช้เพื่อวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลแล้วตัดสินใจว่าการแจกแจงหรือการกระจายข้อมูลแบบใดมีผลต่อผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางที่ดีหรือไม่ และยังสามารถใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงและนำมาใช้วิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability) ได้อีกด้วย

<u>การแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ ฮิสโทแกรม (histogram)</u>

- มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากวางเรียงติดกันบนแกนนอน
- แกนนอนแทนค่าของตัวแปร
- ความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนความกว้างอันตรภาคชั้น
- ความสูงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากจะแสดงความถี่

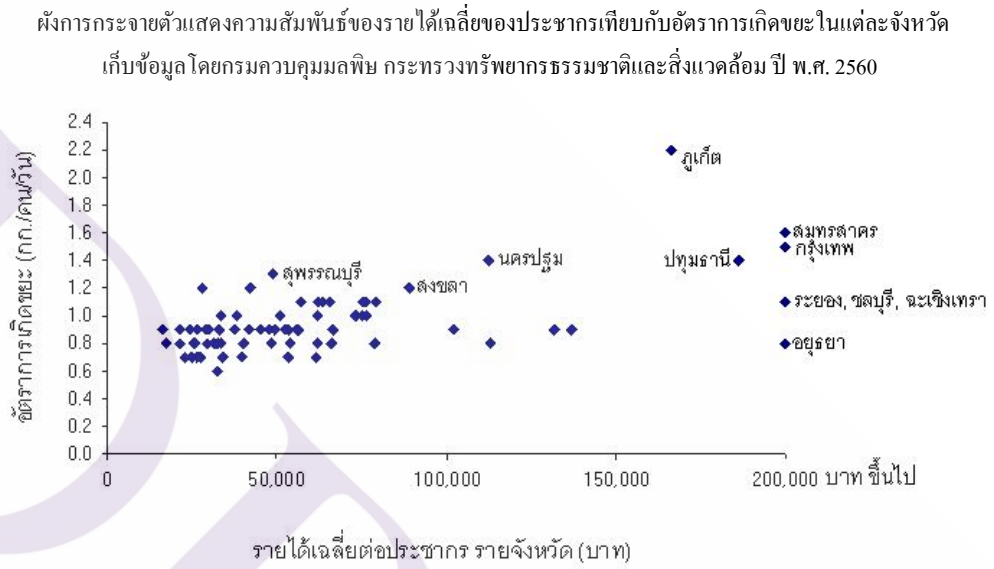
Bins	Frequency
30	4
39	13
48	17
57	23
66	17
75	14
84	9
93	3



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงตัวอย่างรูปแผนภูมิฮิสโตแกรม (Histogram)

2.1.1.6 ผังการกระจาย (Scatted Diagram)

ผังการกระจาย (Scatted Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริงดังตัวอย่างในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผังการกระจาย (Scatted Diagram)

โดยรายละเอียดประกอบผังการกระจาย ตัวจะประกอบด้วย

- ชื่อของรูปกราฟ (เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อกระบวนการ)
- ชื่อของแกนนอน (x) และแกนตั้ง (y)
- ชื่อของผู้ปฏิบัติงาน ผู้เก็บข้อมูล และเครื่องจักร
- หน่วยวัด ของแกนนอน (x) และ แกนตั้ง (y)
- ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล และวันเดือนปีที่ผลิตหรือบริการ
- จำนวนข้อมูล (x , y) ที่จัดเก็บกี่คู่ (n = ?)

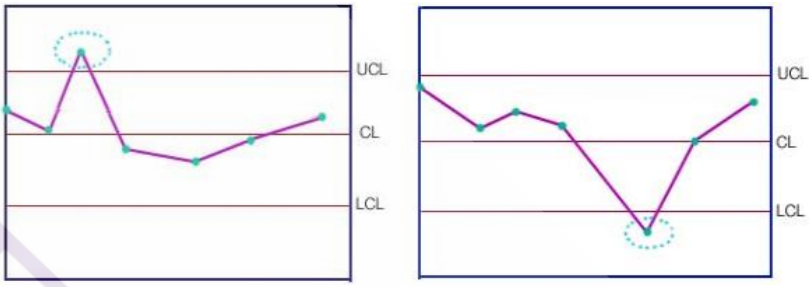
2.1.1.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการ โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่ออกนอกขอบเขต

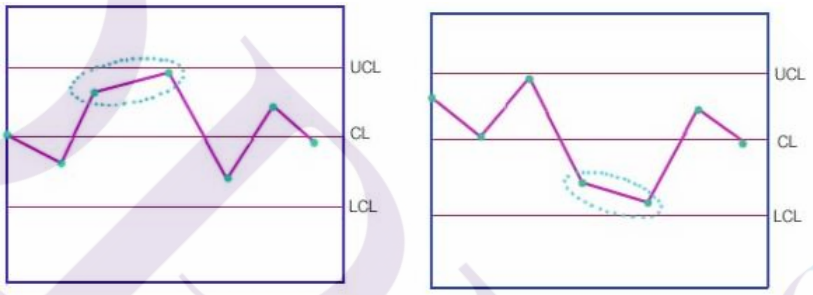
การตีความแผนภูมิควบคุม โดยปกติเมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วก็จะทำการสุ่มตัวอย่างและทำการวัดผล ถ้าผลของการลงจุดในแผนภูมิควบคุมทุกจุดกระจายภายในเขตควบคุมอย่างสุ่ม

คือ รูปที่ได้จะไม่แน่นอน จะได้กระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม แต่ถ้าอยู่ในรูปแบบใดใน 4 ลักษณะนี้ ถือว่ากระบวนการผลิตอยู่นอกการควบคุม (Out of control)

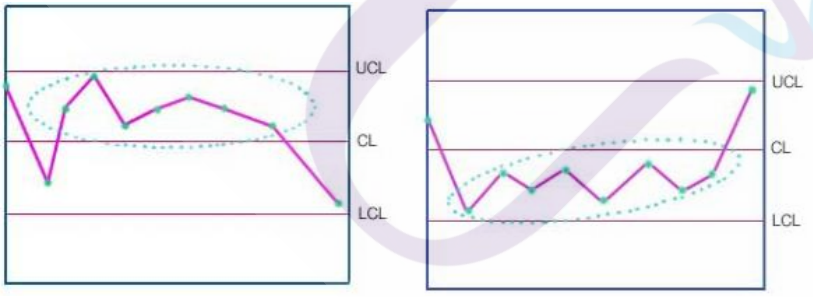
ลักษณะที่ 1 : มีจุดใดจุดหนึ่งอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมทางสูงหรือทางต่ำ



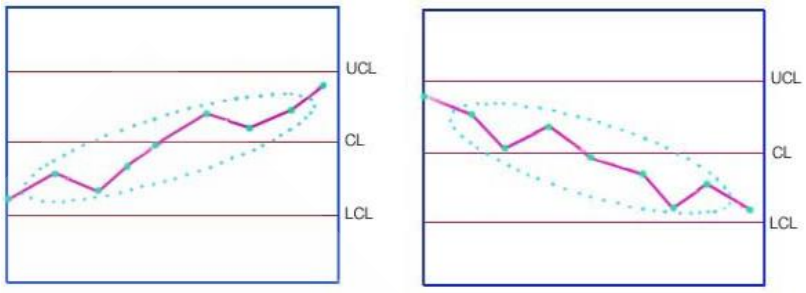
ลักษณะที่ 2 : มี 2 จุด ติดต่ออยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมทางสูงหรือทางต่ำ



ลักษณะที่ 3 : มีอย่างน้อย 7 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิควบคุม



ลักษณะที่ 4 : เมื่อจุดต่างๆ แสดงแนวโน้ม



2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis)

ความหมายของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) ได้รับการพัฒนาครั้งแรกสำหรับหน่วยงานอากาศยานทางทหารของสหรัฐอเมริกา (ได้แก่ กองทัพอากาศ กองทัพเรือ องค์กร NASA) ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1950 จากนั้นได้มีการขยายการใช้วิธีการ FMEA ไปยังบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำของโลก ได้แก่ Ford motor, GM และ Chrysler หรือที่รู้จักกันดีว่า BIG THREE (Big 3) โดยเป็นข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ QS-9000 และในปัจจุบันนี้วิธีการ FMEA ก็ได้กลายมาเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ผู้ผลิตรถยนต์ทุกค่าย ทุกยี่ห้อ หรือแม้แต่ผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ต้องปฏิบัติตามภายใต้ระบบคุณภาพ QS 9000 ISO/TS-16949 อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ FMEA ในประเทศไทยยังคงจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนใหญ่

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) ตามความหมายของ AIAG (Automotive Industry Action Group, 2001) คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่ง ที่มีจุดมุ่งหมาย

1. รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์/กระบวนการหนึ่งและผลกระทบ (Effect) จากข้อบกพร่องดังกล่าว
2. การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง
3. การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดในรูปเอกสาร

AIAG (2001) ได้นิยามไว้ว่า FMEA สำหรับการออกแบบและกระบวนการ หมายถึงเทคนิคเชิงวิเคราะห์ (Analytical Technique) หนึ่งที่ใช้โดยวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการออกแบบ (สำหรับ FMEA การออกแบบ) หรือวิศวกร หรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการผลิต/สายงานประกอบ (สำหรับ FMEA กระบวนการ) สำหรับวิธีการในการสร้างความมั่นใจว่าแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (Potential Failure Modes) ตลอดจนสาเหตุ และกลไกที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้รับ

การพิจารณาและระบุแล้วโดยการดำเนินการด้าน FMEA นี้ควรได้รับการดำเนินการในขั้นตอนของการออกแบบหรือการวางแผนกระบวนการผลิต

ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA มีหลายประการ ดังนี้

1. ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ

2. การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิต (DFM) เบื้องต้น

3. ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ

4. ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจระยะยาวได้ดี

5. ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้แก่ลูกค้า

6. ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7. ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง

8. ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) ให้แก่คณะทำงาน FMEA ในระหว่างการดำเนินการซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

9. ช่วยในการกำหนดถึงลำดับความสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10. ช่วยในการบ่งชี้ถึงความผิดพลาด (Error) ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ของการออกแบบและกระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป

11. ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อดำเนินการพิสูจน์และแก้ไขต่อไป โดยลักษณะดังกล่าวนี้จะมีความสำคัญมากในกระบวนการของ Six Sigma

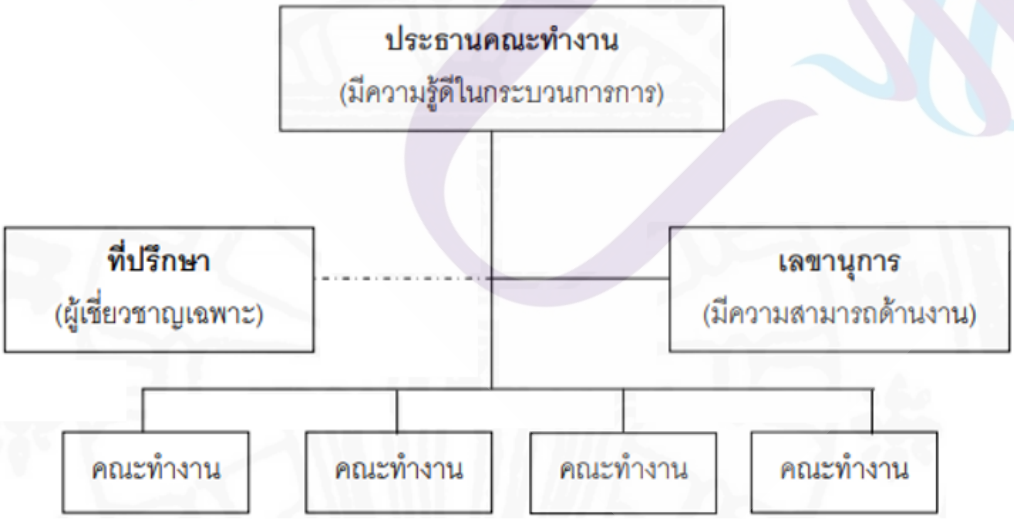
12. ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ (Diagnostic Procedures)

แนวความคิดของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) ในการดำเนินการ FMEA ให้มีประสิทธิผลมากที่สุดนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการตามแนวคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ

2.2.1 การดำเนินการโดยคณะทำงาน (Team)

การดำเนินงาน FMEA จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกลุ่มคณะทำงาน FMEA ที่ประกอบด้วยบุคลากรที่เกี่ยวข้อง โดยคณะทำงานที่ดี ประกอบด้วยบุคลากรประมาณ 6 – 8 คนที่อยู่ในระดับจัดการและมีความรู้อย่างดีในด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน โดยประธานคณะทำงานควรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีกประการหนึ่ง คือ ความเข้าใจอย่างดีในกระบวนการแก้ปัญหา (Cross Function Team) ซึ่งควรประกอบด้วย ฝ่ายพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายผลิต ฝ่ายทดสอบ รวมทั้งฝ่ายตลาด (ถ้าจำเป็น) โดยการทำงานในรูปแบบคณะทำงานควรอยู่ในลักษณะการทวีประโยชน์ (Synergy) ร่วมกัน คือ ความพยายามให้สมาชิกคนหนึ่งเรียนรู้เทคนิคโนว์ฮาว และเทคโนโลยีเฉพาะด้านจากสมาชิกคนอื่นๆ

องค์ประกอบด้านคุณสมบัติเฉพาะบุคคลของสมาชิกนั้น สมาชิกที่ดีจะต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้านที่ดี มีสำนึกที่ดีต่อการปรับปรุงคุณภาพ รับฟังความคิดเห็นผู้อื่นได้ดี และเป็นผู้ที่มีความรู้สึกร่วม (Empathy) ในการทำงาน สำหรับองค์ประกอบด้านการบริหารคณะทำงาน คณะทำงานจะต้องมีการกำหนดวัน เวลาในการประชุมที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า พร้อมทั้งกำหนดถึงภารกิจของคณะทำงานให้ชัดเจน รวมทั้งบทบาทและความรับผิดชอบในการดำเนินงานแบบคณะทำงานโดยทั่วไปควรจะกำหนดบทบาทในฐานะประธานคณะทำงาน 1 คน เลขานุการ 1 คน และที่เหลือเป็นคณะทำงานจากตัวอย่างแผนผังการทำงานในภาพที่ 2.8 ทั้งนี้คณะทำงานอาจมีการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเป็นบริกร (Facilitator) หรือที่ปรึกษา (Advisor) ก็ได้



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างคณะทำงาน FMEA ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551

2.2.2 การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

แนวความคิดสำคัญประการที่สองของ FMEA คือ การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยเริ่มจากการกำหนดกระบวนการที่ต้องการศึกษา แล้วทำการบ่งชี้หน้าที่ (Function) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยให้วิเคราะห์ว่ามีอะไรที่ทำให้หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการดังกล่าวไม่ได้รับการตอบสนอง ซึ่งผลดังกล่าวจะหมายถึง ข้อบกพร่อง (Failure) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และจะเรียกลักษณะของข้อกบพร่องนี้ว่า ลักษณะของข้อบกพร่อง (Failure Mode) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ นอกจากนี้ จะต้องพิจารณาถึงแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการ (Process Concept) เพื่อการกำหนดถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดลักษณะของข้อกบพร่อง รวมถึงการบ่งชี้ถึงลูกค้าของกระบวนการ โดยลูกค้าในที่นี้จะหมายถึงกระบวนการท้ายน้ำ (Downstream Process) จนถึงผู้ใช้รายสุดท้าย และจากลูกค้าที่กำหนดนี้เอง จะทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้าเนื่องจากลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk Priority Number ; RPM) คือ

$$\mathbf{RPM = S \times O \times D}$$

โดยที่ตัว S คือ ความรุนแรงของผลกระทบ (Severity) ในช่องนี้จะวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของแนวโน้มของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่กำหนดในช่อง โดยความรุนแรงจะหมายถึงขนาดของความรนแรง (Seriousness) ของผลกระทบและความรุนแรงนี้ จะเป็นลักษณะเชิงสัมพันธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEA และในการลดความรุนแรงของผลกระทบนี้จะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบ โดยเกณฑ์ดังกล่าวจะพิจารณาลูกค้าภายนอกที่เป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงพิจารณาถึงกระบวนการภายใน และกรณีที่ผลกระทบเกิดขึ้นทั้งลูกค้าภายนอกและลูกค้าภายใน ให้ใช้คะแนนจากความรุนแรงที่สูงกว่าจากการประเมินในการวิเคราะห์ FMEA

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (AIAG, 2001)

ผลกระทบ จากข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
เกิดอันตราย โดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมาย โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน หรือเครื่องจักร โดยไม่มีการเตือล่วงหน้า	10
เกิดอันตราย โดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมาย โดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน หรือเครื่องจักร โดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
มีผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซม บำรุงโดยใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
มีผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ระดับสมรรถนะลดลง จนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ แบบคัดเลือก (Sorting) และผลิตภัณฑ์ บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายหรือถูกซ่อมแซม บำรุงระหว่างครึ่งถึง 1 ชั่วโมง	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ขาดความสะดวกสะบาย และลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายหรือถูกซ่อมแซม ที่แผนกบำรุงต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง	6
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ ด้วยความสะดวกสบาย แต่ระดับสมรรนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจได้รับการ Rework หรือได้รับการ ซ่อมแซมนอกสายการผลิตที่ฝ่ายผลิต	5

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลกระทบ จากข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	ผลิตภัณฑ์ อาจได้รับการตรวจสอบ แบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ ที่ต้องถูกทำลายแต่มีผลิตภัณฑ์ (ต่ำกว่า 100%) อาจจะได้รับการ Rework	4
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>25%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วนที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการ Rework ในสายการผลิต ที่มีจุดปฏิบัติงานโดยไม่ถูกทำลาย	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>50%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วนที่มีจำนวนต่ำกว่า 50% อาจได้รับการ Rework ในสายการผลิต ที่มีจุดปฏิบัติงานโดยไม่ถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการ ปฏิบัติงานหรือตัวพนักงาน หรือไม่มีผลกระทบใดๆ	1

ในส่วนของตัวอักษรย่อ O คือ โอกาสเกิดขึ้น (Occurrence) หมายถึง ความเป็นไปได้ของสาเหตุ หรือกลไก เฉพาะที่จะเกิดขึ้น ดังนั้น อันดับของความเป็นไปได้การเกิด (Likelihood of Occurrence) จึงมีความหมายเชิงสัมพันธ์มากกว่าตัวเลขสัมบูรณ์ และการลดโอกาสการเกิดขึ้นนี้จะต้องได้จากการป้องกัน หรือควบคุมสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการเท่านั้น จากตัวอย่างตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (AIAG, 2001)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (AIAG, 2001)

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (PPM)	Ppk	คะแนน
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	≥ 100,000 (หรือ 10%)	< 0.55	10
	50,000 (หรือ 5%)	≥ 0.55	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	20,000 (หรือ 2%)	≥ 0.78	8
	10,000 (หรือ 1%)	≥ 0.86	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5,000 (หรือ 0.5%)	≥ 0.94	6
	2,000 (หรือ 0.2%)	≥ 1.00	5
	1,000 (หรือ 0.1%)	≥ 1.10	4
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	500	≥ 1.20	3
	100	≥ 1.30	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย	≤ 10	≥ 1.67	1

และ D การตรวจจับ (Detection) ในการพิจารณาคะแนนประเมินผลการตรวจจับนี้จะต้องพิจารณาจากความสามารถของระบบการควบคุมในปัจจุบันที่จะป้องกันการส่งมอบข้อบกพร่องถึงลูกค้าเท่านั้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงคววามเป็นไปได้ของการเกิดขึ้น (Likelihood of Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องดังตัวอย่างตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม

โดยทั่วไปตัวเลข RPN จะไม่มีความหมายใดๆ นอกจากใช้สื่อถึงลำดับในการกำหนดความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องจากกระบวนการเท่านั้น และเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผู้วิเคราะห์สามารถให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (AIAG, 2001)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ			X	ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้	10
ห่างไกลมาก	มีระบบควบคุม แต่ไม่สามารถตรวจจับ ข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ เพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมาก ที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าเท่านั้น	8
ต่ำมาก	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมาก ที่จะตรวจจับข้อพกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า สองครั้งเท่านั้น	7
ต่ำ	มีระบบควบคุม และอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้		X	X	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ SPC	6
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจจะ ตรวจจับข้อบกพร่องได้		X		มีการควบคุมโดยใช้เครื่องมือวัด วัดชิ้นงานก่อนออกจากจุด ปฏิบัติงานหรืออาจใช้เกจ แบบ Go/No Go	5
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุม และมีโอกาสสูงที่ จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจสอบจับความผิดพลาด ในกระบวนการถัดไปหรือมีการใช้ เครื่องมือวัดงานชิ้นแรก ในขั้นตอนการปรับตั้ง (Set Up)	4

ประเภทการตรวจจับ

A : การป้องกันข้อผิดพลาด

B : การใช้อุปกรณ์วัด (Gauging)

C : ตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล (Manual Inspection)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
สูง	มีระบบควบคุม และมีโอกาสสูง ที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจสอบจับความผิดพลาด ที่จุดปฏิบัติงานหรือมีการตรวจจับ ความผิดพลาดโดยการตรวจสอบ เพื่อการยอมรับ	3
สูงมาก	มีระบบควบคุม และเกือบจะมั่นใจได้ว่า สามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	X	X		มีการตรวจสอบจับความผิดพลาด ที่จุดปฏิบัติงานหรือด้วย เครื่องมืออัตโนมัติชิ้นงานบกพร่อง ไม่สามารถผ่านไปได้	2
สูงมาก	มีระบบควบคุม และมั่นใจได้ว่า สามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	X			ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องเพราะ ใช้ Poka Yoke ในขั้นตอน การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ	1

ประเภทการตรวจจับ

A : การป้องกันข้อผิดพลาด

B : การใช้อุปกรณ์วัด (Gauging)

C : ตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล (Manual Inspection)

หลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้วจะพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่ รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูง เพื่อนำมาแก้ไขและในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนน RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป

2.2.3 การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด

แนวความคิดที่สำคัญประการสุดท้ายของ FMEA คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด ดังนั้นเอกสารเกี่ยวกับ FMEA จะต้องได้รับการทบทวนซึ่งทำให้เอกสารอยู่ในลักษณะของเอกสารที่มีชีวิตคือ การปรับปรุงเพื่อให้ระบบโตขึ้นเรื่อยๆ โดย AIAG (2001, p.2) ได้แนะนำถึงขอบเขตหรือจุดเน้นของ FMEA ไว้ 3 กรณีด้วยกัน คือ

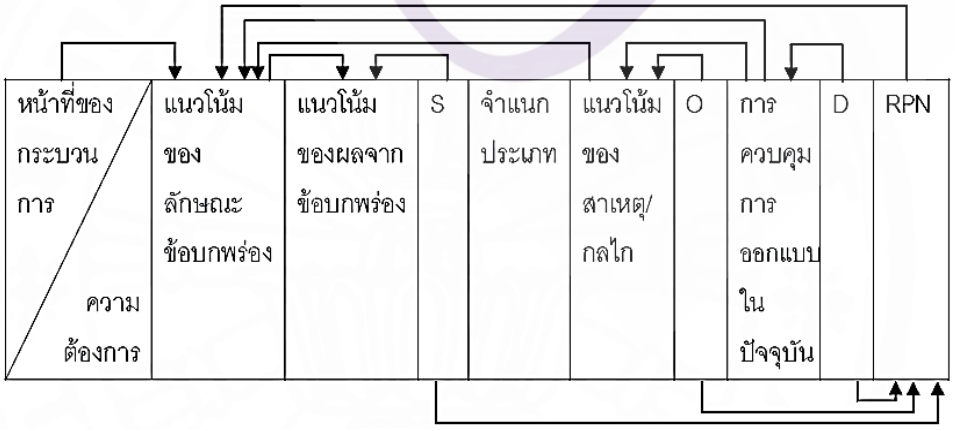
2.2.3.1 กรณีที่เป็นการออกแบบใหม่ เทคโนโลยีใหม่ หรือกระบวนการใหม่ ขอบเขต FMEA จะครอบคลุมถึงกระบวนการได้มาซึ่งแบบที่สมบูรณ์ เทคโนโลยีที่สมบูรณ์ ตลอดจนกระบวนการที่สมบูรณ์

2.2.3.2 กรณีที่ต้องการปรับแต่งกระบวนการหรือแบบที่ใช้อยู่แล้ว ขอบเขต FMEA ควรจะมุ่งเน้นไปที่การปรับแต่ง (Modification) แบบหรือกระบวนการ ตลอดจนผลกระทบข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปรับแต่งดังกล่าว

2.2.3.3 กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ตำแหน่งหรือการใช้งานกระบวนการหรือแบบที่มีใช้อยู่แล้ว โดยในกรณีนี้จะถือว่ามีการใช้ FMEA สำหรับแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว ขอบเขตของ FMEA จะครอบคลุมถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อม และตำแหน่งใหม่ที่มีต่อแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว

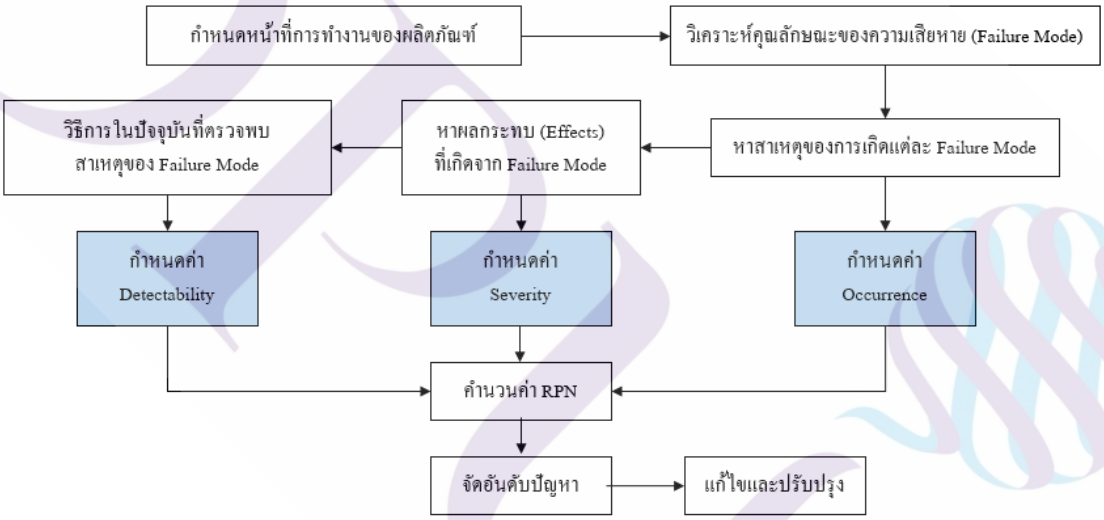
สำหรับการดำเนินการสร้าง FMEA ให้ดำเนินการค้นหาลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการ แนวโน้มของสาเหตุ ตลอดจนความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องและ/หรือ กลไกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและทำการประเมินความเสี่ยงผ่านเกณฑ์ความรุนแรง (S) โอกาสการเกิดของสาเหตุ (O) และการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (D) ดังสรุปในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ



ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยหลักการ FMEA

1. กำหนดแผนผังการดำเนินงาน (Process Flow) เช่น การออกแบบ การผลิต การบริการ
2. กำหนดหน้าที่หลักการทำงานของผลิตภัณฑ์
3. วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode) ที่อาจจะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์
4. หาสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (Cause of Failure Mode)
5. พิจารณาว่าลูกค้าจะรู้ได้อย่างไรถ้าเกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ (Effect)
6. กำหนดระดับของความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น
7. พิจารณาถึงความถี่ของสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย
8. พิจารณาวิธีการในปัจจุบันที่ทำการตรวจสอบการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย
9. คำนวณค่า Risk Priority Number (RPN)

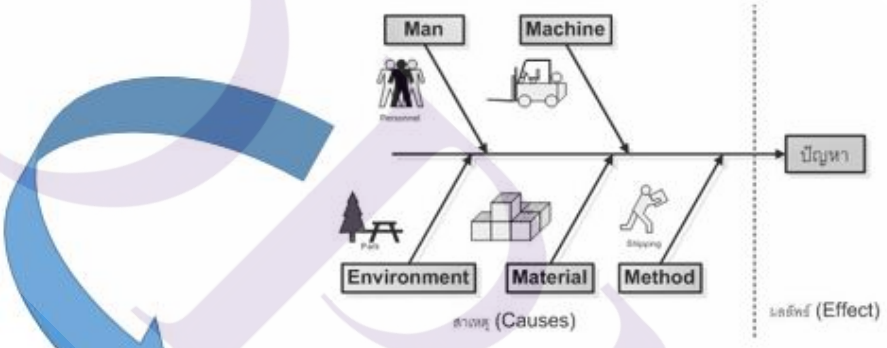


ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดย FMEA

ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลากับ FMEA

การวิเคราะห์ปัญหาในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผล (แผนภูมิก้างปลา) ดังรูปภาพที่ 2.10 จะพบว่ามีการกำหนดสาเหตุที่เป็นไปได้ (Possible Causes) ไว้เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การเริ่มต้นแก้ไขรากของปัญหาโดยวิธี FMEA

จากนั้นจึงเริ่มวิเคราะห์โดยหลักการ FMEA ซึ่งจะพบว่าในแต่ละสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะของความเสียหายหรือปัจจัยเสี่ยง (Cause of Failure Mode) จะมีการคิดค่าระดับคะแนน RPN ดังนั้นหากพบว่าสาเหตุใดมีค่า RPN ที่สูงที่สุด สาเหตุนั้นจะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ส่วนสาเหตุใดที่ได้ค่า RPN รองลงมา สาเหตุนั้นก็อาจจะได้รับการแก้ไขในลำดับถัดไป ซึ่งหลักการ FMEA จะให้ผลที่ชัดเจน ไม่เอนเอียง (Bias) เพราะว่าค่า RPN ที่คำนวณได้จะพิจารณาจาก ระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิด ความถี่ในการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย และความสามารถในการตรวจพบคุณลักษณะของการเกิดความเสียหาย ดังนั้นจากภาพที่ 2.10 การใช้แผนภูมิก้างปลาแต่เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา อาจจะทำให้รู้แค่ว่า “ปัญหานั้นมีสาเหตุจากอะไร” แต่ถ้านำมาวิเคราะห์ต่อด้วย FMEA จะทำให้เพื่อมิติในการแก้ปัญหาได้ถึง 3 มิติ คือ “รู้ว่ามีผลกระทบมากน้อยแค่ไหน มีโอกาสในการเกิดมากน้อยแค่ไหน และมีวิธีการตรวจสอบที่ดีแล้วหรือยัง”



Process Step / Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEVERITY	Potential Causes	OCCURRENCE	Current Controls	DETECTION	RPN
What is the process step and Input under investiga-tion?	In what ways does the Key Input go wrong?	What is the impact on the Key Output Variables (Customer Requirements)?		What causes the Key Input to go wrong?		What are the existing controls and procedures (inspection and test) that prevent either the cause or the Failure Mode?		
								0
								0
								0

ภาพที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลาและ FMEA

2.3 ความรู้เกี่ยวกับงานแผงหน้าต่างอลูมิเนียมประกอบสำเร็จประเภท Window Wall

ระบบแผงหน้าต่างอลูมิเนียมแบบ Window Wall เป็นรูปแบบหนึ่งของงาน ฟาซาด (Facade) มาจากภาษาฝรั่งเศษ ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบด้านหน้าอาคาร หรือด้านหน้าและส่วนหน้าโดยปกติแล้วเรามักจะเรียก Façade ว่า เปลือกอาคาร โดยในแต่ละส่วนของเปลือกอาคารจะมี

องค์ประกอบของงานทางสถาปัตยกรรมอยู่ด้วย เช่น ประตู หน้าต่าง ระเบียง ระแนง ชายคา เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบแต่ละอย่างจะเป็นสิ่งที่ทำให้แต่ละอาคารมีเอกลักษณ์และมีความโดดเด่นต่างจากอาคารอื่น เพราะฉะนั้นสถาปนิกจึงมักจะออกแบบ Façade ให้เข้ากันกับภายในอาคารจนถึงบริบทรอบข้าง เพื่อสร้างความสวยงามและแรงดึงดูดให้กับผู้คนที่เดินผ่านไปมานั่นเอง

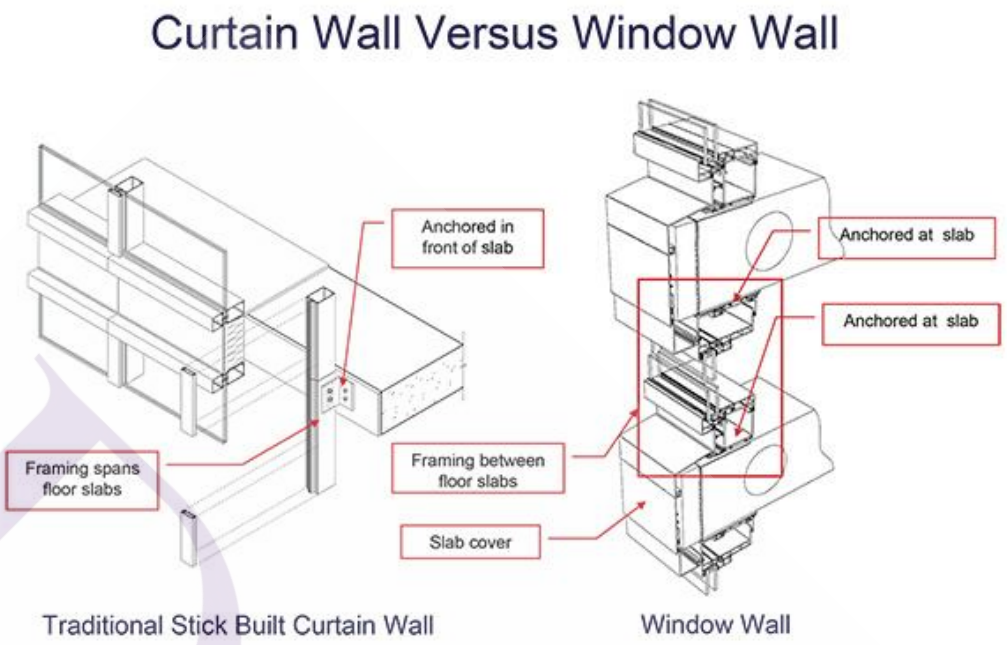
Façade เปรียบได้กับหน้าตาของแต่ละอาคาร ที่คอยต้อนรับผู้ใช้งานอยู่ก่อนเข้าไปในอาคาร โดยในสมัยก่อนการออกแบบเปลือกอาคารให้สวยงามจะยังไม่แพร่หลายมากเท่าทุกวันนี้ สถาปนิกมักจะนิยมออกแบบ Facade สำหรับอาคารพาณิชย์สูงเท่านั้น ต่อมาถึงได้มีการพัฒนาออกแบบในอาคารรูปแบบต่างๆมากขึ้น ทั้งในโรงแรม รีสอร์ท ร้านอาหาร และที่พักอาศัย นอกจากเรื่องความสวยงามของเปลือกอาคารแล้ว Façade ยังสามารถบอกได้ว่า ตึกที่เราเห็นนั้นคือตึกประเภทไหน เช่นการออกแบบ Façade ของโรงแรมและร้านค้าจะมีความต่างเพราะการใช้งานไม่เหมือนกันดังภาพตัวอย่างที่ 2.11 งานฟาซาด (Facade) ที่ออกแบบใหม่ให้ดูโมเดิร์น

ภาพที่ 2.11 ฟาซาด (Facade) ที่ออกแบบใหม่ให้ดูโมเดิร์น สถานที่: SIRI HOUSE (SHOP HOUSE)

แผ่นผนังกระจกสำเร็จ ประเภท Window Wall หากมองจากภายนอกอาคารที่ติดตั้งงานจบแล้ว อาจเข้าใจว่าเป็นรูปแบบผนังประเภท Curtain Wall เนื่องจากรูปแบบหน้าตาที่มองจากภายนอกแล้วดูเหมือนหรือคล้ายกันมาก แต่มีความแตกต่างกันในกระบวนการผลิตและติดตั้งค่อนข้างมาก จากภาพที่ 2.12 ตัวอย่างเปรียบเทียบงาน Façade ระหว่าง ระบบงานแผง Window Wall กับ Curtain Wall

ภาพที่ 2.12 เปรียบเทียบงาน Façade ระหว่าง ระบบงานแผง Window Wall กับ Curtain Wall

จากภาพที่ 2.13 ข้อแตกต่างระหว่างระบบงานแผง Window Wall กับ Curtain Wall ที่ชัดเจนคือลักษณะการติดตั้งแผง โดยงานแผงชนิด Window Wall ตัวแผงจะอยู่ในช่องเปิดของตัวอาคารโดยวางตัวอยู่บนพื้นของชั้นที่ติดตั้ง มี Gutter และ Subhead เป็นกรอบเฟรม เพื่อให้แผงชิ้นงานถูกสวนและล็อคเข้ากับช่องเปิด ส่วนงานแผงประเภท Curtain Wall จะมีลักษณะแผงที่วางตัวผ่านหน้าพื้น โดยมี Bracket ยึดจับไว้กับหน้าพื้น



ภาพที่ 2.13 ลักษณะการติดตั้งแผงที่แตกต่างกันของงานประเภท Curtain Wall กับ Window Wall

ข้อดีและข้อเสียของระบบแผ่นผนังสำเร็จรูปประเภท Window Wall

ข้อดี

- สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีมาก เนื่องจากประกอบแผ่นผนังสำเร็จรูปมาจากโรงงาน
- สามารถใช้การยึดเกาะแผ่นลูกฟักกับโครงกรอบเป็นระบบเปียกที่อาศัยซิริโคนรับแรงได้ เนื่องจากเป็นการทำงานในโรงงาน จึงสามารถควบคุมคุณภาพของการเกาะยึดให้มีความปลอดภัยเพียงพอ
- การก่อสร้างทำได้รวดเร็วเนื่องจากประกอบเสร็จจากโรงงาน และสามารถผลิตแผ่นผนังแต่ละแผ่นไปพร้อมกับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารได้
- ใช้แรงงานในการติดตั้งน้อย มีความสะดวก และปลอดภัยในการทำงานสูง เนื่องจากการติดตั้งส่วนใหญ่ทำได้จากภายในอาคาร

ข้อเสีย

- ค่าขนส่งแพง เนื่องจากชิ้นส่วนเมื่อประกอบเป็นผนังสำเร็จรูปจะมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก ต้องออกแบบความแข็งแรงเผื่อการรับแรงที่เกิดจากการขนส่ง หรือการยกชิ้นงานขึ้นเพื่อติดตั้ง

- ไม่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดตามสภาพงานจริงได้
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบผนังกระจกค่อนข้างสูง

ภาพที่ 2.14 แสดงลักษณะการขนส่งและติดตั้งงานแผง Window Wall ในช่องเปิด

2.4 การสำรวจสภาพปัจจุบัน

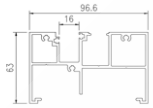
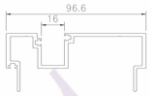
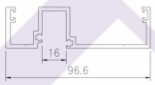
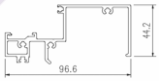
2.4.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจากความต้องการของลูกค้า

เตรียมข้อมูลการทำงาน โดยข้อมูลสำคัญที่ต้องเตรียมในส่วนแรกเพื่อให้สามารถเตรียมการก่อนการผลิตได้นั้นประกอบไปด้วย แบบขยาย และรายละเอียดของชิ้นงานที่ผ่านการอนุมัติจากลูกค้าโดยการนำแบบที่จัดทำขึ้นโดยฝ่ายแบบ ให้ฝ่ายขายนำส่งให้ลูกค้าเพื่อทำการตรวจสอบและอนุมัติ เมื่อแบบได้รับการอนุมัติแล้วจะถูกแจกจ่ายให้กับฝ่ายที่เกี่ยวข้องต่อไป ข้อมูลสำคัญอีกส่วนคือ ข้อมูลในส่วนของรหัสชิ้นงานและปริมาณของชิ้นงานทั้งหมด ซึ่งทำเพื่อใช้ในการคำนวนราคาโดยฝ่ายประเมินราคา เมื่อทุกอย่างผ่านการอนุมัติ ข้อมูลในส่วนนี้จะถูกแจกจ่ายให้กับแผนกที่เกี่ยวข้องทั้งหมดต่อไป โดยเอกสารในส่วนนี้จะเรียกว่า BOQ หรือ Bill Of Materials และข้อมูลสำคัญสุดท้ายคือ ข้อมูลในส่วนของรายละเอียดรหัสหน้าตัดอลูมิเนียมที่ใช้ประกอบการผลิตชิ้นงานแต่ละชุด ชนิดกระจกที่ใช้ ยี่ห้อและรุ่นของอุปกรณ์เพื่อให้สามารถใช้งาน และชนิดของส่วนประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องโดยจะเรียกรวมว่า เอกสารระบุ Spec

2.4.2 ถอดปริมาณวัตถุดิบและทำสูตรการผลิต

ฝ่ายงานคำนวนวัตถุดิบเมื่อได้รับข้อมูลที่สำคัญดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานในส่วนของการคำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยวัตถุดิบประเภทอลูมิเนียมเส้น อุปกรณ์ และ วัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่น กาวที่ใช้สำหรับเก็บงานรอยต่อ สักหลาดและยางเป็นต้น ในการคำนวนนั้นจะทำการใส่ข้อมูลต่างๆ เพื่อทำสูตรการผลิตไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel โดยข้อมูลสำคัญที่มีในสูตรการผลิตจะประกอบไปด้วยช่องสำหรับใส่จำนวนชิ้นงานแต่ละรหัส เพื่อคำนวนจำนวนเส้นอลูมิเนียมทั้งหมดที่ต้องใช้ในการผลิต รวมทั้งจำนวนอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในการผลิต จากตัวอย่างสูตรการผลิตในภาพที่ 2.15 ประกอบไปด้วย

1) รูปหน้าตัดอลูมิเนียม
2) รหัสหน้าตัดอลูมิเนียม
3) ความยาวอลูมิเนียมเส้น
4) จำนวนเส้นอลูมิเนียมทั้งโครงการที่ต้องใช้
5) จำนวนเส้นอลูมิเนียมที่คำนวนเพื่อใช้ในการผลิตชิ้นงานตามจำนวนที่ต้องกา
6) รหัสชิ้นงาน
7) ช่องสำหรับใส่จำนวนชิ้นงานที่จะผลิตเพื่อคำนวนหาจำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิต
8) จำนวนอลูมิเนียมเส้นทั้งหมดในแต่ละหน้าตัดอลูมิเนียม

① รูปหน้าตัดอลูมิเนียม	② รหัส DIE	③ ความยาว (เมตร)	④ จำนวนเต็ม (เส้น)	⑤ คำนวนเบิก (เส้น)	60 WU01 **60**	9 WU01.1 **9**	94 WU02 **94**	12 WU02.1 **12**	73 WU03 **73**	215 WU04 **215**	289 WU05 **289**	219 WU06 **219**	48 WU07 **48**	125 WU08 **125**
	TO6G050	5.60	**749**	**749**	60	9			73	215		219	48	125
		5.80	**395**	**395**			94	12			289			
		6.20	**46**	**46**	4		10				32			
		6.40	**81**	**81**					10	27			12	31
	TO6G062	5.6	**375**	**375**	30	4.5			36.5	107.5		109.5	24	62.5
		6.2	**198**	**198**			47	6			144.5			
	TO6G063	5.6	**375**	**375**	30	4.5			36.5	107.5		109.5	24	62.5
		6.2	**198**	**198**			47	6			144.5			
	TO6G061	6.1	**284**	**284**	9	1	18	2	17	51	65	56	17	47
	TO6F537	4.6	**24**	**24**									24	
		4.9	**63**	**63**										62.5
		5.45	**113**	**113**	12	1.8	23.5	3				73		
		6.3	**144**	**144**					18.25	53.75	72.25			

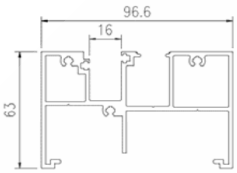
⑥ ⑦ ⑧ ⑨

ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างสูตรการผลิตรายการวัตถุดิบชนิดอลูมิเนียมเส้นแต่ละหน้าตัดอลูมิเนียม

2.4.3 ตั้งรหัสสินค้าเพื่อใช้แทนตัวของวัตถุดิบสำหรับการทำงานเอกสารกับโปรแกรม ERP

ฝ่ายงานคำนวนวัตถุดิบ จะส่งข้อมูลในส่วนของ ความยาว และจำนวนอลูมิเนียมเส้นในแต่ละรหัสหน้าตัดอลูมิเนียม รวมทั้งข้อมูลสำคัญอื่นๆ เช่น สี และ ลักษณะผิวอลูมิเนียม ให้ทางแผนกจัดซื้อ เพื่อทำการตั้งรหัสสินค้า ในโปรแกรม WIN Speed ซึ่งเป็นโปรแกรม ERP ที่ใช้ในการทำงานของบริษัท เพื่อแผนกที่เกี่ยวข้องอื่นๆ สามารถดึงข้อมูลไปใช้ในการทำงานต่อ รวมทั้งข้อมูลในส่วนของปริมาณเส้นอลูมิเนียม และจำนวนการใช้อุปกรณ์ (Hardware) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้กับทางจัดซื้อรับทราบ และเตรียมความพร้อมเบื้องต้นกับทางโรงงานภายนอกที่มีหน้าที่ผลิตหรือจัดหาวัตถุดิบชนิดต่างๆ ต่อไป

จากภาพที่ 2.16 รหัสสินค้าประเภทวัตถุดิบชนิดอลูมิเนียม จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนที่สำคัญ คือ สี รหัสหน้าตัดอลูมิเนียมซึ่งจะระบุโรงงานที่เป็นผู้ผลิตเส้นอลูมิเนียมและรหัสของ DIE นั้นๆ ของโรงงานผลิตนั้นๆ ความหนา และความยาว (เมตร) ตัวอย่างรหัสอลูมิเนียม เช่น AG2577-TO6G050-2.0-5.6 ซึ่งจะหมายความถึง อลูมิเนียมที่รีดจากบริษัท Tostem รหัส DIE 6G050 สี AG2577 ความหนา 2.0 มิลลิเมตร และความยาวเท่ากับ 5.6 เมตร

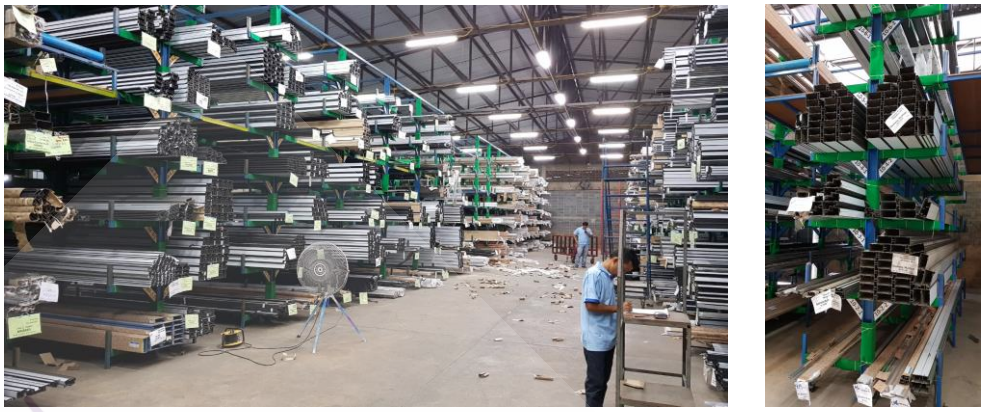
รูปหน้าตัดอลูมิเนียม	รหัส DIE	รหัสสินค้า	ความยาว (เมตร)
	TO6G050	AG2577-TO6G050-2.0-5.6	5.60
		AG2577-TO6G050-2.0-5.8	5.80
		AG2577-TO6G050-2.0-6.2	6.20
		AG2577-TO6G050-2.0-6.4	6.40

ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างรหัสสินค้าที่แผนกจัดซื้อตั้งขึ้นเพื่อใช้ระบุชื่อและรายละเอียดของวัตถุดิบ

2.4.4 สั่งซื้อและเตรียมการรับเข้าวัตถุดิบ

ฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต รับข้อมูลรายการคำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ เพื่อวางแผนปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ โดยดูจากแผนความต้องการของทางหน้างานหรือโครงการที่ส่งมา เพื่อหาปริมาณชิ้นงานแต่ละรหัสที่ต้องผลิตในแต่ละช่วงเวลา ทำการใส่ข้อมูลจำนวนชิ้นงานในแต่ละรหัสสินค้า ในสูตรการผลิตที่ฝ่ายคำนวนทำไว้ข้างต้น และทำการเปิดใบขอซื้อ (PR) ด้วยโปรแกรม WIN Speed โดยมีข้อมูลสำคัญที่ต้องระบุ ดังนี้คือ รหัสสินค้าที่ทำการขอซื้อ จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการขอซื้อ และรหัสโครงการที่ต้องการขอซื้อมาใช้ในการผลิต พร้อมทั้งระบุ วันที่เบื้องต้นที่ต้องการใช้งานวัตถุดิบเหล่านั้น เพื่อให้แผนกจัดซื้อนำวัตถุดิบแต่ละชนิดเข้ามาได้ถูกต้องตามความต้องการในการผลิตจริง

หลังจากที่เอกสารขอซื้อวัตถุดิบ (PR) ได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง และอนุมัติแล้ว ก็จะถูกส่งให้แผนกจัดซื้อ เพื่อทำเอกสารคำสั่งซื้อ (PO) ให้กับทางโรงงานผู้ผลิต หรือบริษัทที่เป็นตัวแทนจัดหาวัตถุดิบประเภทต่างๆ เพื่อนำส่งวัตถุดิบเข้าสู่คลังสินค้า ตามวันที่ที่ได้ตกลงกันไว้ โดยจะมีการตรวจสอบคุณภาพสินค้าเบื้องต้นโดยแผนกคลังสินค้า หากไม่เป็นไปตามมาตรฐานจะมีการตีสินค้าคืนเพื่อให้ทางผู้ผลิตจัดหาวัตถุดิบที่ได้ตามมาตรฐานส่งคลังสินค้าใหม่



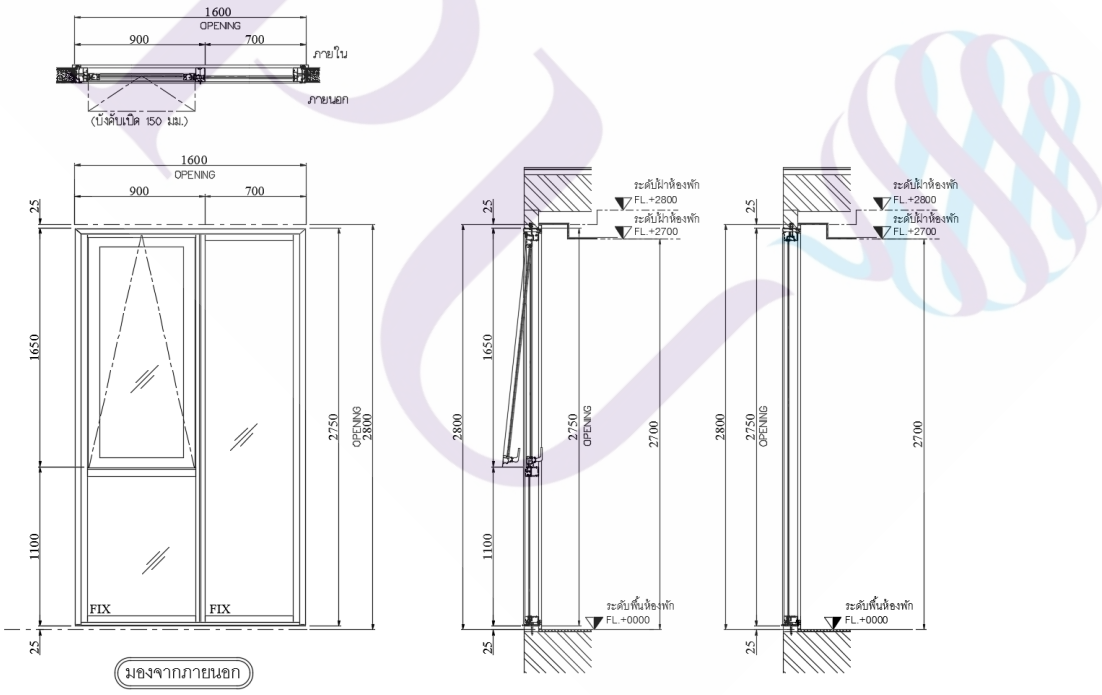
ภาพที่ 2.17 การเก็บอลูมิเนียมเส้นบนชั้นวางพร้อมติด Stock Card เพื่อช่วยควบคุมการเบิกจ่าย

ภาพที่ 2.18 โพรเทคเส้นอลูมิเนียมเพื่อช่วยป้องกันลอยขีดข่วนบนผิวของชิ้นงาน

2.4.5 วัดขนาดช่องเปิดหน้างานและเตรียมทำแบบเพื่อผลิตชิ้นงาน

ในระหว่างที่วัตถุดิบกำลังผลิต และทยอยส่งเข้าคลังสินค้า จากภาพที่ 2.19 โฟร์แมนจะเข้าไปสำรวจขนาดช่องเปิดหน้างานเพื่อตรวจสอบขนาด และส่งข้อมูลให้ฝ่ายเขียนแบบทำแบบผลิตชิ้นงาน (Cutting form) ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.20 ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนของขนาดชิ้นงานสำเร็จ ซึ่งจะมีการลดตัวเลขจากช่องเปิดหน้างานเพื่อให้สามารถนำชิ้นงานไปติดตั้ง

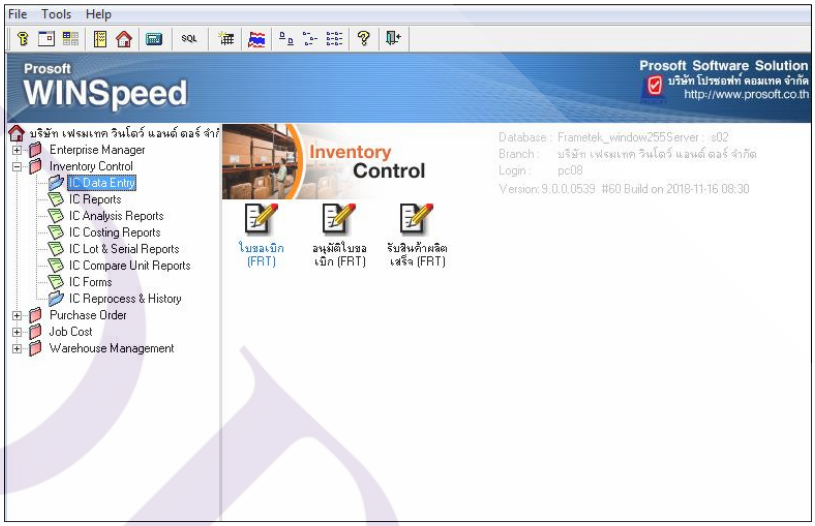
ภาพที่ 2.19 โฟร์แมนเข้าตรวจสอบระยะช่องเปิดหน้างานเพื่อส่งข้อมูลให้ฝ่ายแบบทำแบบผลิตงาน



ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างแบบผลิตชิ้นงาน (Cutting form)

2.4.6 เบิกวัตถุดิบตามสูตรการผลิต

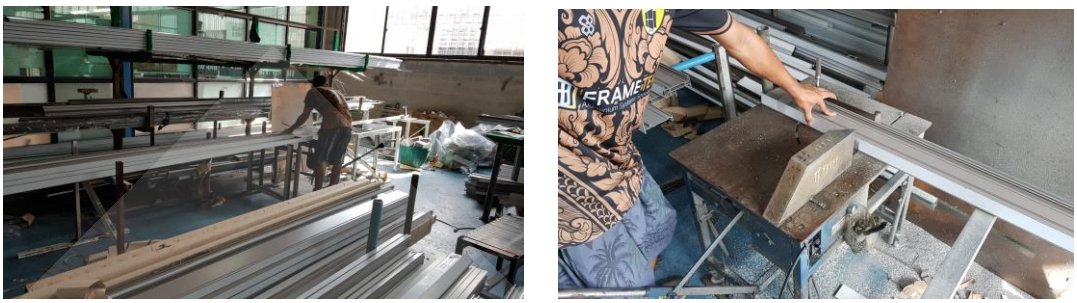
เมื่อถึงกำหนดการการผลิตชิ้นงาน ฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต จะทำเอกสารด้วยโปรแกรม WIN Speed จากภาพที่ 2.21 เพื่อทำการเบิกวัตถุดิบโดยข้อมูลที่สำคัญประกอบไปด้วยรหัสสินค้าที่จะทำการเบิก ความยาว จำนวน และรหัสโครงการที่จะเบิกวัตถุดิบไปใช้งาน ส่งให้กับทางแผนกคลังสินค้าเพื่อทำการเบิกจ่ายวัตถุดิบให้กับช่างผู้รับเหมานำไปใช้ผลิตชิ้นงาน



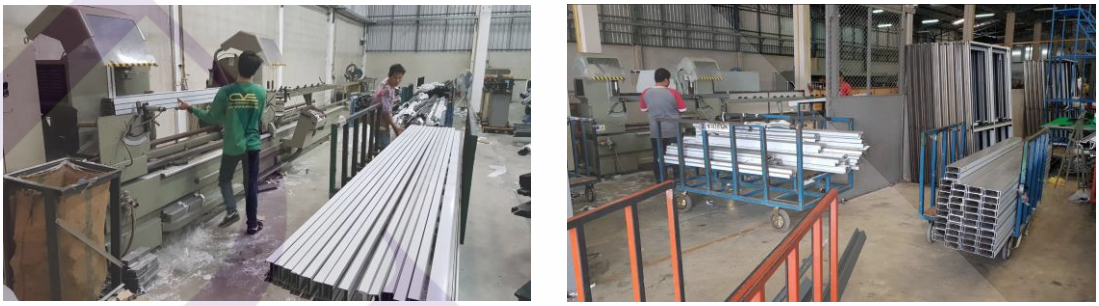
ภาพที่ 2.21 หน้าต่างโปรแกรม WIN Speed ในหมวดเอกสารใบขอเบิกใช้วัตถุดิบ

2.4.7 วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นชิ้นงาน

ในการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง ช่างผู้รับเหมาในส่วนงานอลูมิเนียมจะนำอลูมิเนียมเส้นที่เบิกมา ตัดเป็นท่อนตามความยาวที่ระบุในแบบผลิตชิ้นงาน และบางส่วนเมื่อตัดเป็นท่อนแล้วจะถูกส่งให้แผนกเครื่องจักร เพื่อทำการบากหรือเจาะ เพื่อประกอบหรือใส่อุปกรณ์ต่างๆต่อไปดังภาพที่ 2.22 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนโดยการใช้แท่นตัดอลูมิเนียม ภาพที่ 2.23 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนด้วยเครื่องตัดที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ภาพที่ 2.24 อลูมิเนียมท่อนที่ผ่านการตัดตามขนาดเพื่อเตรียมนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน และ ภาพที่ 2.25 แสดงเศษตัดอลูมิเนียมในขั้นตอนการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนโดยข้อมูลในส่วนนี้จะมีในแบบผลิตชิ้นงาน หลังจากผ่านขั้นตอนการ ตัด บาก เจาะ แล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนของการประกอบชิ้นงาน โดยการ ยึดน็อตและยิงกาว (Silicone) เพื่อกันน้ำรั่ว



ภาพที่ 2.22 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนโดยการใช้แท่นตัดอลูมิเนียม



ภาพที่ 2.23 แสดงการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนด้วยเครื่องตัดที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 2.24 อลูมิเนียมท่อนที่ผ่านการตัดตามขนาดเพื่อเตรียมนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน

ภาพที่ 2.25 เศษตัดอลูมิเนียมในขั้นตอนการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อน

2.4.8 ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนดำเนินการใส่กระจก

จากภาพที่ 2.26 หลังจากชิ้นงานถูกประกอบเสร็จตามแบบแล้ว เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ (QC) จะเข้าไปตรวจสอบขนาดและคุณภาพของชิ้นงาน ก่อนจะสั่งแก้ไข หากไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ถ้าชิ้นงานเรียบร้อยผ่านการตรวจสอบ ชิ้นงานจะถูกส่งต่อให้กับทีมช่างเหมาที่มีหน้าที่ใส่กระจก โดยบริษัทตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้การจัดซื้อกระจกตามขนาดที่จะใช้งานจากบริษัทภายนอก จึงไม่มีส่วนของเศษตัดกระจกเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ แต่จะมีในส่วนของกระจกที่เสียหายเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ

ภาพที่ 2.26 ชิ้นงานที่ประกอบเสร็จรอการนำไปใส่กระจก

2.4.9 ใส่กระจกชิ้นงานและเตรียมการเพื่อส่งออกติดตั้งหน้างาน

หลังจากช่างเหมาในส่วนงานกระจกใส่กระจกเป็นที่เรียบร้อย แผนกตรวจสอบคุณภาพ (QC) จะทำการตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนจะส่งต่อให้กับเจ้าหน้าที่แผนกบรรจุภัณฑ์ทำการหุ้มวัสดุป้องกันการขีดข่วนและกันการกระแทกระหว่างขนส่ง (Protection) รวมทั้งติดฉลากที่ระบุชื่อโครงการ รหัสชิ้นงาน หมายเลขห้อง และชั้นที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกส่งออกไปติดตั้ง โดยวางแผนส่วนงานดูแลควบคุมโครงการ จัดทำเอกสารบันทึกรายการส่งของ เพื่อทำการตรวจสอบและนับจำนวนชิ้นงานก่อนเตรียมขึ้นรถขนส่งเข้าหน้างาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพัฒตรา เกษราพงศ์ และกฤษติยา เส็งเอี่ยม (2550) ศึกษาการใช้เทคนิค FMEA เพื่อวิเคราะห์รูปแบบของเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงเท้า ซึ่งช่วยเป็นแนวทางในการใช้รวบรวมข้อมูลปัญหาของเสียที่เกิดและวิเคราะห์ด้วยพาเรโต เพื่อหาปัญหาของเสียที่มีความรุนแรงมากที่สุด เพื่อดำเนินการระดมสมองช่วยกันหาสาเหตุของปัญหา ด้วยการแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามแผนกหรือขั้นตอนในการทำงานเพื่อให้ง่ายต่อการช่วยวิเคราะห์ปัญหาของทีมงาน

ชลาธาร รัตนพานิช และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2554) ช่วยกันศึกษาโดยการใช้เทคนิค FMEA ในการลดของเสียสำหรับผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ประตูยานยนต์ ซึ่งมีการเน้นย้ำในส่วนของการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องในกันช่วยกันรวบรวมปัญหาหรือข้อบกพร่องใดๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในกิจกรรมนั้น โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคือ ความเป็นไปได้ในการเกิดข้อบกพร่อง ความรุนแรงอันเกิดจากลักษณะบกพร่อง และโอกาสตรวจพบลักษณะบกพร่อง โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงคือ ลดคะแนนความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่อง รวมถึงความรุนแรงของผลอันเกิดจากลักษณะของข้อบกพร่อง จากความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบมาเป็นเครื่องมือหลักในการลดของเสีย

นางสาวจีระวรรณ บุตรศรี (2556) ดำเนินการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบระบบผนังกระจกและการถอดปริมาณวัสดุ เป็นแนวทางในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวนวัตถุดิบ ลดข้อผิดพลาดในการทำงานด้วยความสามารถของตัวบุคคลลง รวมทั้งมีการรวบรวมรูปแบบตารางถอดของ ของบริษัทที่เกี่ยวข้องไว้หลายบริษัทเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานและงานวิจัยเกี่ยวกับหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จได้เป็นอย่างดี

สุชา กิตติวรารัตน์ และภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ (2555) รวมกันศึกษาการจัดการเพื่อลดเศษวัสดุก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรมของบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก เป็นแนวทางการใช้การลดของเสีย

ตามหลักของ USEPA เพื่อเสนอแนะวิธีการจัดการเพื่อลดปริมาณการเกิดเศษวัสดุจากแหล่งกำเนิด และเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้าง และช่วยยืนยันว่าการบริหารระบบการจัดเก็บวัสดุและการวางแผนการดำเนินงานก่อสร้างที่เหมาะสมจะสามารถลดปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิผล

สุรพล ดาดี และเจริญชัย โขมพัตราภรณ์ (2550) ร่วมกันศึกษาการปรับปรุงการวางแผนโครงการในงานประกอบแผงอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง เป็นแนวทางในการใช้เทคนิค FMEA มาช่วยในการปรับปรุงการวางแผนโดยการลดโอกาสเสี่ยงในขั้นตอนที่มีความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดขึ้นสูงที่จะกระทบทำให้ระบบงานมีความล่าช้าไม่เสร็จทันตามแผนการณ์ที่กำหนด โดยจากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการวางแผนสั่งซื้อวัสดุมีความเสี่ยงสูงที่จะผิดพลาดมากที่สุด

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียม

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

3.1.3 วิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสีย

3.1.4 ศึกษาตัวแปรเข้าที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการการผลิต

3.1.5 วิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้และประเมินคะแนนโอกาสเกิดขึ้นของแต่ละข้อบกพร่อง

3.1.6 วิเคราะห์วิธีการควบคุมข้อบกพร่องก่อนที่จะเกิดในแต่ละหัวข้อและประเมินคะแนนความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง

3.1.7 คำนวนค่าความเสี่ยง จากระดับความรุนแรง โอกาสเกิด และความสามารถในการตรวจจับ

3.1.8 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงมากกว่า 100

3.1.9 เปรียบเทียบปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังปรับปรุง

3.1.10 สรุปผลงานวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาหาปัญหาของเสียที่เป็นปัญหาหลักด้วยการทำแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) และวิเคราะห์หาสาเหตุที่น่าจะเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้วยการทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram หรือ Fishbone Diagram) เพื่อหาสาเหตุและปัจจัยย่อยที่ทำให้เกิดปัญหา รวมทั้งใช้เทคนิควิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต (FMEA) เพื่อประเมินความรุนแรงของปัญหา ค่าโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง และดำเนินการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลทำโดยการสำรวจปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน โดยใช้ Check Sheet ซึ่งจะทำการบันทึกรายละเอียดในส่วนของ โครงการที่ผลิต เลข Lot ที่ผลิต รายละเอียดของการผลิต วันเดือนปีที่ผลิต ชื่อทีมช่างเหมาที่รับผิดชอบงาน ลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิด ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 6 เดือน

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุง

3.4.1 รวบรวมข้อบกพร่องในการทำงานที่น่าจะมีความเกี่ยวข้องที่ทำให้เกิดของเสีย โดยการประชุมร่วมกันของผู้มีประสบการณ์การการทำงาน มีความเชี่ยวชาญในงานที่ดูแล เพื่อช่วยกันแสดงความคิดเห็น

3.4.2 ร่วมกันประเมินความเสี่ยงของแต่ละข้อบกพร่อง โดยคำนวนจากระดับความรุนแรงของข้อบกพร่อง โอกาสการเกิดขึ้น และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องนั้นๆ

3.4.3 ช่วยกันแสดงความคิดเห็นเพื่อดำเนินการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน เพื่อลดโอกาสที่จะเกิด หรือเพิ่มความสามารถรับรู้ข้อบกพร่องก่อน

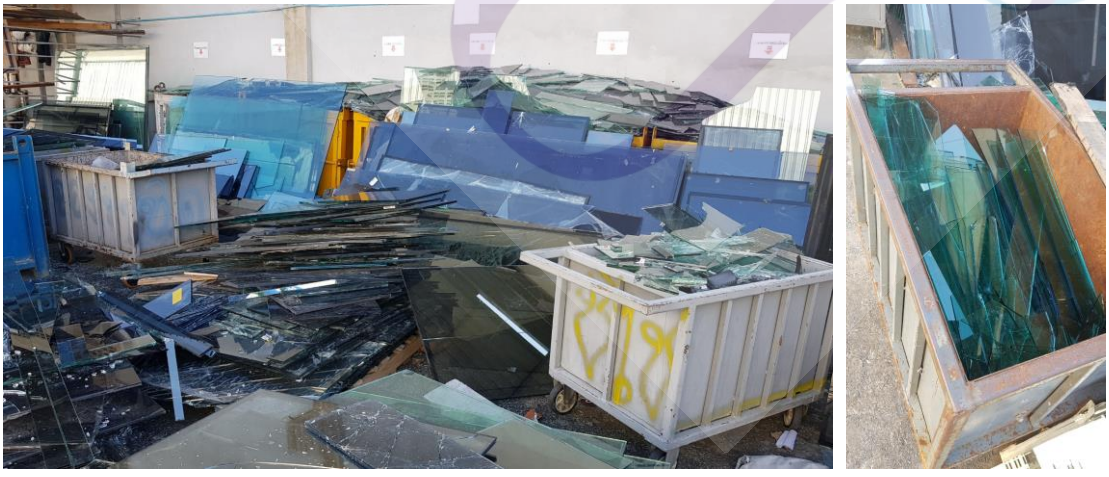
3.5 การเก็บข้อมูลของเสียแต่ะประเภท

วัตถุดิบหลักในการประกอบแผงหน้าต่างอลูมิเนียม จะประกอบไปด้วย อลูมิเนียม กระจก อุปกรณ์และวัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ โดยการเก็บข้อมูลจากเศษอลูมิเนียมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการช่างน้ำหนักเพื่อขายประจำเดือนดังภาพที่ 3.1

3.5.1 มูลค่าของเสียประเภทอลูมิเนียมทั้งหมด ได้จากปริมาณน้ำหนักอลูมิเนียมที่ทำการขายเศษในเดือนนั้นๆ โดยคิดเป็นมูลค่า 45 บาทต่อกิโลกรัม (พฤศจิกายน พ.ศ. 2561)

ภาพที่ 3.1 เศษอลูมิเนียมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการช่างน้ำหนักเพื่อขายประจำเดือน

3.5.2 มูลค่าของเสียประเภทกระจก หาจากข้อมูลพื้นที่กระจกหน่วยเป็นตารางฟุต ตามแบบชิ้นงานและจำนวนที่ผลิต คำนวนมูลค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 70 บาท (พฤศจิกายน พ.ศ. 2561) ต่อตารางฟุต เปรียบเทียบกับมูลค่าจริงที่ฝ่ายวางแผนทำการสั่งซื้อ ซึ่งจะประกอบไปด้วย กระจกขนาดจริงที่สั่งมาสามารถนำมาใช้งานได้เลย กระจกที่สั่งเผื่อขนาดมาเพื่อทำการตัดตามขนาดตามชิ้นงานจริง และกระจกที่สั่งมาเพื่อเปลี่ยนกระจกของเดิมที่มีตำหนิหรือแตกเสียหาย จากภาพที่ 3.2 ที่แสดงพื้นที่เก็บเศษกระจกเพื่อเตรียมขายประจำเดือน



ภาพที่ 3.2 พื้นที่เก็บเศษกระจกเพื่อเตรียมขายประจำเดือน

3.5.3 มูลค่าของเสียประเภทอุปกรณ์ คิดจากยอดการขออนุมัติเบิกอุปกรณ์เพิ่มจากสูตรการผลิต เพื่อใช้เปลี่ยนหรือแก้ไขอุปกรณ์ที่มีปัญหา โดยข้อมูลในส่วนนี้ได้จากฝ่ายบัญชีต้นทุน จากภาพที่ 3.3 แสดงการรวบรวมอุปกรณ์ที่ชำรุดเพื่อทำการเบิกเปลี่ยนใหม่

ภาพที่ 3.3 รวบรวมอุปกรณ์ที่ชำรุดเพื่อทำการเบิกเปลี่ยนใหม่

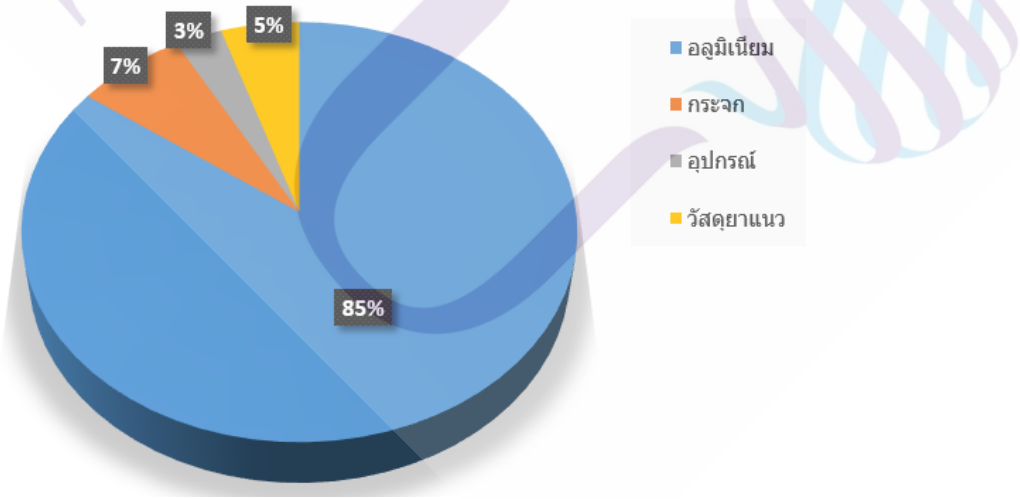
มูลค่าของเสียประเภทวัตถุดิบสิ้นเปลือง โดยคิดจากปริมาณวัสดุยาแนว ที่ใช้เป็นหลัก คือ PU Sealant (Sika flex Construction AP) ที่ขออนุมัติเบิกเพิ่มเกินกว่าสูตรการผลิตที่คำนวนไว้ โดยการคำนวนปริมาณยาแนว จะคิดปริมาณการใช้ที่ 1 หลอด (600 ml) สามารถใช้งานได้ที่ความยาวรอบตัวของขนาดช่องเปิด โดยมีช่องว่างอยู่ที่ไม่เกิน 1 เซนติเมตร แต่พบว่ามักจะมีการขออนุมัติเบิกเพิ่มเนื่องจากขนาดช่องเปิดหน้างานใหญ่กว่าที่ตกลง หรือยิง PU เส้นใหญ่ ทำให้ต้องปาดเนื้อ PU ทิ้งปริมาณมาก ดังในภาพที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการยิงวัสดุยาแนว

ภาพที่ 3.4 การยิงวัสดุยาแนวที่ใหญ่เกินไปทำให้เกิดความสูญเสีย

ตารางที่ 3.1 แสดงมูลค่าของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล 6 เดือน (ตุลาคม 60 - มีนาคม 61)

	2017			2018			Average
Types of waste	**October**	**November**	**December**	**January**	**February**	**March**	
Aluminum scrap	฿100,105	฿124,643	฿145,134	฿82,567	฿135,578	฿151,456	฿123,247
Glass scrap	฿20,021	฿24,929	฿29,027	฿16,513	฿27,116	฿30,291	฿24,649
Sealants	฿9,343	฿11,633	฿13,546	฿7,706	฿12,654	฿14,136	฿11,503
Defective equipment	฿4,004	฿4,986	฿5,805	฿3,303	฿5,423	฿6,058	฿4,930
Total	฿117,771	฿146,639	฿170,746	฿97,138	฿159,504	฿178,184	฿144,997

จากตารางที่ 3.1 แสดงมูลค่าของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล 6 เดือน (ตุลาคม 60 - มีนาคม 61) เมื่อนำมาวิเคราะห์จากภาพที่ 3.5 กราฟวงกลมแสดงให้เห็นว่าอลูมิเนียมถือเป็นวัตถุดิบที่มีอัตราส่วนมูลค่าของๆ เสียสูงสุดในหมวดของมูลค่าของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นเพื่อมุ่งเน้นลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นให้เห็นเด่นชัดที่สุด จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อลดของเสียประเภทอลูมิเนียมลง ซึ่งของเสียประเภทอลูมิเนียม ในกระบวนการผลิตคือเศษอลูมิเนียมที่ไม่ได้ถูกนำไปประกอบเป็นชิ้นงานต่อ ถูกทิ้งไว้ ซึ่งอาจจะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้แต่ไม่ถูกนำกลับมาใช้ เพื่อวิเคราะห์หาปัญหาที่



ภาพที่ 3.5 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนมูลค่าของเสียแต่ละประเภท

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป ด้วยเทคนิค FMEA ของบริษัทตัวอย่าง เฟรมเทค วินโดว์ แอนด์ ดอร์ จำกัด พบว่าปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียประเภทเศษอลูมิเนียมท่อนที่เหลือจากการตัดอลูมิเนียมเส้นเต็มในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จ ได้ผลดำเนินการตามขั้นตอนแสดงไว้ดังนี้

4.1 ผลการระดมสมองเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องและแจกแจงตามแผนกที่เกี่ยวข้อง

4.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

4.3 ผลการคำนวนค่าความเสี่ยงชี้นำและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูง

4.4 ผลการหาแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

4.5 ผลการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่จากแนวทางการปรับปรุง

4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณเศษที่เหลือก่อนและหลังการปรับปรุง

4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาสภาพปัญหาของเสียเศษตัดอลูมิเนียมในกระบวนการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนเพื่อเตรียมประกอบชิ้นงาน โดยที่ทีมงานที่เกี่ยวข้องมีความพยายามแก้ไข ปรับปรุง ระบบและวิธีการทำงานในหลายๆ รูปแบบ แต่เนื่องจากการแก้ปัญหาที่ไม่ตรงจุด ทำให้การแก้ไขปัญหาไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ปริมาณของเสียยังคงมีอยู่หรือลดลงในปริมาณน้อย ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น หากสามารถวิเคราะห์ และหาแนวทางการแก้ไข ปรับปรุง หรือกำจัดปัญหาจากสาเหตุที่แท้จริงได้ โดยการใช้เครื่องมือและวิธีการทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์

ในเบื้องต้นทีมงานได้มีการประชุมทีมงาน เพื่อให้ได้ซึ่งสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด ในขั้นตอนการระดมสมองนั้นจะให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการผลิตเสนอความคิดเห็น ในการศึกษาแนวความคิดนั้นจะไม่มีการจำกัดปริมาณและคุณภาพของความคิดเห็น เพื่อป้องกันการตกหล่นของสาเหตุที่อาจจะมีผลกระทบต่อปัญหาที่กำลังพยายามแก้ไข แล้วดำเนินการจัดแยกตามแผนกที่มีหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละหัวข้อข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นเพื่อวางแผนการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดปัญหา ได้ผลการจัดตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการรวบรวมข้อบกพร่องที่ส่งผลให้เกิดปัญหาและแจกแจงตามแผนกที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสีย	แผนกที่รับผิดชอบ							
		ขาย	จัดซื้อ	คลังสินค้า	แบบ	วางแผน	คำนวน	ผลิต	เครื่องจักร
1	ข้อตกลงเรื่องระยะรูเจาะอลูมิเนียมเพื่อพ่นสี		X						
2	ระยะเผื่อตัด						X		
3	คำนวนปริมาณอลูมิเนียมเส้นขนาด Cut Size ไม่ถูกต้อง						X		
4	อลูมิเนียม Cut Size ไม่เข้าตามกำหนด					X			
5	ระบายวัตถุดิบที่เหลือใช้					X			
6	คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด						X		
7	ลำดับการตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม							X	
8	ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือ							X	
9	ใช้อลูมิเนียมความยาว Cut Size ที่ไม่ถูกต้องมาผลิตงาน							X	
10	ความกว้างของใบตัดอลูมิเนียม						X		

จากตารางที่ 4.1 ผลการรวบรวมข้อบกพร่องที่ส่งผลให้เกิดปัญหาและแจกแจงตามแผนกที่เกี่ยวข้องจากการรวบรวมโดยทีมงานที่มีประสบการณ์ได้ระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อวิเคราะห์และแยกแยะเป็นหัวข้อ ซึ่งประกอบไปด้วย 10 ข้อบกพร่องเพื่อหาค่าความเสี่ยงโดยการประเมินความรุนแรงของปัญหา โอกาสที่จะเกิด และความสามารถในการตรวจจับ เพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงของปัญหาที่จะเกิดลง

4.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

จากหัวข้อการศึกษาสาเหตุที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นซึ่งส่งผลให้เกิดของเสียประเภทเศษตัดอลูมิเนียม เมื่อนำไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode) จากตัวแปรที่ป้อนเข้า (Key Process in put) และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode) ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

ลำดับ	ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process in put)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)
1	ข้อตกลงเรื่องระยะรูเจาะอลูมิเนียมเพื่อพ่นสี	ปลายอลูมิเนียมเส้นที่มีรูเจาะไม่สามารถนำไปใช้งานได้	ความยาวอลูมิเนียมเส้นที่สามารถใช้ได้จริงมีค่าลดน้อยลงจากที่ควรจะเป็น
2	ระยะเผื่อตัด	ความยาวอลูมิเนียมเส้นเพิ่มขึ้นจากความยาวที่ใช้จริงเพื่อป้องกันการเปลี่ยนขนาดหากชิ้นงานที่ต้องผลิตจริงมีความยาวมากกว่าความยาวอลูมิเนียมที่คำนวนไว้ตามแบบที่ใช้ในการคำนวน	ปริมาณเศษตัดที่เกิดขึ้นมีความยาวเพิ่มมากขึ้น โดยมาตรฐานจะเผื่อไว้ปรมาณ 10 เซนติเมตร
3	คำนวนปริมาณอลูมิเนียมเส้นไม่ถูกต้อง	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำเป็นต้องนำอลูมิเนียมเส้นความยาวอื่นมาตัดทำให้เหลือเศษเกิดขึ้นมากกว่าปกติ
4	อลูมิเนียม Cut Size ไม่เข้าตามกำหนด	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำเป็นต้องนำอลูมิเนียมเส้นความยาวอื่นมาตัดทำให้เหลือเศษเกิดขึ้นมากกว่าปกติ
5	ระบายวัตถุดิบที่เหลือใช้	ใช้อลูมิเนียมเส้นที่ความยาวไม่เหมาะสมมาตัดท่อน	เศษตัดท่อนอลูมิเนียมที่ถูกตัดทิ้งมีความยาวมากเกินกว่ามาตรฐาน
6	คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำนวนอลูมิเนียมท่อนที่ตัดได้ต่อเส้นมีปริมาณลดลง เศษตัดเหลือปริมาณมาก และปริมาณวัตถุดิบเพียงพอ
7	ลำดับการตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม	การตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนไม่เหมาะสม ปริมาณท่อนอลูมิเนียมที่ควรจะได้มีค่าลดน้อยลง	เศษตัดมีปริมาณมาก และปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้มีค่ามากกว่าการคำนวน ต้องเบิกวัตถุดิบเพื่อตัดเพิ่ม

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	ตัวแปรป้อนเข้า (Key Process in put)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential Failure Mode)	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Potential Effect of Mode)
8	ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือ	เศษที่เหลือจากการตัดก่อนหน้าไม่ถูกนำไปใช้และสะสมเป็นปริมาณมาก	ปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อไม่เพียงพอ อลูมิเนียมท่อนที่เหลือจากการตัดที่ยังสามารถใช้ได้ถูกทิ้งเป็นของเสีย
9	ใช้อลูมิเนียมความยาว Cut Size ที่ไม่ถูกต้องมาผลิตงาน	นำอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวไม่เหมาะสมมาตัด ทำให้ปริมาณอลูมิเนียมท่อนที่สมควรได้มีค่าลดน้อยลง	เศษตัดมีปริมาณมากและอลูมิเนียม Cut Size ที่เหลืออาจไม่สามารถนำไปใช้ตัดงานที่ยังไม่ได้ผลิต ส่งผลให้ต้องมีการสั่งวัตถุเพิ่ม
10	ความกว้างของใบตัดอลูมิเนียม	ความยาวอลูมิเนียมเส้นที่ควรสามารถใช้ได้จริงมีค่าลดลงและปริมาณท่อนอลูมิเนียมที่ควรตัดได้ต่อเส้นน้อยกว่าที่คำนวน	เกิดเศษตัดท่อนอลูมิเนียม และต้องมีการสั่งวัตถุดิบเพิ่ม

4.3 ผลการคำนวนค่าความเสี่ยงชี้นำและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูง

ผลการคำนวนหาค่าความเสี่ยงชี้นำโดยทีมงานและผู้เชี่ยวชาญระบุตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง RPN คือ ผลลัพท์ของความรุนแรงที่มีผลต่อการใช้งาน โอกาสในการเกิดบ่อยๆ และการตรวจจับได้ง่ายหรือไม่ เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา และนำไปใส่ในช่อง S, O และ D แล้วทำการคำนวนค่า RPN ในสมการที่ RPN = S x O x D

เมื่อ

S หมายถึง ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว (Severity)

O หมายถึง โอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด (Occurrence)

D หมายถึง ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว (Detection)

เพื่อให้การประเมินคะแนนในแต่ล่ะหัวข้อมีมาตรฐาน จึงทำการกำหนดคะแนนที่แสดงถึงความรุนแรง โอกาสเกิด และความสามารถในการตรวจสอบ ในแต่ละหัวข้อ มีคะแนนอยู่ในช่วง 0 ถึง 10 โดยแต่ล่ะช่วงคะแนนมีการกำหนดผลกระทบที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว (Severity)

เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ที่มีผลต่อจำนวนตัดท่อนที่ควรได้	**เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ที่มีผลต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ต้องซื้อเพิ่ม**	**คะแนน**
อลูมิเนียมเส้นเต็มที่ควรตัดได้ 2 ท่อน สามารถตัดได้เพียงท่อนเดียว	มากกว่า 50%	10
อลูมิเนียมเส้นเต็มที่ควรตัดได้ 4 ท่อน สามารถตัดได้เพียง 3 ท่อน	ตั้งแต่ 25% แต่ไม่เกิน 33%	8
อลูมิเนียมเส้นเหลือไม่เกิน 20% เศษตัดเหลือไม่เกิน 100 ซม. ต่อเส้น	ตั้งแต่ 15% แต่ไม่เกิน 20%	6
อลูมิเนียมเส้นเหลือไม่เกิน 12.5% เศษตัดเหลือไม่เกิน 30 ซม. ต่อเส้น	ตั้งแต่ 10% แต่ไม่เกิน 12.5%	4
อลูมิเนียมเส้นเหลือไม่เกิน 7.5% เศษตัดเหลือไม่เกิน 15 ซม. ต่อเส้น	ตั้งแต่ 5% แต่ไม่เกิน 7.5%	2

ตารางที่ 4.4 เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด (Occurrence)

โอกาสในการเกิดขึ้นแต่ละสาเหตุ	**อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้**	**เปอร์เซ็นต์การเกิดขึ้น**	**คะแนน**
สูงมาก เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	ในการทำงาน 1 - 2 ครั้ง จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น 1 ครั้ง	มากกว่า 50%	10
สูง เกิดข้อบกพร่องบ่อย	ในการทำงาน 5 - 10 ครั้ง จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น 1 ครั้ง	20% - 33%	8
ปานกลาง เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	ในการทำงาน 20 - 30 ครั้ง จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น 1 ครั้ง	5% - 10%	6
ต่ำ เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	ในการทำงาน 50 - 80 ครั้ง จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น 1 ครั้ง	1% - 2%	4
ห่างไกล เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย	ในการทำงาน 100 - 500 ครั้ง จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น 1 ครั้ง	0.04% - 0.06%	2

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกัน (Detection)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ			×	ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้	10
ห่างไกล	มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรสจสอบด้วยตาเปล่าเท่านั้น	8
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้		×	×	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ SPC	6
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจสอบจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปหรือมีการใช้เครื่องมือวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนการปรับแต่ง (Set up)	4
สูงมาก	มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	×	×		มีการตรวจสอบจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือด้วยเครื่องมืออัตโนมัติชิ้นงานบกพร่องไม่สามารถผ่านได้	2

ประเภทการตรวจจับ

A : การป้องกันข้อผิดพลาด

B : การใช้อุปกรณ์วัด (Gauging)

C : ตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล (Manual Inspection)

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินให้คะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับของปัญหาเศษตัดอลูมิเนียมในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	ตัวแปรป้อนเข้า Key Process in put	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Failure Mode	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น Potential Effect of Mode	ความรุนแรง (Severing : S)	สาเหตุที่เป็นไปได้ Potential Cause Mechanism of Failure	โอกาสการเกิด (Occurrence : O)	การควบคุมในปัจจุบัน Current Process Control	การตรวจจับ (Detection : D)	RPN = S x O x D
1	ข้อตกลงเรื่องระยะรูเจาะอลูมิเนียมเพื่อพ่นสี	ปลายอลูมิเนียมเส้นที่มีรูเจาะไม่สามารถนำไปใช้งานได้	ความยาวอลูมิเนียมเส้นที่สามารถใช้ได้จริงมีค่าลดน้อยลงจากที่ควรจะเป็น	2	ไม่มีการกำหนดข้อตกลงกับทางโรงพ่นสี	2	กำหนดระยะรูเจาะพ่นสี ไม่เกิน 5 เซนติเมตรจากปลาย	2	8
2	ระยะเผื่อตัด	ความยาวอลูมิเนียมเส้นเพิ่มขึ้นจากความยาวที่ใช้จริงเพื่อป้องกันการเปลี่ยนขนาดหากชิ้นงานที่ต้องผลิตจริงมีความยาวมากกว่าความยาวอลูมิเนียมที่คำนวนไว้ตามแบบที่ใช้ในการคำนวน	ปริมาณเศษตัดที่เกิดขึ้นมีความยาวเพิ่มากขึ้น โดยมาตรฐานจะเผื่อไว้ปรมาณ 10 เซนติเมตร	6	ขนาดช่องเปิดหน้างานมีการเปลี่ยนแปลงจากแบบ และไม่สามารถแก้ไขได้	4	ตรวจสอบขนาดช่องเปิดหน้างานกับแบบสำหรับคำนวนสั่งซื้อก่อนทำการสั่งซื้อ	4	96
3	คำนวนปริมาณอลูมิเนียมเส้นไม่ถูกต้อง	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำเป็นต้องนำอลูมิเนียมเส้นความยาวอื่นมาตัดทำให้เหลือเศษเกิดขึ้นมากกว่าปกติ	6	จำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตตาม BOQ มากกว่าชิ้นงานที่ต้องมีการผลิตจริง	2	ตรวจสอบจำนวนชิ้นงานกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตของงานชิ้นตัวอย่าง	4	48
4	อลูมิเนียม Cut Size ไม่เข้าตามกำหนด	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำเป็นต้องนำอลูมิเนียมเส้นความยาวอื่นมาตัดทำให้เหลือเศษเกิดขึ้นมากกว่าปกติ	6	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดลำดับความต้องการใช้งานวัตถุดิบอย่างชัดเจน	4	แยกเปิดใบสั่งซื้อเรียงลำดับตามความต้องการใช้งานก่อนหลัง	2	48

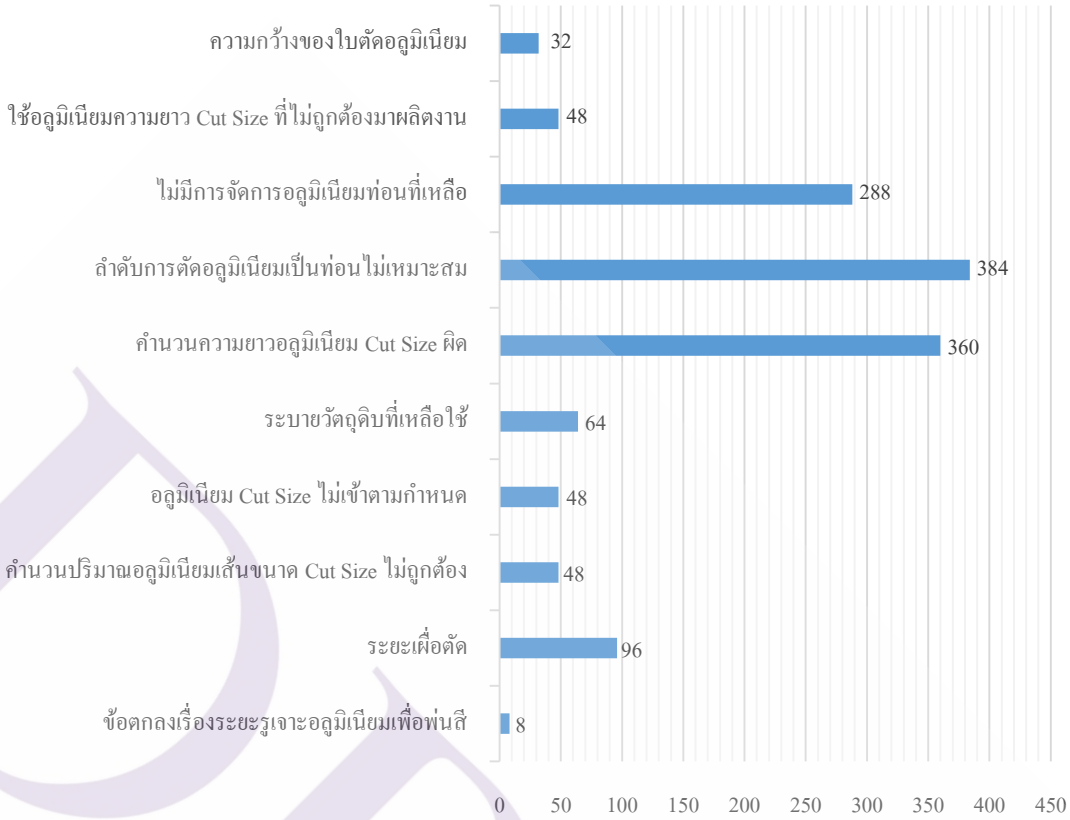
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวแปรป้อนเข้า Key Process in put	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Failure Mode	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น Potential Effect of Mode	ความรุนแรง (Severing : S)	สาเหตุที่เป็นไปได้ Potential Cause Mechanism of Failure	โอกาสการเกิด (Occurrence : O)	การควบคุมในปัจจุบัน Current Process Control	การตรวจจับ (Detection : D)	RPN = S x O x D
5	ระบายวัตถุดิบที่เหลือใช้	ใช้อลูมิเนียมเส้นที่ความยาวไม่เหมาะสมมาตัดท่อน	เศษตัดท่อนอลูมิเนียมที่ถูกตัดทิ้งมีความยาวมากเกินกว่ามาตรฐาน	4	ระบายวัตถุดิบที่เหลือจากโครงการอื่น	4	ตัดอลูมิเนียมตามขนาดที่ใช้จริงไปส่งพ่นสีเพื่อนำไปใช้งานกับโครงการอื่น	4	64
6	คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด	ไม่มีอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวเหมาะสมสำหรับตัดเพื่อไม่ให้เหลือเศษ	จำนวนอลูมิเนียมท่อนที่ตัดได้ต่อเส้นมีปริมาณลดลง เศษตัดเหลือปริมาณมาก และปริมาณวัตถุดิบเพียงพอ	10	การใส่ข้อมูลความยาวในสูตรการผลิตที่ผิด	6	ให้หัวหน้าแผนกคำนวนเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง	6	360
7	ลำดับการตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม	การตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนไม่เหมาะสม ปริมาณท่อนอลูมิเนียมที่ควรจะได้มีค่าลดน้อยลง	เศษตัดมีปริมาณมาก และปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้มีค่ามากกว่าการคำนวน ต้องเบิกวัตถุดิบเพื่อตัดเพิ่ม	8	ขนาดอลูมิเนียมท่อนเที่ต้องตัดมีขนาดใกล้เคียงและคละขนาดกันยากต่อการลำดับการตัดเอง	8	กำหนดให้มีการตัดอลูมิเนียมท่อนที่มีความยาวมากที่สุดก่อนเพื่อให้เศษที่เหลือนำไปใช้ตัดอลูมิเนียมท่อนที่สั้นกว่า	6	384
8	ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือ	เศษที่เหลือจากการตัดก่อนหน้าไม่ถูกนำไปใช้และสะสมเป็นปริมาณมาก	ปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อไม่เพียงพอ อลูมิเนียมท่อนที่เหลือจากการตัดที่ยังสามารถใช้ได้ถูกทิ้งเป็นของเสีย	8	ไม่มีการเก็บข้อมูลเศษอลูมิเนียมที่เหลือจากการตัดชิ้นงานในแต่ละครั้ง	6	ไม่มีการเก็บข้อมูลเศษอลูมิเนียมที่เหลือจากการตัดชิ้นงานในแต่ละครั้ง	6	288

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวแปรป้อนเข้า Key Process in put	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Failure Mode	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น Potential Effect of Mode	ความรุนแรง (Severing : S)	สาเหตุที่เป็นไปได้ Potential Cause Mechanism of Failure	โอกาสการเกิด (Occurrence : O)	การควบคุมในปัจจุบัน Current Process Control	การตรวจจับ (Detection : D)	RPN = S x O x D
9	ใช้อลูมิเนียมความยาว Cut Size ที่ไม่ถูกต้องมาผลิตงาน	นำอลูมิเนียมเส้นที่ความยาวไม่เหมาะสมมาตัดทำให้ปริมาณอลูมิเนียมท่อนที่สมควรได้มีค่าลดน้อยลง	เศษตัดมีปริมาณมากและอลูมิเนียม Cut Size ที่เหลืออาจไม่สามารถนำไปใช้ตัดงานที่ยังไม่ได้ผลิตส่งผลให้ต้องมีการสั่งวัตถุเพิ่ม	6	ไม่คำนึงถึงความยาวที่เหมาะสมในการเลือกนำมาตัด	4	ตรวจสอบเศษที่เหลือจากการตัดและมีเอกสารแนบเบื้องต้นเพื่อเลือกใช้อลูมิเนียมความยาว Cut Size นำมาตัด	2	48
10	ความกว้างของใบตัดอลูมิเนียม	ความยาวอลูมิเนียมเส้นที่ควรสามารถใช้ได้จริงมีค่าลดลงและปริมาณท่อนอลูมิเนียมที่ควรตัดได้ต่อเส้นน้อยกว่าที่คำนวน	เกิดเศษตัดท่อนอลูมิเนียม และต้องมีการสั่งวัตถุดิบเพิ่ม	4	จำนวนครั้งในการตัดส่งผลให้ความยาวอลูมิเนียมที่ใช้ได้มีค่าลดน้อยลงประมาณ 5 มิลลิเมตรต่อครั้ง	4	อลูมิเนียมเส้นที่มีการตัดแบ่งเป็นท่อนเป็นจำนวนมากกว่า 10 ท่อน จำเป็นต้องเพิ่มความยาวอลูมิเนียมเผื่อประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร	2	32

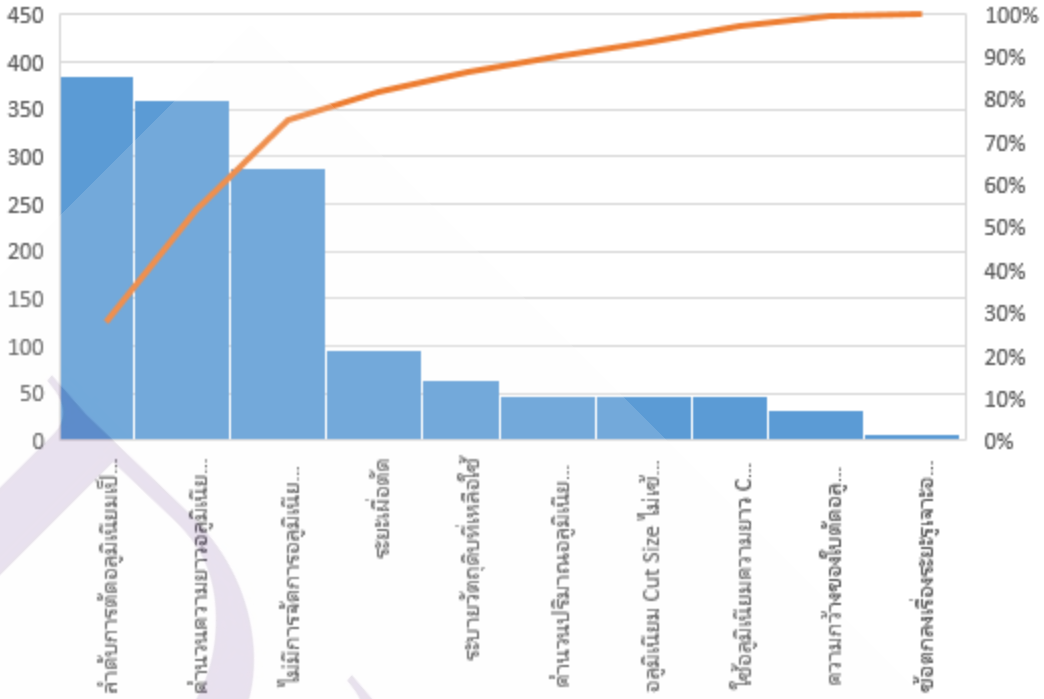
จากตารางที่ 4.6 ผลการคำนวนการประเมินความรุนแรง คะแนนโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและคะแนนตรวจจับ เพื่อหาค่า RPN ของแต่ละหัวข้อของข้อบกพร่องพบว่า ค่า RPN ที่คำนวนได้มีค่าสูงสุดที่ 384 คะแนน ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเสี่ยงชี้นำของข้อบกพร่องปัญหา (RPN) ของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิต

จากผลการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง ผลการนำคะแนน RPN มาจัดลำดับตามคะแนนจากมากไปน้อย เพื่อพิจารณาหัวข้อของสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่ควรนำมาดำเนินการแก้ไขก่อนตามเทคนิค FMEA โดยพิจารณาจากข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูงสุด ด้วยการจัดเรียงข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามหลักการพาเรโต้ (Pareto) ในภาพที่ 4.2

พบว่าสาเหตุข้อบกพร่องที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อน มีจำนวน 3 เรื่อง จากจำนวนข้อบกพร่องทั้งหมด 10 หัวข้อ โดยหัวข้อที่ต้องดำเนินการปรับปรุงก่อน คือ ลำดับการตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด และ ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือ



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเสี่ยงชี้นำของข้อบกพร่องปัญหา (RPN) ของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย

4.4 ผลการหาแนวทางการลดความเสี่ยงการเกิดข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

เพื่อหาแนวทางการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเพื่อแก้ไขปัญหาของเสียเศษตัดอลูมิเนียมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง ด้วยการระดมสมอง หาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงแนวทางการทำงานใหม่ จากผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงาน เช่น ผู้จัดการโรงงาน รองผู้จัดการโรงงาน หัวหน้าฝ่ายต่างๆ รวมถึงหัวหน้างานที่คุ้นเคยกับการทำงาน โดยได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ จากข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น และวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุง พบว่าได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการเสนอแนะเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียม ประเภท Window Wall

ลำดับที่	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Potential Failure Mode	สาเหตุที่เป็นไปได้ Potential Cause Mechanism of Failure	แนวทางการปรับปรุงแก้ไข Recommend Action
1	ลำดับการตัดอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม	อลูมิเนียมท่อนมีหลายขนาด และจำนวนแต่ละขนาดแตกต่างกันตามจำนวนชิ้นงานที่จะผลิต เมื่อนำมาตัดแล้วอาจไม่ลงตัว เหลือเศษที่มากเกินที่ควรจะเป็น	1 กำหนดความยาวเศษตัดอลูมิเนียมที่ห้ามทำการตัดหากพบว่ามีความยาวเกิน 30 เซนติเมตร ต้องแจ้งหัวหน้างานเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องก่อน ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในทำรายการตัดอลูมิเนียม 2
2	คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด	การเลือกความยาวอลูมิเนียม Cut Size จะอ้างอิงจากความยาวท่อนของอลูมิเนียมประมาณจากแบบชิ้นงานของโครงการที่ตกลงกันก่อนโครงการจะขึ้นจริงเพื่อสั่งวัตถุล่วงหน้าซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการคำนวนทำโดยเจ้าหน้าที่ซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น	1 ลดปริมาณการสั่งซื้อเพื่อติดตามความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่ไม่ถูกต้อง ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวนและตรวจสอบความถูกต้อง 2
3	ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือ	เศษที่เหลือจากการตัดถูกทิ้งเนื่องจากมีการเบิกวัตถุดิบใหม่ ให้ตลอดเมื่อมีการผลิตชิ้นงาน lot ใหม่ ไม่มีการตรวจสอบบันทึกและเก็บข้อมูลเพื่อมาหักลบกับยอดวัตถุดิบที่จะเบิกให้ใหม่	ทำรายการแสดงความยาวอลูมิเนียมท่อนที่สามารถนำไปใช้ต่อได้ สำหรับชิ้นงานในแต่ละรหัส รวมทั้งมอบหมายให้หัวหน้างานบันทึกข้อมูลเศษที่เหลือจากการตัดส่งให้กับฝ่ายวางแผนเผื่อนำมาหักยอดกับปริมาณวัตถุดิบที่จะเบิกใหม่เพื่อผลิตชิ้นงานใน lot ต่อไป

แนวทางการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการการทำงาน

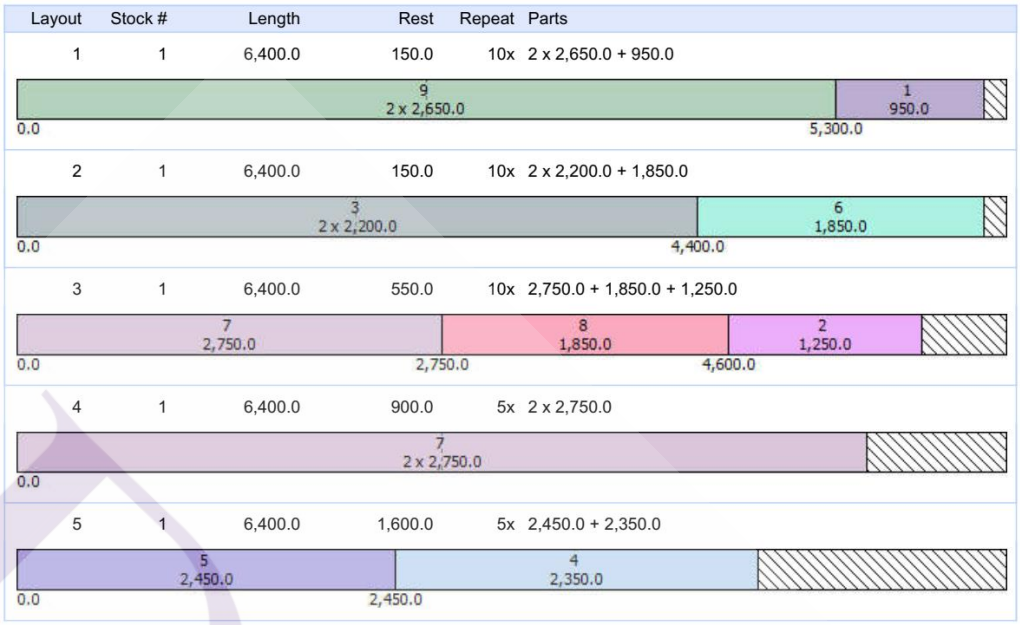
4.4.1 ลำดับการตัดท่อนไม่เหมาะสม

ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลำดับการตัดท่อนไม่เหมาะสมซึ่งส่งผลให้เกิดของเสียเป็นเศษตัดปริมาณมาก จากการเก็บข้อมูลพบว่า ช่างที่มีหน้าที่ตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนตามขนาดที่แบบระบุไว้ ใช้วิธีการตัดทีละความยาว จากความยาวมากไปความยาวน้อยเพื่อนำเศษที่เหลือไปใช้ตัดท่อนอลูมิเนียมขนาดอื่นที่น้อยกว่าได้ แต่พบว่าวิธีนี้ไม่ถูกต้องหากมีขนาดอลูมิเนียมที่ต้องตัดใกล้เคียงกัน การแก้ไขปัญหาโดยการทำเอกสารชี้แจงการใช้อลูมิเนียม Cut Size แต่ละขนาดมาตัดเป็นท่อน และอลูมิเนียมเส้นที่มีรูปแบบการตัดที่คละความยาว ฝ่ายคำนวนต้องทำเอกสารวิธีการตัดให้

จากตารางที่ 4.8 เมื่อต้องการตัดอลูมิเนียมที่มีหลายความยาวคละกันด้วยจำนวนแตกต่างกัน เมื่อทดลองให้ผู้ปฏิบัติงานตัด โดยไม่มีเอกสารแสดงวิธีการตัด พบว่าต้องใช้อลูมิเนียมเส้นความยาว 6400 มิลลิเมตร จำนวน 40 เส้นและมีวิธีการตัดดังแสดงในรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างความยาวท่อนอลูมิเนียมและจำนวนท่อน

ขนาดที่	ขนาดท่อนอลูมิเนียม (มิลลิเมตร)	จำนวนท่อน
1	950	10
2	1250	10
3	2200	20
4	2350	5
5	2450	5
6	1850	10
7	2750	20
8	1850	10
9	2650	20



ภาพที่ 4.3 วิธีการลำดับการตัดท่อนอลูมิเนียมโดยไม่ใช้โปรแกรมช่วยคำนวน

จากภาพที่ 4.3 พบว่าจากตัวอย่างความยาวอลูมิเนียมท่อนและจำนวนต้องการตัด เมื่อนำมาตัดด้วยวิธีการของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าใช้อลูมิเนียมเส้นทั้งหมด 40 เส้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รูปแบบการตัดลำดับที่ 1

อลูมิเนียมจำนวน 10 เส้น ตัดความยาว 2620 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อนต่อเส้นและ 950 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อนต่อเส้น โดยมีเศษเกิดขึ้นยาว 150 มิลลิเมตร

- รูปแบบการตัดลำดับที่ 2

อลูมิเนียมจำนวน 10 เส้น ตัดความยาว 2200 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อนต่อเส้นและ 1850 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อนต่อเส้น โดยมีเศษเกิดขึ้นยาว 150 มิลลิเมตร

- รูปแบบการตัดลำดับที่ 3

อลูมิเนียมจำนวน 10 เส้น ตัดความยาว 2750, 1850 และ 1250 มิลลิเมตร 1 ท่อนต่อเส้น โดยมีเศษเกิดขึ้นยาว 550 มิลลิเมตร

- รูปแบบการตัดลำดับที่ 4

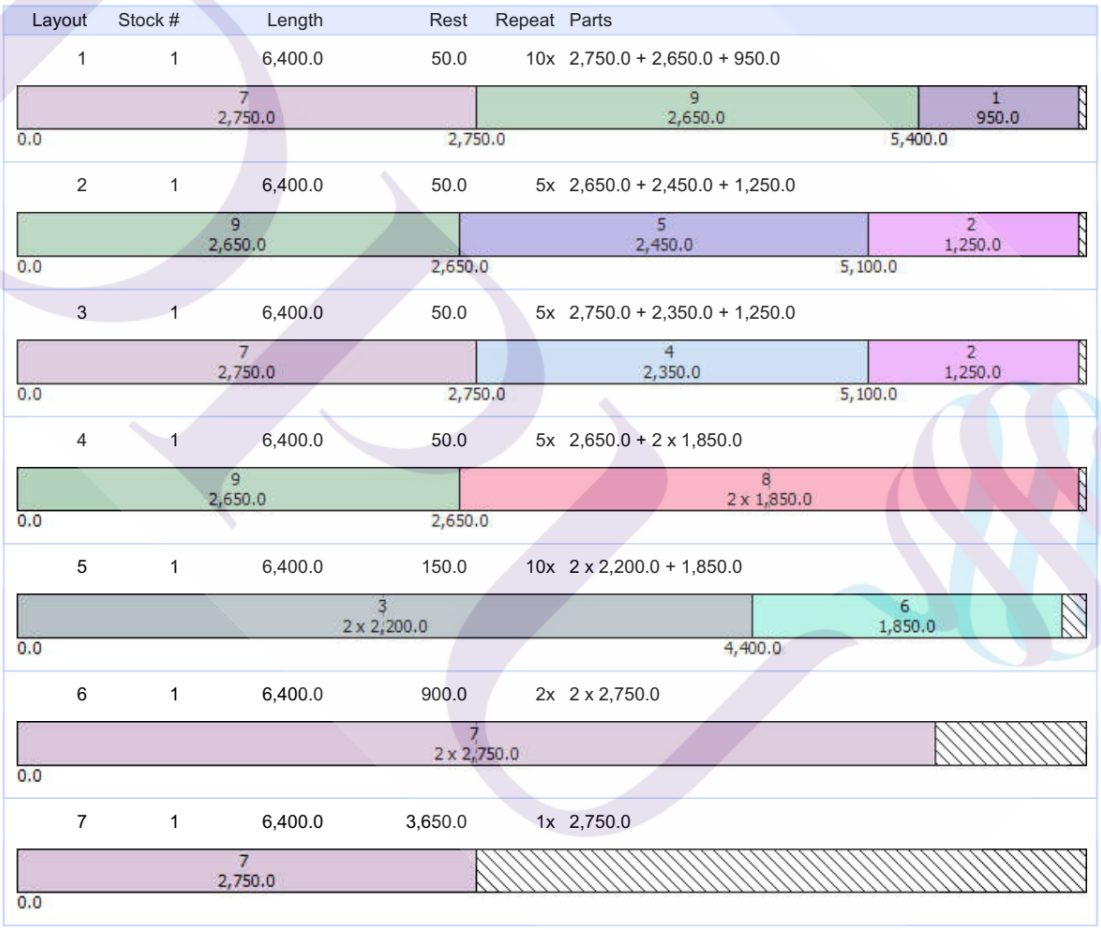
อลูมิเนียมจำนวน 5 เส้น ตัดความยาว 2750 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อนต่อเส้นโดยมีเศษเกิดขึ้นยาว 900 มิลลิเมตร

- รูปแบบการตัดลำดับที่ 5

อลูมิเนียมจำนวน 5 เส้น ตัดความยาว 2450 และ 2350 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อนต่อเส้น โดยมีเศษเกิดขึ้นยาว 1600 มิลลิเมตร

เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่าอลูมิเนียมถูกนำไปใช้ประโยชน์ 91.80% โดยมีเศษที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ขนาดไม่เกิน 300 มิลลิเมตรซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้จำนวน 20 ท่อน เศษที่ยาวกว่าที่จะยอมรับได้ เนื่องจากความยาวน้อยกว่าความยาวอลูมิเนียมท่อนที่น้อยที่สุดที่อยู่ในรายการตัดจำนวน 15 ท่อน และเหลือเศษที่ยังสามารถนำมาตัดงาน Lot ต่อไปได้จำนวน 5 ท่อน

เมื่อทดลองใช้โปรแกรม Length cutting optimization คำนวนหาลำดับการตัดที่ดีกว่า มีเปอร์เซ็นต์การนำอลูมิเนียมไปใช้ได้มากกว่า เหลือเศษน้อยกว่า โดยได้ผลการคำนวนดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 วิธีการลำดับการตัดท่อนอลูมิเนียมโดยการใช้โปรแกรม Length cutting optimization

จากภาพที่ 4.4 พบว่าเมื่อนำโปรแกรม Length cutting optimization มาคำนวนหาปริมาณอลูมิเนียมที่ต้องใช้และวิธีการตัดที่เหมาะสม พบว่าโปรแกรมสามารถคำนวนจำนวน

อลูมิเนียมเส้นที่ต้องใช้เพียง 38 เส้น และถูกนำไปใช้ประโยชน์ถึง 96.63% โดยมีเศษที่เกิดขึ้นมีเพียง 2 ท่อนที่เกินกว่าความยาวที่ยอมรับได้ และมี 1 ท่อนที่มีขนาดยาวพอที่จะเก็บไว้ใช้ตัดงาน Lot ต่อไปได้

จากการนำโปรแกรม Length cutting optimization มาใช้ในการทำงานซึ่งมีในส่วนของค่าใช้จ่ายและเรื่องของเวลาในการทำงานที่เกี่ยวข้องเมื่อพิจารณาจากเดิมที่ช่างที่มีหน้าที่ตัดอลูมิเนียมท่อนเป็นผู้วางแผน ทำรายการวิธีการตัดอลูมิเนียมเอง เปลี่ยนเป็นฝ่ายวางแผนเป็นผู้ทำรายการวิธีการตัดให้ จากภาพที่ 4.5 พบว่าเศษตัดท่อนอลูมิเนียมที่เหลือทิ้งมีขนาดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 20 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.5 ผลจากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานด้วยการตัดอลูมิเนียมตามรายการตัด ส่งผลให้เศษอลูมิเนียมที่เกิดขึ้นน้อยลง

4.4.2 คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด

จากเดิมที่จะมีการตกลงกับโรงงานรีดอลูมิเนียมด้วยการให้ยอดทั้งหมดของวัตถุดิบที่ต้องใช้ของโครงการแต่พบว่าหากมีปัญหาที่ส่งผลให้ต้องมีการขอแก้ไขความยาวอลูมิเนียม Cut Size จะไม่สามารถดำเนินการขอแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาลงหากมีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวอลูมิเนียม Cut Size โดยการลดปริมาณการสั่งซื้อเพื่อติดตามความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่ไม่ถูกต้อง

ภาพที่ 4.6 การทยอยสั่งซื้ออลูมิเนียมเพื่อป้องกันความผิดพลาดหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ

จากปัญหาการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิดซึ่งจากเดิมที่แผนกคำนวนจะมีหน้าที่ในการคำนวนความยาวอลูมิเนียมท่อนโดยประมาณของชิ้นงานแต่ละชุดจากโปรแกรม Auto CAD และบันทึกข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาความยาวอลูมิเนียม Cut Size และระบุจำนวนครั้งการตัดท่อนเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้นำไปใช้ ซึ่งการตรวจสอบเดิมจะใช้วิธีการสุ่มตรวจความผิดพลาดซึ่งพบว่าความสามารถในการตรวจสอบเจอข้อผิดพลาดเป็นไปได้น้อย รวมทั้งใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบที่ค่อนข้างนาน เพื่อแก้ปัญหานี้จึงได้มีการพยายามหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับความสามารถในการคำนวนความยาว Cut Size ที่เหมาะสมได้เป็นอันดับต้นๆ

จากการค้นหาพบว่ามีโปรแกรมคำนวนอลูมิเนียมที่ได้รับความนิยมและเป็นโปรแกรมที่ทางเจ้าของเครื่องจักรที่ทางบริษัทใช้งานอยู่ คือ โปรแกรม FP PRO ของ Emmegisoft โดยทางบริษัทมีนโยบายให้สามารถนำโปรแกรมมาทดลองใช้ได้ เป็นระยะเวลา 30 วันก่อนการตัดสินใจ

เพื่อประเมินความคุ้มค่ากับการสั่งซื้อเพื่อนำมาใช้งานจึงมีการเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบใน 2 ส่วนคือ ในแง่ของเวลาในการทำงาน และความสามารถในการลดข้อผิดพลาด จากการวิเคราะห์วิธีเดิมในเรื่องของเวลาในการทำงาน ระยะเวลาในการคำนวนความยาว Cut Size ที่ประมาณ 10 - 15 นาที ต่อหน้าตัดอลูมิเนียม ขึ้นอยู่กับจำนวนขนาดของอลูมิเนียมที่มีความแตกต่างกัน สำหรับการใช้โปรแกรม จะมีในส่วนของระยะเวลาในการขึ้นรูปชิ้นงานก่อนการทำรายการคำนวน ซึ่งต้องมีการใส่ข้อมูลต่างๆ ลงในโปรแกรมโดยเฉลี่ยประมาณ 15 - 30 นาทีต่อ 1

รหัสชิ้นงานเพื่อเปรียบเทียบความสามารถจะทำการทดลองที่จำนวนรหัสชิ้นงานแตกต่างกัน ได้ผลตามตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบระยะเวลาทำงานที่ใช้และจำนวนครั้งที่เจอข้อผิดพลาดระหว่างการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ด้วยวิธีเดิมกับการใช้โปรแกรม FP PRO ช่วยในการคำนวน

จำนวนรหัสชิ้นงาน	วิธีเดิม		ใช้โปรแกรม	
	ระยะเวลาทำงาน (นาที)	จำนวนครั้งที่เจอข้อผิดพลาด	ระยะเวลาทำงาน (นาที)	จำนวนครั้งที่เจอข้อผิดพลาด
10	150	0	300	0
20	300	1	600	0
30	450	3	900	0

จากตารางที่ 4.9 ระยะเวลาในการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ด้วยการใช้โปรแกรม FP PRO นั้นใช้เวลาเป็น 2 เท่าของการคิดแบบวิธีเดิม ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความชำนาญในการใช้โปรแกรม แต่เมื่อพิจารณาจำนวนครั้งที่เจอข้อผิดพลาดพบว่าวิธีเดิมมีข้อผิดพลาดที่พบโดยยิ่งมีรหัสชิ้นงานที่มากมีความซับซ้อน การใช้วิธีคำนวนเดิมจะมีข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดหากประมาณความเสียหายต่อครั้งจะอยู่ที่ประมาณ 10,000 บาท หรือเทียบกับการสูญเสียอลูมิเนียมความยาวมาตรฐานครั้งล่ะประมาณ 10 เส้น

OPTIMAL BAR LENGTH SEARCHING REPORT

SOLUTIONS

BT114 (BEATNIQ)

Bar length:	3000.0		Usage = 88.3% ReCoverable waste = 0.0% Scrap = 11.7%
Number of bars:	75		
Total length:	225000.0		
Bar length:	3100.0		Usage = 85.4% ReCoverable waste = 0.0% Scrap = 14.6%
Number of bars:	75		
Total length:	232500.0		
Bar length:	3200.0		Usage = 82.8% ReCoverable waste = 13.4% Scrap = 3.9%
Number of bars:	75		
Total length:	240000.0		
Bar length:	3300.0		Usage = 80.3% ReCoverable waste = 15.4% Scrap = 4.3%
Number of bars:	75		
Total length:	247500.0		
Bar length:	**3400.0**		Usage = 97.4% ReCoverable waste = 0.0% Scrap = 2.6%
Number of bars:	**60**		
Total length:	**204000.0**		
Bar length:	3500.0		Usage = 94.6% ReCoverable waste = 0.0% Scrap = 5.4%
Number of bars:	60		
Total length:	210000.0		

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างรายงานการหาความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม FP PRO

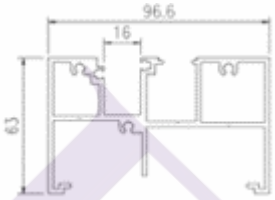
จากการเปรียบเทียบทีมงานลงความเห็นทั้งหมดให้สมควรใช้โปรแกรม FP PRO ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรายปีอยู่ที่ประมาณ 500,000 บาทต่อปี เนื่องจากสามารถช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ซึ่งส่งผลให้เกิดเศษตัดท่อนอลูมิเนียม และช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากการสั่งวัตถุดิบที่ไม่เพียงพอต่อการผลิตส่งผลให้การทำงานล่าช้ากว่าแผนอาจส่งผลให้มีค่าปรับจากความล่าช้าที่เกิดขึ้น

4.4.3 ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมที่เหลือจากการตัด

เศษตัดที่ยังสามารถใช้ได้ของงานเก่าไม่ถูกนำมาใช้ แต่ถูกทิ้งให้กลายเป็นของเสีย เพื่อควบคุมปัญหาของเสียที่เกิดจึงเพิ่มขั้นตอนการทำงานในส่วนของการควบคุมจำนวนเบิกสำหรับงานใหม่ไม่ให้เกินกว่าจำนวนอลูมิเนียมเส้นสำหรับผลิตงานเก่าทั้งหมดบวกกับงานใหม่ที่จะผลิตกับยอดอลูมิเนียมที่เคยเบิกไปแล้ว และตรวจสอบชั้นวางและพื้นที่จัดเก็บอลูมิเนียมเพื่อให้ช่างนำเศษอลูมิเนียมที่มีอยู่เดิมไปใช้ในการตัดก่อน ป้องกันการทิ้งเศษอลูมิเนียมเก่าโดยไม่นำไปใช้

การควบคุมปริมาณอลูมิเนียมที่สามารถเบิกเพื่อควบคุมการไม่นำเศษอลูมิเนียมจากงานเก่าที่ยังสามารถใช้งานได้ไปใช้ กระทำโดยการคำนวนจำนวนอลูมิเนียมเส้นที่จะต้องใช้งานในแต่ละชั้น โดยการผลิตงานแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูปจะนิยมติดตั้งทีละชั้นเพื่อให้สอดคล้องกับแผนติดตั้ง การตัดประกอบชิ้นงานในโรงงานจะทำโดยการแบ่ง Lot ผลิตทีละชั้นด้วยเช่นกัน แต่สามารถผลิตงานมากกว่าครั้งล่ะหนึ่งชั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างสูตรการผลิตที่มีการเพิ่มรายละเอียดจำนวนเส้นอลูมิเนียมต่อชั้นเพื่อควบคุมการเบิกวัตถุดิบไปใช้ผลิตชิ้นงาน

รูปหน้าตัดอลูมิเนียม	รหัส DIE	รหัสสินค้า	ความยาว (เมตร)	จำนวนทั้งหมด	จำนวนต่อชั้น
	TO6G050	AG2577-TO6G050-2.0-5.6	5.6	50	5
		AG2577-TO6G050-2.0-5.8	5.8	125	12.5
		AG2577-TO6G050-2.0-6.2	6.2	80	8
		AG2577-TO6G050-2.0-6.4	6.4	250	25

จากตารางที่ 4.10 ข้อมูลสูตรการผลิตจะถูกบันทึกไว้ในโปรแกรม WIN Speed หัวข้อ Inventory Control ในส่วนของสูตรการผลิต โดยเมื่อฝ่ายควบคุมการผลิตต้องการเบิกวัตถุดิบจะต้องทำโดยการเปิดใบสั่งผลิตและดึงข้อมูลสูตรการผลิตไปใช้ ซึ่งจำนวนวัตถุดิบที่จะสามารถเบิกใช้งานได้จะถูกควบคุมจากจุดนี้ แทนที่ระบบเก่าที่ฝ่ายควบคุมการผลิต สามารถทำเอการเบิกวัตถุดิบได้เลยโดยไม่มีการควบคุมหรือใช้การควบคุมด้วยการบันทึกเองในโปรแกรม Excel ซึ่งสามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้ยาก

ภาพที่ 4.8 ทำการตรวจสอบอลูมิเนียมท่อนที่เหลือเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการผลิต

4.5 การทบทวนและการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่

หลังจากได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุงและมีการดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอแนะดังกล่าวเสร็จสิ้นแล้ว ให้ทีมงานดำเนินการประเมินคะแนนความรุนแรงใหม่ ส่วนคะแนนข้อบกพร่องที่ไม่เกิน 100 คะแนนยังคงเดิมไว้

ตารางที่ 4.11 ผลการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่ หลังจากได้มีการปรับปรุง

ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Potential Failure Mode	RPN	แนวทางการปรับปรุงแก้ไข (Recommend Action)	ผู้รับผิดชอบ (Responsibility)	ผู้ปฏิบัติ (Action Results)				
				สิ่งที่ปรับปรุง (Action Taker)	S	O	D	RPN
1 ลำดับการตัดท่อนไม่เหมาะสม	360	1 กำหนดความยาวเศษตัดอลูมิเนียมที่ห้ามทำการตัดหากพบว่ามีความยาวเกิน 30 เซนติเมตร ต้องแจ้งหัวหน้างานเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องก่อนใช้โปรแกรม 2 คอมพิวเตอร์ช่วยในทำรายการตัดอลูมิเนียม	1 แผนกคำนวนแผนกผลิต 2	ตั้งกฎควบคุมความยาวเศษที่เหลือจากการตัดและการนำโปรแกรม Length cutting optimization มาคำนวนหาวิธีการตัดที่ทำให้เหลือเศษน้อยที่สุด	8	4	4	128
2 คำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิด	360	1 ลดปริมาณการสั่งซื้อเพื่อติดตามความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ที่ไม่ถูกต้อง 2 ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวนและตรวจสอบความถูกต้อง	1 แผนกคำนวน	ใช้โปรแกรม FPPRO ในการคำนวนหาความยาวอลูมิเนียม Cut Size และทยอยสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อลดความเสียหายหากมีความผิดพลาดหรือการเปลี่ยนแปลง	6	6	4	144

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น Potential Failure Mode	RPN	แนวทางการปรับปรุงแก้ไข (Recommend Action)	ผู้รับผิดชอบ (Responsibility)	ผู้ปฏิบัติ (Action Results)				
				สิ่งที่ปรับปรุง (Action Taker)	S	O	D	RPN
3 ไม่มีการจัดการอลูมิเนียมที่เหลือจากการตัด	288	1 ควบคุมจำนวนเบิกสำหรับงานใหม่ไม่ให้เกินกว่าจำนวนอลูมิเนียมเส้นสำหรับผลิตงานเก่าทั้งหมดบวกกับงานใหม่ที่จะผลิตกับยอดอลูมิเนียมที่เคยเบิกไปแล้วตรวจสอบชั้นวางและ 2 พื้นที่จัดเก็บอลูมิเนียมเพื่อให้ช่างนำเศษอลูมิเนียมที่มีอยู่เดิมไปใช้ในการตัดก่อนป้องกันการทิ้งเศษอลูมิเนียมเก่าโดยไม่นำไปใช้	1 แผนกผลิต	1 ใช้โปรแกรม ERP ควบคุมการเบิกอลูมิเนียมตรวจสอบชั้นวาง 2 ก่อนเบิกอลูมิเนียมงานใหม่เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการผลิต	6	6	2	72

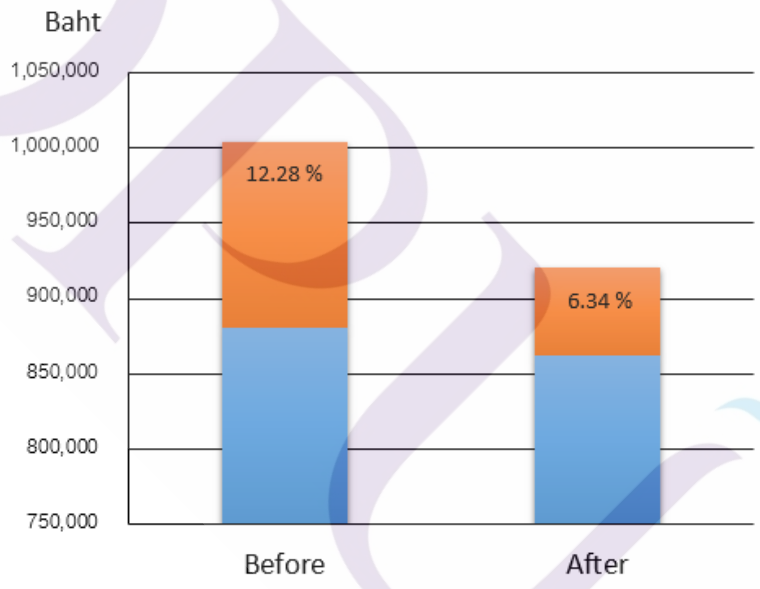
ผลการประเมินคะแนนและคำนวนค่า RPN ใหม่ หลังจากได้มีการปรับปรุงแก้ไขตามแนวทางที่เสนอแนะจากผลการประเมินค่า RPN ใหม่ พบว่าค่าที่ได้มีค่าลดน้อยลงเกินครึ่ง

4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณเศษที่เหลือก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียประเภทเศษตัดอลูมิเนียม ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม ปี พ.ศ. 2561 จากตารางที่ 4.12 พบว่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าของเสียกับมูลค่าวัตถุดิบอลูมิเนียมทั้งหมดก่อนปรับปรุงจาก 12.28% ลดลงเหลือ 6.34% หลังปรับปรุง ลดลง 5.94% จากภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลมูลค่าอลูมิเนียมที่ใช้ผลิตงานเปรียบเทียบกับมูลค่าของเสียอลูมิเนียมที่ขายในแต่ละเดือน ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม ปี พ.ศ. 2561

มูลค่าอลูมิเนียมที่เตรียมไว้สำหรับผลิต	฿1,015,008	฿1,181,873	฿672,370	฿956,417
ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น	**2561**			**Average**
	สิงหาคม	**ตุลาคม**	**พฤศจิกายน**	
อลูมิเนียมเหลือใช้ขนาดเส้นเต็ม	฿14,542	฿12,485	฿9,518	฿12,182
อลูมิเนียมท่อนที่ตัดไว้แต่ไม่สามารถนำใช้งาน	฿8,500	฿3,250	฿3,200	฿4,983
เศษตัดอลูมิเนียม	฿41,310	฿59,196	฿29,910	฿43,472
รวม	฿64,352	฿74,931	฿42,628	**฿60,637**



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์มูลค่าของเสียเศษตัดอลูมิเนียมที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค FMEA

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล เพื่อหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis) และแก้แก้ไขปรับปรุงด้วยการแก้ไขและดำเนินงานตาม Work Flow เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดของเสียในกระบวนโดยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 เศษตัดท่อนอลูมิเนียมที่เหลือจากการตัดอลูมิเนียมความยาว Cut Size เป็นท่อนเพื่อเตรียมประกอบเป็นชิ้นงานเป็นของเสียส่วนใหญ่ที่มีมูลค่ารวมสูงสุดในการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จของบริษัทตัวอย่างที่ทำการศึกษา

5.1.2 ปัญหาที่มีความเสี่ยงสูงที่ทำให้เกิดเศษตัดอลูมิเนียม คือ ลำดับการตัดท่อนอลูมิเนียมเป็นท่อนไม่เหมาะสม การคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ผิดพลาด และไม่มีการจัดการอลูมิเนียมท่อนที่เหลือจากการตัด

5.1.3 การใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของข้อสาเหตุที่อาจทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยการลดระดับความรุนแรงของปัญหา โอกาสในการเกิดขึ้น หรือเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบสามารถช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลง 5.94%

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.2.1 การใช้เทคนิค FMEA ในกระบวนการผลิต ด้วยการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ในหัวข้อความรุนแรง โอกาสในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับปัญหา สามารถช่วยลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตให้น้อยลงได้

5.2.2 เพื่อให้การวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต สามารถแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง การมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการทำงาน จะช่วยให้การแก้ไขปัญหาได้ข้อมูลที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงเพื่อนำมาดำเนินการแก้ไข

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

5.3.1 จากข้อมูลปริมาณของเสียที่มีการเปรียบเทียบก่อนและหลัง ควรทำการเก็บข้อมูลแยกเฉพาะของเสียที่เกิดจากการตัดอลูมิเนียมเส้นเป็นท่อนแล้วเหลือเศษเท่านั้น และควรมีการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นแยกตามกระบวนการที่มีการปรับปรุงเพื่อวัดผลก่อนและหลังการปรับปรุงจะทำให้สามารถพิจารณาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการปรับปรุงของแต่ละข้อผิดพลาดได้

5.3.2 จากข้อมูลการเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมคอพิวเตอร์ช่วยในการคำนวนกับการคำนวนด้วยวิธีการเก่าพบว่าหากผู้ใช้มีความชำนาญในการใช้โปรแกรมเพิ่มมากขึ้นและมีการสร้างฐานข้อมูลให้ตัวโปรแกรม เช่น รูปแบบหน้าตัดอลูมิเนียม หรือรูปแบบชิ้นงานไว้ล่วงหน้าเพื่อให้สะดวกกับการใช้งาน จะช่วยลดระยะเวลาในการคำนวนความยาวอลูมิเนียม Cut Size ลงได้

5.3.3 จากการใช้โปรแกรมเพื่อทำรายการวิธีการตัดเส้นอลูมิเนียมส่งให้กับฝ่ายผลิตหรือช่างเหมาตัดอลูมิเนียม พบว่ายังไม่สามารถทำได้แบบ 100% เนื่องจากชิ้นงานแต่ละชิ้นประกอบด้วยหน้าตัดอลูมิเนียมตั้งแต่ 20-30 หน้าตัดหรืออาจถึง 50 หน้าตัดสำหรับบางชิ้นงานที่มีความซับซ้อนจึงมีการเลือกทำเพียงอลูมิเนียมบางหน้าตัดที่มีน้ำหนักมาก มีมูลค่าสูงและมีความเสี่ยงที่จะตัดแล้วเกิดเศษตัดเป็นปริมาณมากเท่านั้น ผลจากการปรับปรุงจึงสามารถลดลงได้อีก หากเพิ่มการทำรายการตัดอลูมิเนียมให้ใกล้เคียงปริมาณทั้งหมด

5.3.4 เนื่องจากเวลาในการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงมีจำกัด ส่งผลให้การปรับปรุงอาจจะยังทำได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควร รวมทั้งเมื่อระยะเวลาผ่านไปอาจมีการละเลยในการทำตามขั้นตอนที่มีการวางแผนปรับปรุง จึงควรมีการจัดทำบันทึกวิธีการทำงาน และฟอร์มในการบันทึกข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน

5.3.5 เนื่องจากโปรแกรม ERP ที่ทางโรงงานตัวอย่างเลือกใช้มีข้อจำกัดเรื่องการบันทึกข้อมูลด้วยตัวเลขจำนวนเต็ม และการเบิกจ่ายวัตถุดิบด้วยจำนวนเส้นเต็มไม่ยอมให้มีการเบิกเพียงบางส่วนของเส้น หากมีการแก้ไขให้สามารถเบิกใช้งานแค่บางส่วนและมีการบันทึกการเบิกจ่ายแค่บางส่วนได้ จะสามารถช่วยลดการเบิกอลูมิเนียมเกินกว่าที่จะใช้งาน ช่วยให้การบริหารจัดการเศษตัดเป็นไปได้ง่ายขึ้นมาก

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

5.4.1 การลดการสูญเสียเรื่องเวลาในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตรวมทั้งเป็นการลดต้นทุนในการผลิตด้วย

5.4.2 การวางแผนลำดับจัดการนำเข้าวัตถุดิบแต่ละรายการเพื่อความเหมาะสมสอดคล้องกับแผนการผลิต

DPU

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฤษฎา วงศ์วรรณ์ และวิมลิน เหล่าศิริถาวร. (2560). *การปรับปรุงผลิตภาพในการผลิตประตู – หน้าต่างด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา.*วารสารวิศวกรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 23 – 35.

จีระวรรณ บุตรศรี วิทยานิพนธ์. (2556). *การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบระบบผนังกระจก.* ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย :มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า 17 – 18.

วีระยุทธ์ สุขเพชร. (2559). *การศึกษาการจัดการเพื่อลดเศษวัสดุในโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัย กรณีศึกษา โครงการ สมูท เรสซิเดนท์.* หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ :มหาวิทยาลัยศรีปทุม. หน้า 7-10.

ศิวัช แก้ววงศา และเพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ. (2555). *การประยุกต์ใช้ FMEA เพื่อลดข้อผิดพลาดในงานออกแบบทางวิศวกรรมของการบริหารโครงการ.* ใน : การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี พ.ศ. 2555 ระหว่างวันที่ 17-19 ตุลาคม 2555, ชะอำ, เพชรบุรี.

สุชา กิตติวรารัตน์ และภูษิต เลิศวัฒนารักษ์. (2555). *การจัดการเพื่อลดเศษวัสดุก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรมของบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก.* สถาปัตยกรรมศาสตร์ และการผังเมือง : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, จังหวัดปทุมธานี. หน้า 81 – 93.

สุรพล ดาดี และเจริญชัย โขมพัตราภรณ์. (2550*). การปรับปรุงการวางแผนโครงการในงานประกอบแผงอลูมิเนียมสำหรับตึกสูง.* การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2550. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพ.

อานนท์ จิตรกร. (2554). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสีย กรณีศึกษา โรงงานประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.* วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 69 -70.

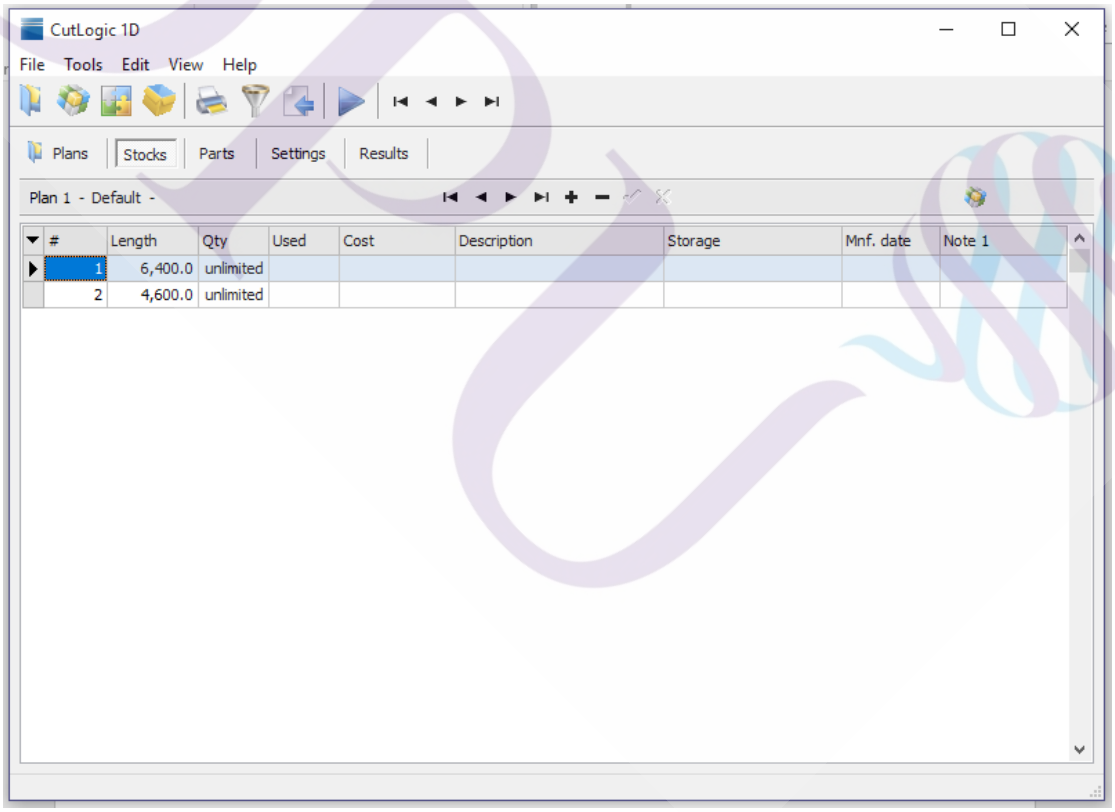
LENMAK Exterior Innovations Inc. Curtain Wall VS Window Wall: What's the difference ? https://www.lenmak.com/curtain-window-wall/ (5 พฤศจิกายน 2561)

ภาคผนวก

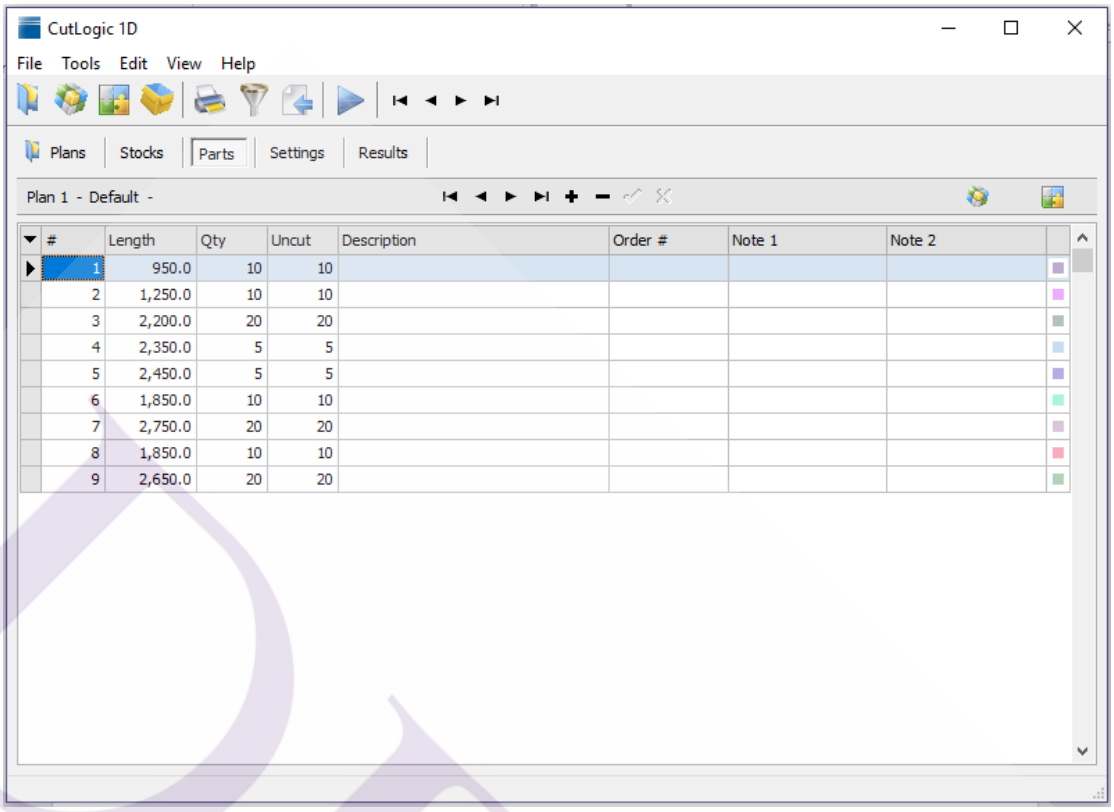
ภาคผนวก ก

โปรแกรม Length cutting optimization และการตั้งค่า

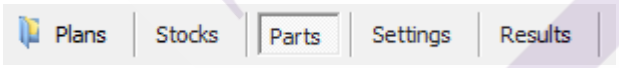
ภาพที่ ก.1 โปรแกรม Cut Logic 1D v.5.3.1



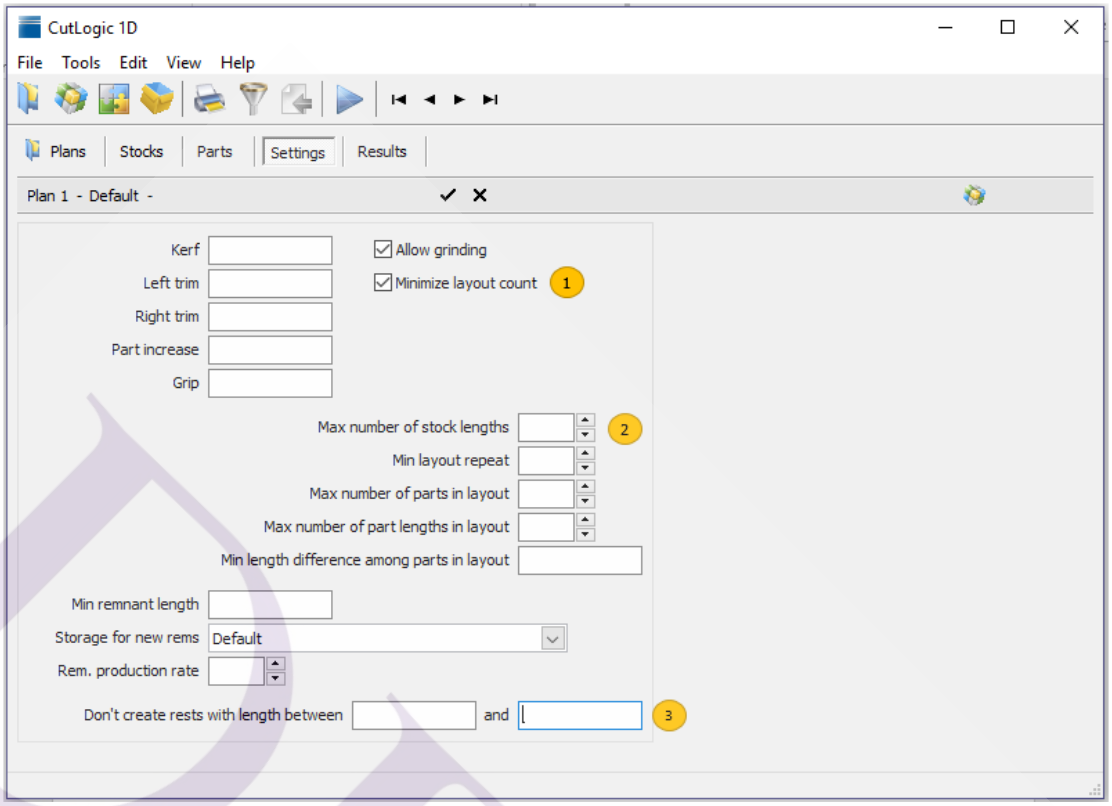
ภาพที่ ก.2 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Stocks โดยสามารถใส่รายละเอียดในส่วนของ ความยาวอลูมิเนียม Cut Size และจำนวนเส้นที่มี



ภาพที่ ก.3 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Parts สำหรับใส่ความยาวท่อนและจำนวนที่ต้องการเพื่อให้โปรแกรมทำการหาวิธีการตัดในรูปแบบเงื่อนไขที่เรากำหนดต่อไป



#	Length	Qty	Uncut	Description
1	950.0	10	10	
2	1,250.0	10	10	
3	2,200.0	20	20	
4	2,350.0	5	5	
5	2,450.0	5	5	
6	1,850.0	10	10	
7	2,750.0	20	20	
8	1,850.0	10	10	
9	2,650.0	20	20	



ภาพที่ ก.4 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Setting สำหรับใส่ข้อมูลเงื่อนไขเพื่อให้โปรแกรมคำนวนวิธีการตัดที่ตรงตามเงื่อนไขที่เราต้องการ โดยมีหัวข้อหลักที่น่าสนใจดังนี้

1. Minimize layout count

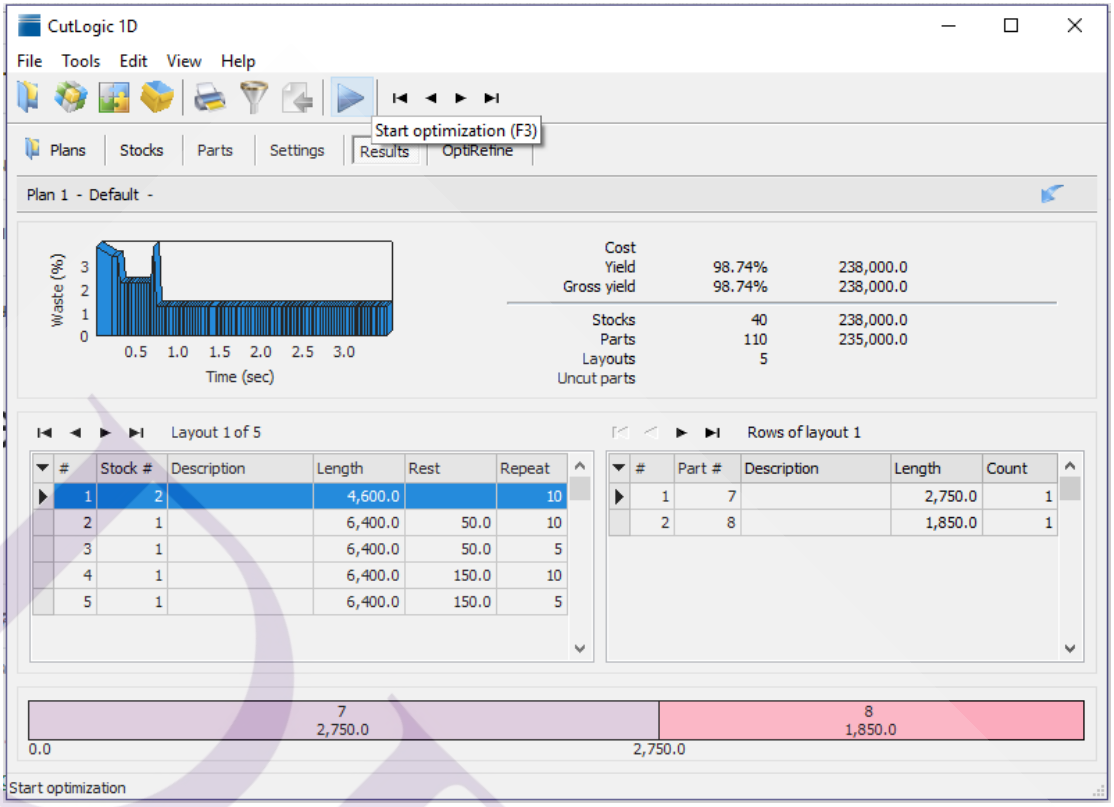
คำนวนด้วยวิธีการตัดจำนวนน้อยรูปแบบที่สุด เพื่อง่ายต่อการตัด

2. Max number of stock lengths

กำหนดความยาวอลูมิเนียมเส้นสูงสุดที่ให้โปรแกรมเลือกใช้

3. Don't create rests with length between ☐ and ☐

สำหรับใส่ความยาวอลูมิเนียมที่ต้องการให้โปรแกรมเหลือเป็นเศษเพื่อใช้ในงานอื่นๆ



ภาพที่ ก.5 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Results หลังจากกดปุ่ม Start optimization

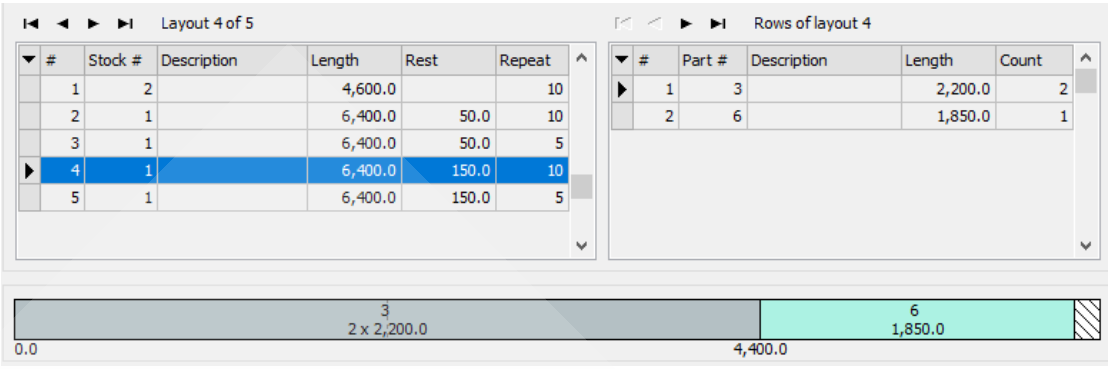
Cost		
Yield	98.74%	238,000.0
Gross yield	98.74%	238,000.0
Stocks	40	238,000.0
Parts	110	235,000.0
Layouts	5	
Uncut parts		

Yield = เปอร์เซนต์อลูมิเนียมที่ถูกใช้

Stocks = จำนวนอลูมิเนียมเส้นที่ใช้โดยการคำนวนด้วยโปรแกรม

Parts = จำนวนท่อนอลูมิเนียมท่อนทั้งหมดที่ต้องการตัด

Layouts = จำนวนวิธีการตัดทั้งหมด



ภาพที่ ก.6 หน้าต่างโปรแกรมแสดงรายละเอียดที่ได้จากโปรแกรมที่ผ่านการคำนวนแล้ว

โดยจากรูปตัวอย่าง ที่ Layout 4 จากทั้งหมด 5 Layout

ความยาวอลูมิเนียมเส้นเต็มที่ใช้ ความยาว 6400 มิลลิเมตร

ตัดขนาด 2200 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อนต่อเส้น

ตัดขนาด 1850 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อนต่อเส้น

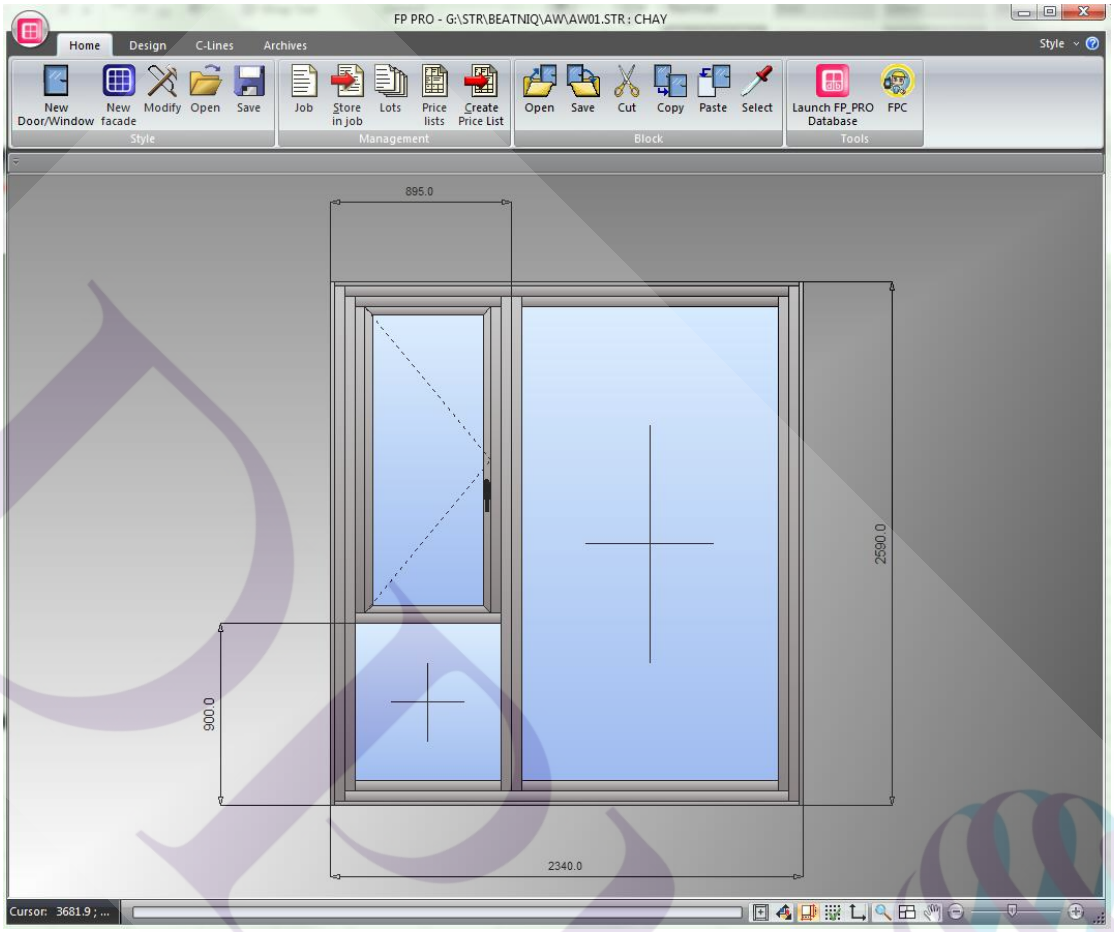
ตัดด้วยรูปแบบนี้โดยใช้อลูมิเนียมความยาว 6400 มิลลิเมตร จำนวน 10 เส้น

โดยเหลือเศษ (Rest) ความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 10 ท่อน

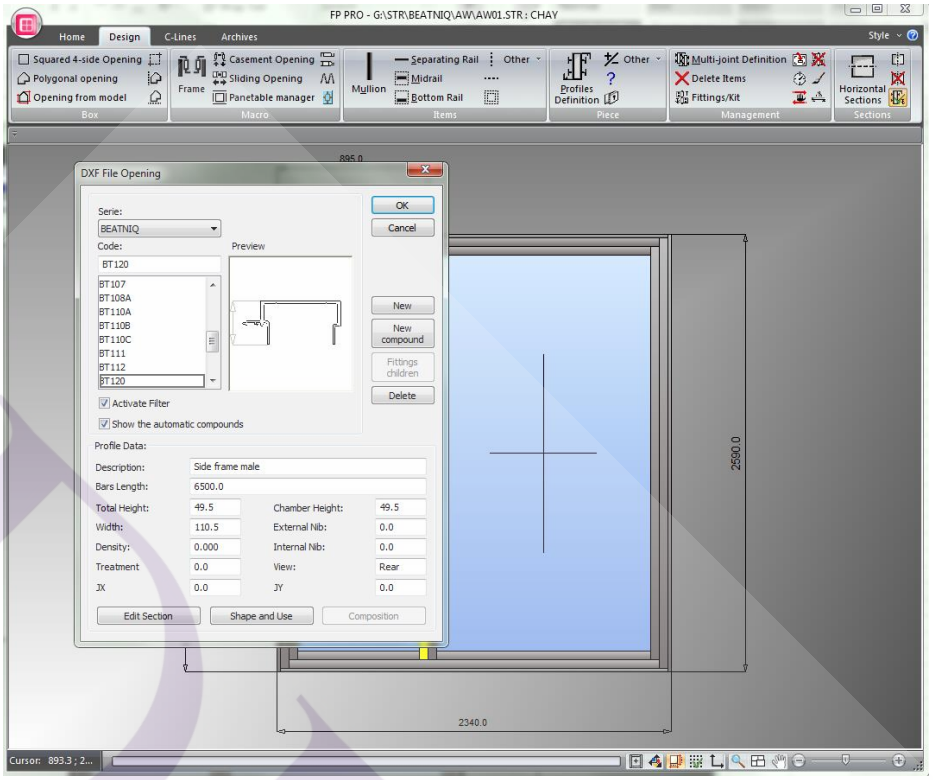
ภาคผนวก ข

โปรแกรม FP PRO และการตั้งค่า

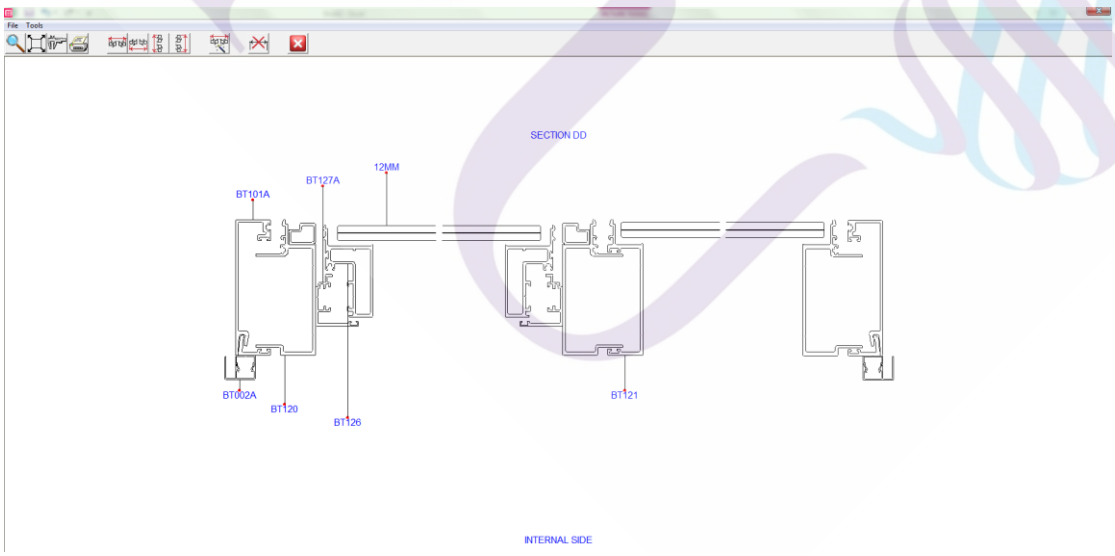
โปรแกรม FP PRO



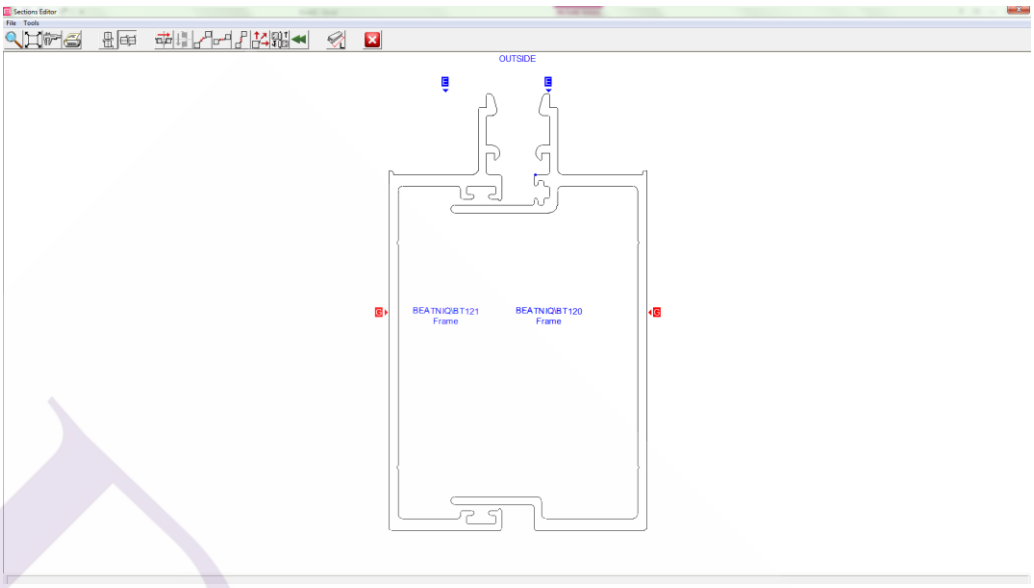
ภาพที่ ข.1 หน้าต่างโปรแกรม FP PRO ที่ใช้ในการคำนวนรายการตัดอลูมิเนียมและขนาดอลูมิเนียม Cut Size และจำนวนเพื่อทำรายการสั่งซื้อวัตถุดิบต่อไป



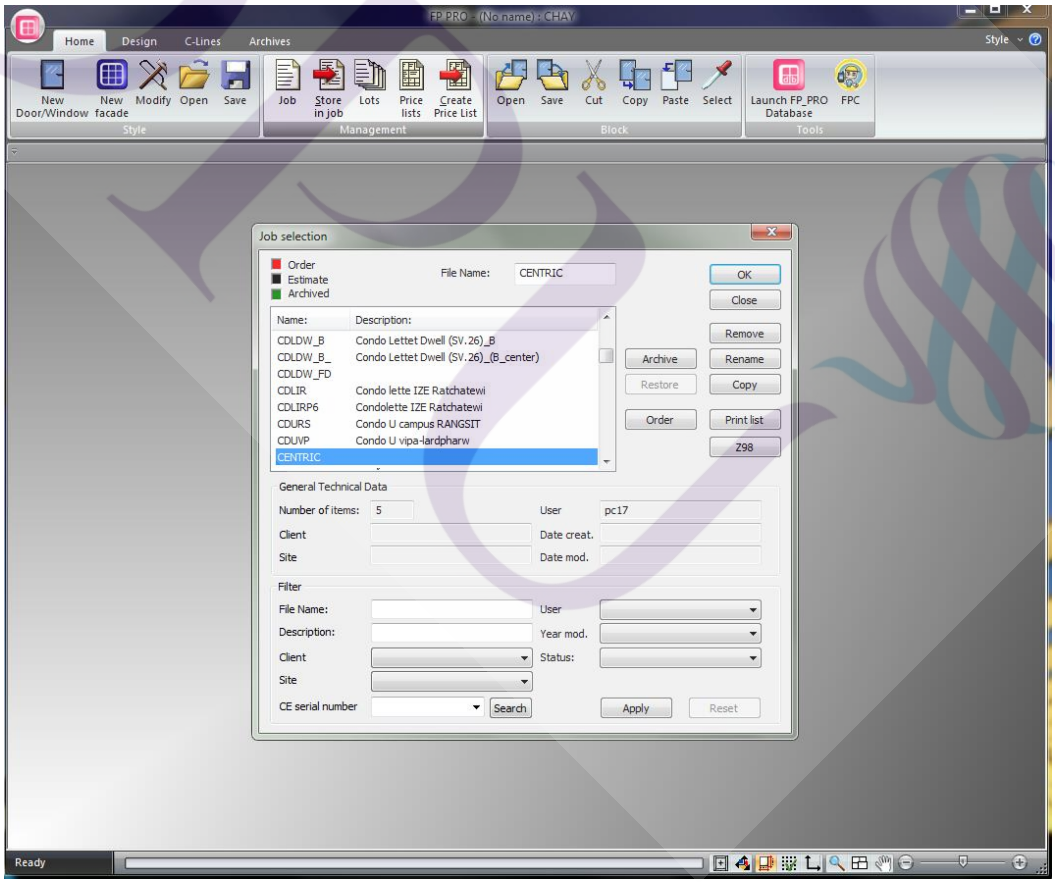
ภาพที่ ข.2 หน้าต่างโปรแกรมในเมนูการใส่หน้าตัดอลูมิเนียมเพื่อประกอบเป็นชิ้นงานสมมติในโปรแกรม FP PRO เพื่อเตรียมคำนวนงาน



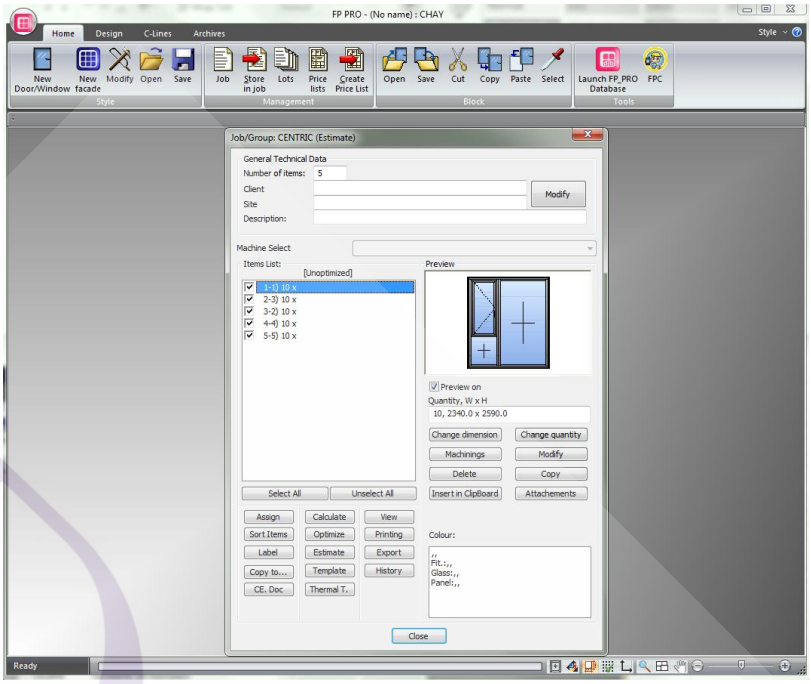
ภาพที่ ข.3 หน้าต่างโปรแกรมแสดงการประกอบกันของหน้าตัดอลูมิเนียมเพื่อให้โปรแกรมคำนวนขนาดที่ลดลงจากการจบงานกันของอลูมิเนียมแต่ละหน้าตัด DIE



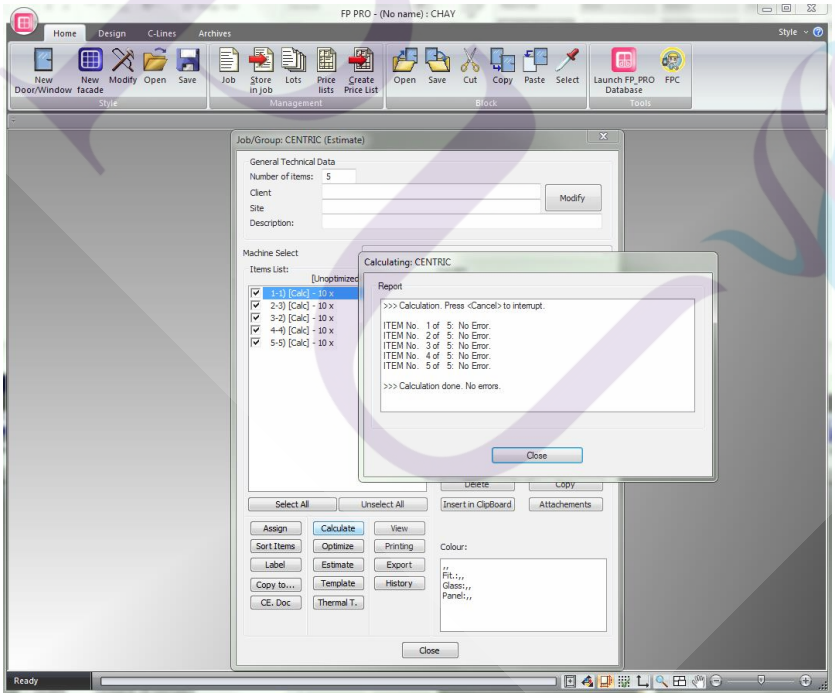
ภาพที่ ข.4 หน้าต่างโปรแกรมการทำจุดบรรจบกันหรือในโปรแกรมจะเรียกว่า การทำ Multi Joint



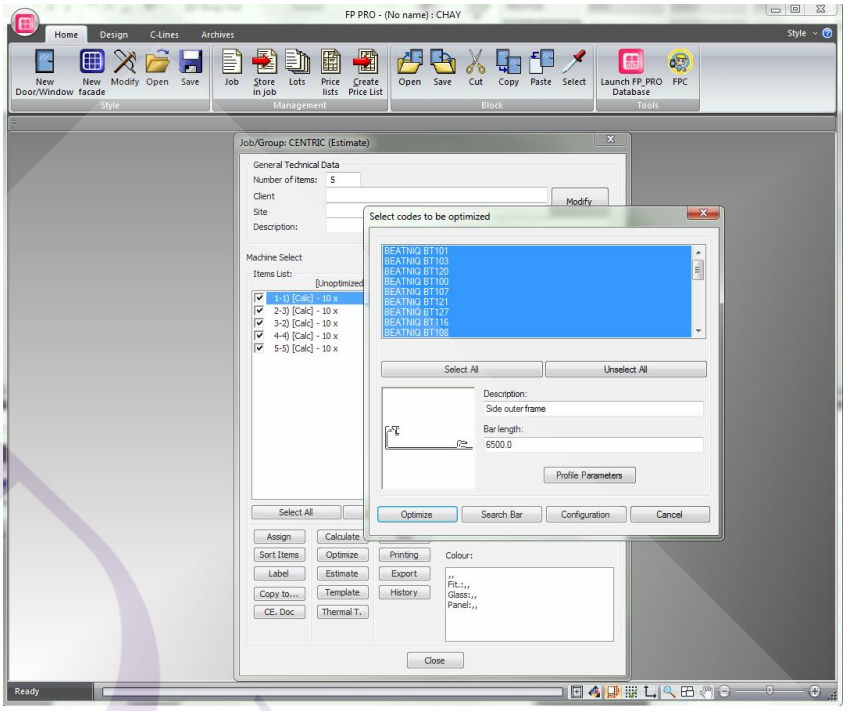
ภาพที่ ข.5 หน้าต่างโปรแกรมในหมวดการบันทึกข้อมูลแยกเป็นงาน (Job)



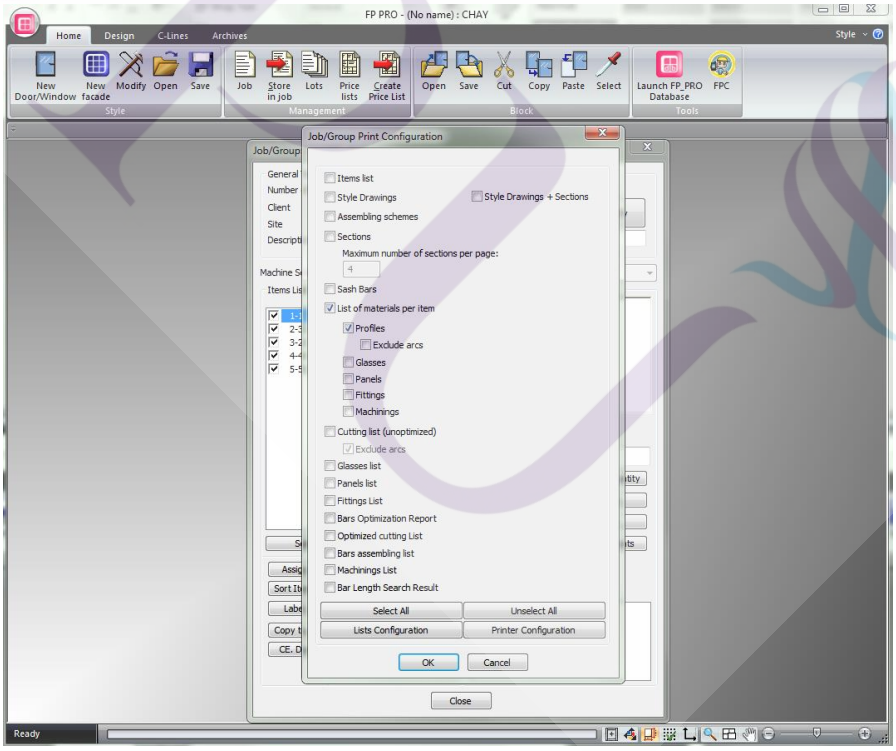
ภาพที่ ข.6 การบันทึกรูปแบบชิ้นงานที่สร้างขึ้นในโปรแกรม เพื่อเตรียมการคำนวนโดยบันทึกแยกเป็น Job เพื่อความสะดวกในการค้นหา



ภาพที่ ข.7 เมนูคำนวนรายการตัด (Calculation) เพื่อให้โปรแกรมคำนวนความยาวท่อนอลูมิเนียมที่เป็นส่วนประกอบในแต่ละชิ้นงาน



ภาพที่ ข.8 เมนูการใช้โปรแกรมเพื่อคำนวนวิธีการตัดเพื่อให้มีปริมาณเศษที่เหลือมีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ ข.9 หน้าต่างโปรแกรมในการเรียกดูผลลัพท์จากการคำนวนด้วยโปรแกรม ซึ่งสามารถเรียกดูได้หลายรูปแบบ

Job/Group:	CENTRIC
Client/Site:	/
Description:	
Printout date/time:	1/7/2019 19:11
Page:	1

OPTIMIZED CUTTING LIST - Cutting cicles 120

PROFILES

BT114 (BEATNIQ) Outward Window sash — Total length: 204.0 m - Total weight: 0.0 kg

20 bars, length 3400

2 - 003.0015.00.COP.H x 1
45 2616* [2451] 45

2 - 003.0016.00.COP.W x 1
45 703.6* [538.6] 45 Residue = 41.2 (lost)

20 bars, length 3400

2 - 003.0015.00.COP.H x 1
45 2616* [2451] 45

2 - 003.0029.00.COP.W x 1
45 697.6* [532.6] 45 Residue = 47.2 (lost)

20 bars, length 3400

2 - 003.0015.00.COP.H x 1
45 2616* [2451] 45

2 - 003.0042.00.COP.W x 1
45 682.6* [517.6] 45 Residue = 62.2 (lost)

(*) High Corner, Wall Nib (Between square brackets: cutting quote with no counter block)

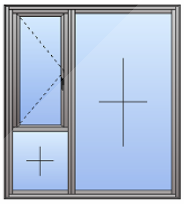
OPTIMIZER CONFIGURATION

Parameter	Value
Front waste	25.0
End waste	25.0
Positioning waste	0.0
Blade waste	5.0

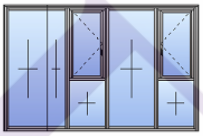
ภาพที่ ข.10 รายงานแสดงวิธีการตัดที่คำนวนโดยการใช้โปรแกรม FP PRO

Job/Group:	CENTRIC
Client/Site:	/
Description:	
Printout date/time:	1/7/2019 19:13
Page:	1

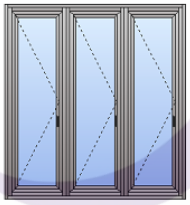
ITEM LIST - 50 Pieces



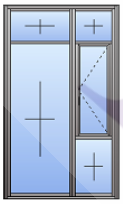
Item:	1
Type:	1
Description:	
Quantity:	10
Size:	2340.0x2590.0 (6.0606mq x 10=60.606mq) P=9860mm
Profile serie:	BEATNIQ
External colour:	
Internal colour:	
Fitting colour:	
Glazing:	12MM
Panels:	



Item:	2
Type:	3
Description:	
Quantity:	10
Size:	4440.0x2850.0 (12.654mq x 10=126.54mq) P=14580mm
Profile serie:	BEATNIQ
External colour:	
Internal colour:	
Fitting colour:	
Glazing:	12MM
Panels:	



Item:	3
Type:	2
Description:	
Quantity:	10
Size:	2590.0x2790.0 (7.2261mq x 10=72.261mq) P=10760mm
Profile serie:	BEATNIQ
External colour:	
Internal colour:	
Fitting colour:	
Glazing:	12MM
Panels:	



Item:	4
Type:	4
Description:	
Quantity:	10
Size:	2090.0x3550.0 (7.4195mq x 10=74.195mq) P=11280mm
Profile serie:	BEATNIQ
External colour:	
Internal colour:	
Fitting colour:	
Glazing:	12MM
Panels:	

Item:	5
Type:	5
Description:	
Quantity:	10
Size:	1040.0x2690.0 (2.7976mq x 10=27.976mq) P=7460mm
Profile serie:	BEATNIQ
External colour:	
Internal colour:	
Fitting colour:	
Glazing:	12MM
Panels:	

ภาพที่ ข.11 รายงานแสดงรูปแบบชิ้นงานที่ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรมเพื่อเตรียมคำนวน

Job/Group:	CENTRIC
Client/Site:	/
Description:	
Printout date/time:	1/7/2019 19:10
Page:	1

OPTIMAL BAR LENGTH SEARCHING REPORT

SOLUTIONS

BT114 (BEATNIQ)

Bar length:	3000.0		Usage = 88.3%
Number of bars:	75		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	225000.0		Scrap = 11.7%
Bar length:	3100.0		Usage = 85.4%
Number of bars:	75		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	232500.0		Scrap = 14.6%
Bar length:	3200.0		Usage = 82.8%
Number of bars:	75		ReCoverable waste = 13.4%
Total length:	240000.0		Scrap = 3.9%
Bar length:	3300.0		Usage = 80.3%
Number of bars:	75		ReCoverable waste = 15.4%
Total length:	247500.0		Scrap = 4.3%
Bar length:	**3400.0**		Usage = 97.4%
Number of bars:	**60**		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	**204000.0**		Scrap = 2.6%
Bar length:	3500.0		Usage = 94.6%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	210000.0		Scrap = 5.4%
Bar length:	3600.0		Usage = 92.0%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	216000.0		Scrap = 8.0%
Bar length:	3700.0		Usage = 89.5%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	222000.0		Scrap = 10.5%
Bar length:	3800.0		Usage = 87.1%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 0.0%
Total length:	228000.0		Scrap = 12.9%
Bar length:	3900.0		Usage = 84.9%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 13.6%
Total length:	234000.0		Scrap = 1.5%
Bar length:	4000.0		Usage = 82.8%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 15.8%
Total length:	240000.0		Scrap = 1.4%
Bar length:	4100.0		Usage = 80.7%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 17.6%
Total length:	246000.0		Scrap = 1.6%
Bar length:	4200.0		Usage = 78.8%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 18.4%
Total length:	252000.0		Scrap = 2.8%
Bar length:	4300.0		Usage = 77.0%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 19.1%
Total length:	258000.0		Scrap = 3.9%
Bar length:	4400.0		Usage = 75.2%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 19.8%
Total length:	264000.0		Scrap = 4.9%
Bar length:	4500.0		Usage = 73.6%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 20.5%
Total length:	270000.0		Scrap = 5.9%
Bar length:	4600.0		Usage = 72.0%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 26.9%
Total length:	276000.0		Scrap = 1.1%
Bar length:	4700.0		Usage = 70.4%
Number of bars:	60		ReCoverable waste = 28.5%
Total length:	282000.0		Scrap = 1.1%

ภาพที่ ข.12 รายงานแสดงการหาความยาวอลูมิเนียม Cut Size โดยการใช้โปรแกรม FP PRO

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ปริญญาตรี สาขาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	หัวหน้าฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต บริษัท บริษัท เฟรมเทค วินโดว์ แอนด์ ดอร์ จำกัด Frametek Window And Door Co., Ltd.
ประสบการณ์	พ.ศ. 2555 หัวหน้าแผนกควบคุมและจัดการของเสีย บริษัท อินเตอร์ไพรส์ บุษราคัม อุตสาหกรรม พ.ศ. 2560 ประยุกต์การใช้งานโปรแกรม FP PRO เพื่อ Optimize หาความยาวอลูมิเนียม Cut Size อัตโนมัติ บริษัท เฟรมเทค วินโดว์ แอนด์ ดอร์ จำกัด วางแผนผลิตและติดตั้งแผงหน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป คอนโด โครงการ The Line 71, The Line JJ The Base Rama 9, Whizdom 101, The Line ประดิพัทธ์, The Line 101