# การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

**นายจุฑา ศรีตะเจริญไพบูลย์**

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
แขนงวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2559

# Efficiency Improvement of Glazing Line for Curtain Wall Product of a Private Company

**Mr. Chutha Sritacharoenphaibun**

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Business Administration

School of Management Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2016

| | |
|---|---|
| **หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** | การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง |
| **ชื่อและนามสกุล** | นายจุฑา ศรีตะเจริญไพบูลย์ |
| **แขนงวิชา** | บริหารธุรกิจ |
| **สาขาวิชา** | วิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์จีราภรณ์ สุธัมมสภา |

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2560

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์จีราภรณ์ สุธัมมสภา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นราธิป ศรีราม)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาการจัดการ

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

**ผู้ศึกษา** นายจุฑา ศรีตะเจริญไพบูลย์ **รหัสนักศึกษา** 2583000886 **ปริญญา** บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์จีราภรณ์ สุธัมมสภา **ปีการศึกษา** 2559

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัญหาของสายการผลิตแบบเดิมของสายการติดตั้งกระจก (2) ออกแบบและปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก (3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการศึกษาสภาพปัญหาของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม โดยการสังเกตการณ์ของผู้วิจัย การประชุมระดมความคิดโดยใช้ผังแสดงเหตุ และผล การศึกษาแนวคิดการออกแบบผังโรงงาน แนวคิดประสิทธิภาพ แนวคิดการออกแบบกำลังการผลิต แนวคิดการออกแบบกระบวนการผลิต แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง แนวคิดการลดความสูญเปล่า 7 ประการของกระบวนการผลิต เพื่อประยุกต์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกของโรงงานกรณีศึกษาโดยการออกแบบรถเข็นเคลื่อนที่ได้เพื่อใช้ทดแทนรางลูกกลิ้งลำเลียง วิเคราะห์ข้อมูลรายงานผลการผลผลิตประจำวันซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมโดยผู้จัดการแผนกผลิต การสังเกตการปฏิบัติงานของพนักงานโดยผู้วิจัยเปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังการปรับปรุง

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัญหาที่ทำให้ผลผลิตต่ำกว่าเป้าหมาย ได้แก่ การสื่อสารระหว่างหัวหน้างานกับพนักงานต่างด้าว เวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจก การได้รับวัสดุล่าช้า รางลูกกลิ้งลำเลียงมีความยาวจำกัด พัลเลตสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอ การใช้รถยกร่วมกับหน่วยงานอื่น (2) ออกแบบสายการติดตั้งกระจกใหม่โดยใช้รถเข็นเคลื่อนที่ได้แทนรางลูกกลิ้งลำเลียง (3) สายการติดตั้งกระจกแบบใหม่สามารถ 1) ลดเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนจำนวน 8 คน ลงได้ 10 ชั่วโมงแรงงานต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 15.63 ของเวลาทำงานปกติ คิดเป็นเงิน 116,250 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุนภายใน 1 ปี 10 เดือน 2) เพิ่มกำลังการผลิตจาก 18 โครงต่อวัน เป็น 25 โครงต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 38.89

**คำสำคัญ** การปรับปรุงประสิทธิภาพ ระบบผนังกระจก

**Independent Study title**: Efficiency Improvement of Glazing Line for Curtain Wall Product of a Private Company.
**Author:** Mr. Chutha Sritacharoenphaibun; **ID:** 2583000886;
**Degree:** Master of Business Administration;
**Independent Study advisor:** Cheraporn Suthammasapa, Associate Professor;
**Academic year:** 2016

## Abstract

The objectives of this research were 1) to study the problems of the old glazing line 2) to design and improve the glazing line 3) to compare an efficiency of the old glazing line and the new glazing line.

This was an experimental research, by studying the existing problems of the old glazing line by direct observation of the researcher and brainstorming with related people by using the cause and effect diagram, in which the conceptual studied of a factory plant layout and design, an efficiency, a production capacity design, a process design, a continuous improvement, the job analysis and a 7 wastes reduction in production processes were applied to improve an efficiency of the glazing line of the case study factory. By designing the movable wagons for using instead of the fixed roller conveyor. The analyzing of production daily report, which is secondary data, collected by the production manager. the observation of the workers operation is to compare between before and after improvement.

The results showed that (1) the problems of the old glazing line which effected to the less productivity to the target are the communication of the leader to the foreigner workers, the time wasted by glazing workers, materials were not delivered on time, the length of roller conveyor lines were limited, the steel pallets had not sufficient and the fork lift was shared with other section. (2) the new glazing line was designed and set up by using the movable wagons instead of fixed roller conveyor (3) the new glazing line is able 1) to reduce the time wasted of 8 glazing workers up to10 man-hour per day or equal to15.63% of regular man-hours, it is worth 116,250 baht per year, the payback period is 2 years and 10 months from the investment amount baht 212,500, baht 2) to increase the glazing capacity from 18 units per day to 25 units per day or equal to 38.89%.

**Keywords:** Efficiency Improvement, Curtain Wall

# กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์จีราภรณ์ สุธัมมสภา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำชี้แนะ แนะนำ ช่วยเหลือ ให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ตลอดจนติดตามอย่างใกล้ชิด ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ผู้ศึกษาขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในแขนงต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์แก่ผู้ศึกษาในการนำไปประกอบสัมมาชีพต่อไป ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจที่คอยให้ความช่วยเหลือในกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างการศึกษาตลอดหลักสูตร ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านในการสนับสนุนข้อมูลระหว่างการดำเนินงานในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ จนกระทั่งงานศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้ศึกษาขอขอบคุณผู้บริหารและพนักงาน ของบริษัท สยามเม็ททัล จำกัด ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในด้านต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้ ตลอดจนกำลังใจที่ดีจากบุคคลในครอบครัว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยผลักดันให้ผู้ศึกษามีความวิริยะอุตสาหะในการศึกษาเล่าเรียนอย่างเต็มความสามารถ ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

จุฑา ศรีตะเจริญไพบูลย์

สิงหาคม 2560

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 3

กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 3

ขอบเขตของการวิจัย ..... 4

นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 5

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ..... 6

ข้อมูลทั่วไปและกระบวนการผลิต ..... 6

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ..... 16

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 30

ขั้นตอนการดำเนินงาน ..... 30

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 32

การเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 33

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 34

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 37

การศึกษาปัญหาของสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิม ..... 37

การออกแบบและปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก ..... 70

เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ ..... 73

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 81
สรุปการศึกษา ..... 81
อภิปรายผล ..... 83
ข้อจำกัดในการศึกษา ..... 84
ข้อเสนอแนะ ..... 84
บรรณานุกรม ..... 86
ภาคผนวก ..... 91
แบบรถเข็นชนิดเคลื่อนที่ได้ ..... 92
ประวัติผู้ศึกษา ..... 94

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ ..... 18
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต ..... 19
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการวางผังโรงงานแบบตำแหน่งงานอยู่กับที่ ..... 20
ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน ..... 32
ตารางที่ 4.1 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง ..... 61
ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ผลการติดตั้งกระจกระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2560 ..... 69
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบวิธีการทำงานของสายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบเดิม และแบบใหม่ (เฉพาะในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง) ..... 74
ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่มีผลต่อผลผลิตของสายการติดตั้งกระจก ..... 82
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมกับแบบใหม่ ..... 83

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 3
ภาพที่ 2.1 หน่วยงานตัด กัด บาก เจาะรูอลูมิเนียมเส้น 8
ภาพที่ 2.2 หน่วยผลิตชิ้นส่วนเหล็กและแผ่นพับขึ้นรูป 8
ภาพที่ 2.3 หน่วยงานเคลือบผิววัสดุอลูมิเนียมด้วยสีน้ำและสีผง 9
ภาพที่ 2.4 หน่วยงานประกอบและติดตั้งกระจก 9
ภาพที่ 2.5 รางลูกกลิ้งลำเลียงของสายการติดตั้งกระจก โรงงาน 2 10
ภาพที่ 2.6 ผังโครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา 11
ภาพที่ 2.7 ระบบผนังกระจกประเภทต่าง ๆ (Curtain Wall System) 12
ภาพที่ 2.8 แผนผังกระบวนการผลิตหลักระบบผนังกระจก 14
ภาพที่ 2.9 แผนผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกระบบผนังกระจก 15
ภาพที่ 2.10 รูปแบบการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout) 18
ภาพที่ 2.11 รูปแบบการวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout) 19
ภาพที่ 2.12 รูปแบบการวางผังโรงงานตำแหน่งงานอยู่กับที่ (Fixed Position Layout) 20
ภาพที่ 2.13 รูปแบบการวางผังโรงงานแบบกลุ่ม (Cellular Layout) 21
ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน 1, โรงงาน 2 และโรงงาน 3 37
ภาพที่ 4.2 การวางผังโรงงานแห่งที่ 1 38
ภาพที่ 4.3 สายการผลิตหน่วยงานแฟบริเคชั่น (อาคาร S-1) 39
ภาพที่ 4.4 สายการผลิตหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนเหล็กและแผ่นพับขึ้นรูป (อาคาร S-2) 39
ภาพที่ 4.5 สายการพ่นสีน้ำและพ่นสีผง (อาคาร S-3 และอาคาร S-4) 40
ภาพที่ 4.6 สายการประกอบและติดตั้งกระจกโรงงาน 1 (อาคาร S-5) 40
ภาพที่ 4.7 แผนผังโรงงานแห่งที่ 2 41
ภาพที่ 4.8 รางลูกกลิ้งลำเลียงสายการติดตั้งกระจกขอโรงงานแห่งที่ 2 42
ภาพที่ 4.9 โกดังสำหรับจัดเก็บกระจก 43
ภาพที่ 4.10 การจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จหลังยาซิลิโคนในลานบ่มซิลิโคน 44
ภาพที่ 4.11 โกดังสำหรับจัดเก็บวัสดุอลูมิเนียมและวัสดุอื่น ๆ 44
ภาพที่ 4.12 ผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง (ก่อนปรับปรุง) 45
ภาพที่ 4.13 วัสดุหลักรอการจัดส่งเข้าสู่กระบวนการประกอบ 46

# สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.14 การจัดเตรียมวัสดุสำหรับประกอบกรอบอลูมิเนียม 46
ภาพที่ 4.15 การติดอะไหล่หรือส่วนประกอบย่อยตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ 47
ภาพที่ 4.16 การประกอบกรอบอลูมิเนียมและยาซิลิโคนป้องกันการรั่วซึม 48
ภาพที่ 4.17 การจัดกรอบอลูมิเนียมหลังการประกอบ 49
ภาพที่ 4.18 การนำกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียง 49
ภาพที่ 4.19 การลูบผิวชิ้นงานเพื่อลดความมันวาว 51
ภาพที่ 4.20 การจัดเตรียมวักระจกสำหรับติดตั้งบนกรอบอลูมิเนียม 51
ภาพที่ 4.21 การทาสารรองพื้นบนผิววัสดุ 52
ภาพที่ 4.22 การติดตั้งกระจกลงในกรอบอลูมิเนียมบนรางลูกกลิ้งลำเลียง 53
ภาพที่ 4.23 การทดสอบความเข้ากันของซิลิโคน (Butterfly Test) 54
ภาพที่ 4.24 การทดสอบเวลาแห้งตัวของซิลิโคน (Snap Time Test) 54
ภาพที่ 4.25 การฉีดซิลิโคนชนิด 2 ส่วนผสมด้วยเครื่องผสมซิลิโคน 55
ภาพที่ 4.26 การขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง 56
ภาพที่ 4.27 ลำดับการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง 57
ภาพที่ 4.28 ผังการไหลของกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก 58
ภาพที่ 4.29 ผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาสายการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิม 60
ภาพที่ 4.30 จำนวนสูงสุดของกรอบอลูมิเนียมที่สามารถวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงได้ 66
ภาพที่ 4.31 การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์สำเร็จไปจัดเก็บยังลานบ่มโดยใช้รถยก 66
ภาพที่ 4.32 ผลการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนระหว่าง มีนาคม-เมษายน 2560 (ก่อนปรับปรุง) 68
ภาพที่ 4.33 แบบรถเข็นสำหรับสถานีงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน 71
ภาพที่ 4.34 รถเข็นสำหรับสถานีงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน 71
ภาพที่ 4.35 สายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบรถเข็นชนิดเคลื่อนที่ได้ 72
ภาพที่ 4.36 การจัดวางผังสายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบใช้รถเข็น (ก่อนปรับปรุง) 72
ภาพที่ 4.37 เปรียบเทียบผังสายการผลิตแบบเดิมและสายการผลิตแบบใหม่ 73
ภาพที่ 4.38 การลำเลียงกระจกเพื่อนำไปติดตั้งในกรอบอลูมิเนียมที่เตรียมไว้บนรางลูกกลิ้งลำเลียง 75
ภาพที่ 4.39 การลำเลียงกรอบอลูมิเนียมเพื่อนำไปติดตั้งกระจก 76

# สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.40 การลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรถเข็น ..... 77
ภาพที่ 4.41 ผลการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนระหว่างพฤษภาคม-มิถุนายน 2560 ..... 79

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการแข่งขันทางธุรกิจทวีความรุนแรงมากขึ้นในทุกภาคส่วนของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจอย่างรุนแรงทำให้ทุกภาคส่วนของอุตสาหกรรม ต่างหันมาให้ความสำคัญในเรื่องของผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ การตลาด และประชาสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อให้ธุรกิจของตนเป็นผู้นำในตลาด เพื่อความอยู่รอดขององค์กรอย่างยั่งยืน ในภาวะปัจจุบันองค์กรที่จะอยู่รอดได้จะต้องแสวงหาวิธีทางในการปรับปรุงการผลิตหรือบริการ เพื่อเพิ่มคุณภาพ (Quality) ลดต้นทุน (Cost) ส่งมอบทันเวลา (Delivery) สภาพแวดล้อมในการทำงานมีความปลอดภัย (Safety) พนักงานมีขวัญและกำลังใจที่ดี (Morale) การดำเนินธุรกิจไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Environment) และมีจรรยาบรรณในการดำเนินธุรกิจ (Ethics) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิต (Productivity) เพื่อให้องค์การมีความสามารถในการทำกำไร และดำเนินกิจการต่อไปได้อย่างยั่งยืน การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด การเพิ่มผลผลิตที่มีประสิทธิภาพจะทำให้บรรลุเป้าหมายของการเพิ่มผลผลิต (วิทยา อินทร์สอน, ไพโรจน์ ด้วงนคร และ ปัทมาพร ช่อชู. 2559: 98 – 104)

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีการแข่งขันสูงมากในปัจจุบัน สืบเนื่องจากวิธีการรับงานโดยทั่วไปนิยมใช้การประกวดราคาหรือการยื่นประมูลซึ่งผู้เข้าร่วมประมูลจะต้องมีคุณสมบัติเบื้องต้นตรงตามที่โครงการระบุไว้ ผู้เสนอราคาต่ำที่สุดจะเป็นผู้ชนะการประมูลในครั้งนั้นและเป็นผู้ที่ได้รับงานโครงการนั้นไปดำเนินการตามรายละเอียดที่ระบุแนบท้ายการประมูล

สำหรับอาคารสูง ปัจจุบันสถาปนิกส่วนใหญ่นิยมออกแบบอาคารด้วยรูปทรงอิสระมากกว่ารูปทรงแบบพื้นฐาน ดังจะเห็นได้จากรูปทรงของอาคารในระยะหลังจะมีรูปทรงที่แปลกตามากกว่าในอดีต นอกจากรูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์แล้ว เปลือกหุ้มภายนอกอาคาร (Façades) มีส่วนช่วยให้อาคารมีความโดดเด่นยิ่งขึ้น นอกเหนือจากประโยชน์ใช้สอยตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

ระบบผนังกระจก (Curtain Wall System) เป็นเปลือกหุ้มอาคารประเภทหนึ่ง ที่ผู้ออกแบบมักเลือกใช้สำหรับเป็นผนังอาคารในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นระบบผนังที่แขวนไว้กับโครงสร้างอาคารผ่านจุดยึดตรึงโดยไม่ถ่ายน้ำหนักเข้าสู่ตัวอาคาร ดังนั้นโครงสร้างอาคารจึงไม่ต้องแบกรับน้ำหนักของระบบผนังกระจก จึงมีผู้นิยมเรียกระบบผนังอาคารแบบนี้ว่า “ผนังเบา” ปัจจุบันระบบผนังกระจกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบแยกโครงกรอบ (Stick System) และระบบผนังกระจกสำเร็จรูป (Unitized System) ในระยะหลังระบบผนังกระจกสำเร็จรูปได้รับความนิยมมากขึ้นแม้ว่ามีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบอื่น เนื่องจากมีการควบคุมคุณภาพที่เข้มงวดกว่าระบบอื่น ในทุกกระบวนการนับแต่การตรวจรับวัสดุรับเข้า (Incoming Inspection) การตรวจสอบคุณภาพงานระหว่างผลิต (Work in Process Inspection) และการตรวจสอบคุณภาพงานสำเร็จ (Finished Product Inspection) อีกทั้งสามารถทำการติดตั้งได้รวดเร็วโดยการยกสวมครั้งละหน่วยต่อเนื่องกันไป

บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้รับจ้างผลิตระบบผนังกระจกที่ทำด้วยวัสดุอะลูมิเนียม สำหรับติดตั้งกับอาคารสูงและอาคารพักอาศัยตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยทำการผลิตในโรงงาน และจัดส่งสินค้าไปยังสถานที่ที่ผู้ว่าจ้างระบุทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบันทำให้การดำเนินการก่อสร้างสามารถทำได้รวดเร็วขึ้น จึงทำให้ระยะเวลาของโครงการสั้นลงกว่าในอดีตที่ผ่านมา ผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการก่อสร้าง โดยจะทำการติดตั้งระบบผนังกระจกหลังจากโครงสร้างอาคารแล้วเสร็จล่วงหน้าประมาณ 5 ชั้น เพื่อป้องกันความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์อันสืบเนื่องจากการก่อสร้างอาคาร เช่น การเชื่อมโลหะ การเทปูน เป็นต้น ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อการเพิ่มผลผลิต จึงมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าโครงการต่าง ๆ ในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม และรองรับปริมาณงานที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

ปัจจุบันบริษัทเอกชนแห่งนี้ มีสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจกจำนวนสามสายการผลิต ซึ่งตั้งอยู่ที่โรงงานแห่งที่หนึ่งจำนวนสองสายการผลิต และตั้งอยู่ที่โรงงานแห่งที่สองจำนวนหนึ่งสายการผลิต โดยปกติสายการประกอบและติดตั้งกระจกแต่ละสายจะรับผิดชอบในการประกอบและติดตั้งกระจกเพียงหนึ่งโครงการหลักเท่านั้น ยกเว้นกรณีมีความจำเป็นเร่งด่วนอาจต้องช่วยสายการประกอบและติดตั้งกระจกอื่นเพื่อทำการผลิตด้วย พบว่าสายการประกอบและติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่สอง ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าผลผลิตของสายการประกอบและติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่หนึ่งทั้งสองสายการผลิตในช่วงเวลาที่มีการผลิตงานโครงการเดียวกันและรูปแบบผลิตภัณฑ์เหมือนกันทุกประการ

ผู้วิจัยมีความตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวของสายการประกอบและติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่สองและประสงค์จะทำการศึกษาสภาพปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อนำไปทำการปรับปรุงสายการผลิตของโรงงานแห่งที่สองต่อไป

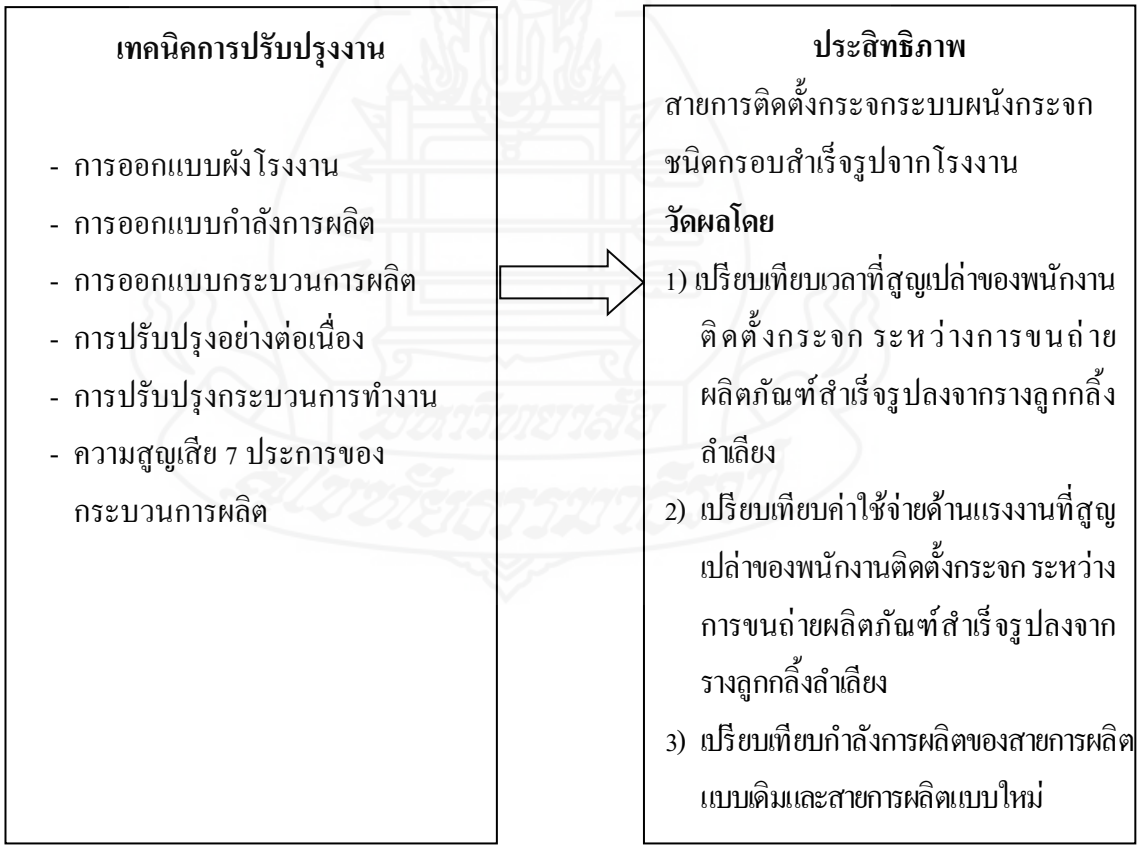
## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปัญหาของสายการผลิตแบบเดิมของสายการติดตั้งกระจก

2.2 เพื่อออกแบบและปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก

2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย




ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

### 4.1 ขอบเขตด้านด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาและรวบรวมวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐาน และผลการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสายการติดตั้งกระจก สำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบผังโรงงาน การออกแบบกำลังการผลิต การออกแบบกระบวนการผลิต การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงกระบวนการทำงาน และความสูญเสีย 7 ประการของกระบวนการผลิต มาปฏิบัติในกระบวนการผลิตของสายการติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่สองของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

### 4.2 ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้จะใช้ผลจากการติดตั้งกระจกระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 เท่านั้น

## 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดกระบวนการทำงานของสายการติดตั้งกระจกสำหรับกระบวนการผลิตระบบผนังกระจกของโรงงาน มีเวลาสูญเปล่าและความสูญเปล่าเป็นตัวเงินลดลงหรือมีน้อยที่สุด

การปรับปรุงประสิทธิภาพ หมายถึง 1) การลดเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจก 2) การลดความสูญเปล่าเป็นตัวเงินของพนักงานติดตั้งกระจก 3) การเพิ่มกำลังการผลิตของสายการการติดตั้งกระจกสำหรับการผลิตระบบผนังกระจกชนิดประกอบสำเร็จจากโรงงาน

สายการติดตั้งกระจก หมายถึง สายการผลิตที่มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการติดกระจกเข้ากับกรอบอลูมิเนียม ฉีดกาวซิลิโคน และจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อรอการจัดส่ง

ระบบผนังกระจก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ระบบผนังอาคารที่ผลิตด้วยวัสดุอลูมิเนียมและกระจกเป็นหลักมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งประกอบและติดตั้งกระจกสำเร็จรูปภายในโรงงาน

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้รับทราบปัญหาและข้อจำกัดของสายการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิม

6.2 ได้ต้นแบบกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

6.3 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาสายการประกอบและติดตั้งกระจกอื่น ๆ

6.4 เป็นแนวทางในการศึกษาให้แก่ผู้สนใจศึกษาในเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต

# บทที่ 2
# วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง” ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ทั้งจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยอื่น ๆ ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอตามหัวข้อต่างๆ โดยลำดับดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลทั่วไป และกระบวนการผลิตของบริษัทเอกชนกรณีศึกษา
2) แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง
3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. ข้อมูลทั่วไปและกระบวนการผลิต

### 1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัทเอกชนกรณีศึกษา

บริษัทที่ทำการศึกษาก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2519 ดำเนินกิจการผลิตระบบผนังกระจก (Curtain Wall) สำหรับอาคารสูง (High-rise Building) ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ มีโรงงานสำหรับดำเนินการผลิตจำนวน 2 โรงงาน คือ โรงงาน 1 และโรงงาน 2 มีพนักงานรวมทั้งสิ้น 200 คน

โรงงาน 1 มีอาคารทั้งหมด 5 อาคาร สำหรับกระบวนการผลิตต่าง ๆ ดังนี้

อาคาร S-1 ใช้สำหรับกระบวนการตัด กัด บาก เจาะรู วัสดุที่เป็นอลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัด (Aluminum Profile) ดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 หน่วยงานตัด กัด บาก เจาะรู อลูมิเนียมเส้น

อาคาร S-2 ใช้สำหรับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเหล็ก แผ่นอลูมิเนียมพับขึ้นรูป และแผ่นเหล็กพับขึ้นรูป ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนเหล็กและแผ่นพับขึ้นรูป

อาคาร S-3 ใช้สำหรับกระบวนการแขวนชิ้นงาน การเตรียมผิววัสดุสำหรับเคลือบผิวและเคลือบผิวสีน้ำบนวัสดุอลูมิเนียม

อาคาร S-4 ใช้สำหรับกระบวนการเคลือบผิวสีผงบนวัสดุอลูมิเนียม และปิดฟิล์มป้องกันรอยขีดข่วนบนชิ้นงานที่พ่นสีแล้ว ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 หน่วยงานเคลือบผิววัสดุอลูมิเนียมด้วยสีน้ำและสีผงตามลำดับ

อาคาร S-5 เดิมใช้สำหรับจัดเก็บวัสดุอลูมิเนียมเส้น ปัจจุบันทำการปรับปรุง เพื่อใช้สำหรับกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก ดังภาพที่ 2.4

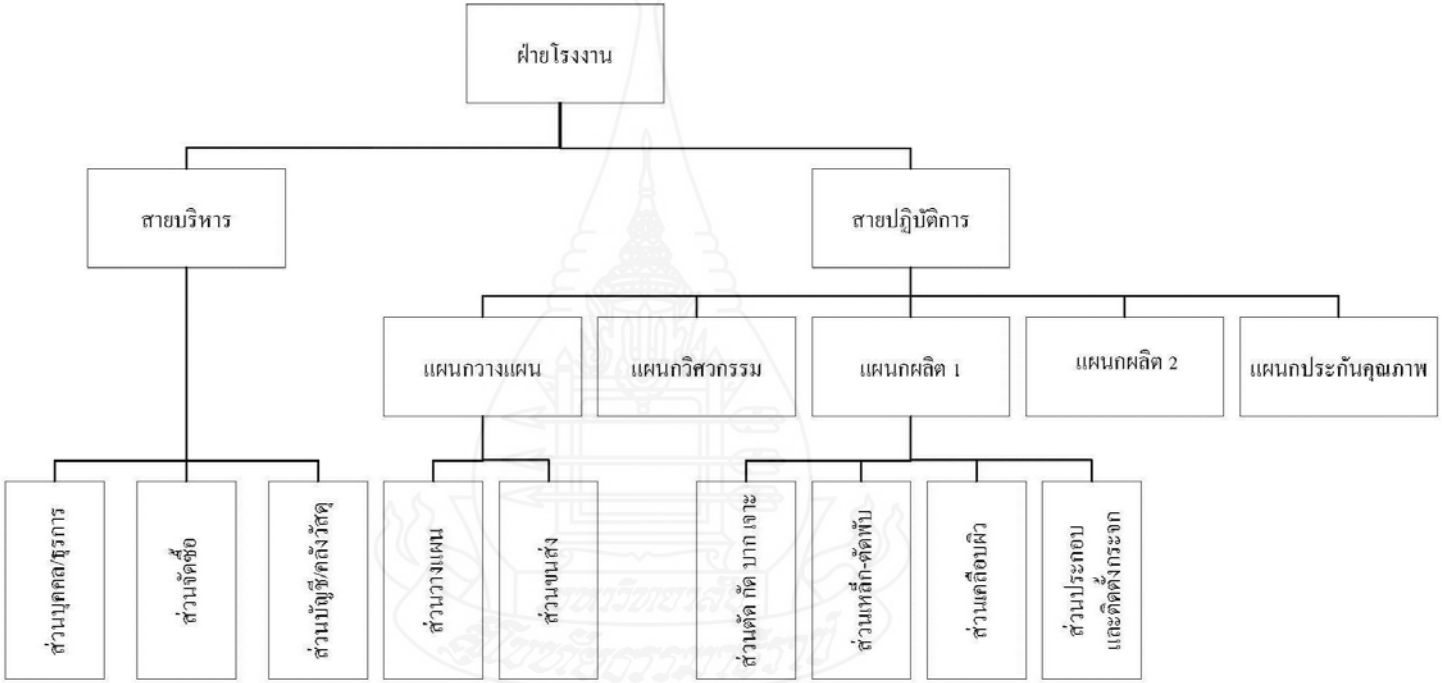
ภาพที่ 2.4 หน่วยงานประกอบและติดตั้งกระจก

โรงงาน 2 มีอาคารถาวรจำนวน 1 อาคาร สำหรับประกอบและติดตั้งกระจก โดยได้รับวัสดุหลักและอะไหล่ต่าง ๆ จากโรงงาน 1 ซึ่งอยู่ห่างกัน 1.3 กิโลเมตร โดยใช้รางลูกกลิ้งลำเลียง ดังรูป 2.5 เป็นสายการติดตั้งกระจกและยาแนวกาวซิลิโคน

ภาพที่ 2.5 รางลูกกลิ้งลำเลียงของสายการติดตั้งกระจก โรงงาน 2

นอกจากนี้โรงงาน 2 ยังใช้เป็นพื้นที่สำหรับรับกระจกจากผู้จัดจำหน่ายทั้งกระจกที่สั่งซื้อภายในประเทศและกระจกนำเข้าจากต่างประเทศ การจัดเก็บกระจก และการจัดส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จไปยังหน่วยงานก่อสร้าง

**1.2 ผังโครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา**



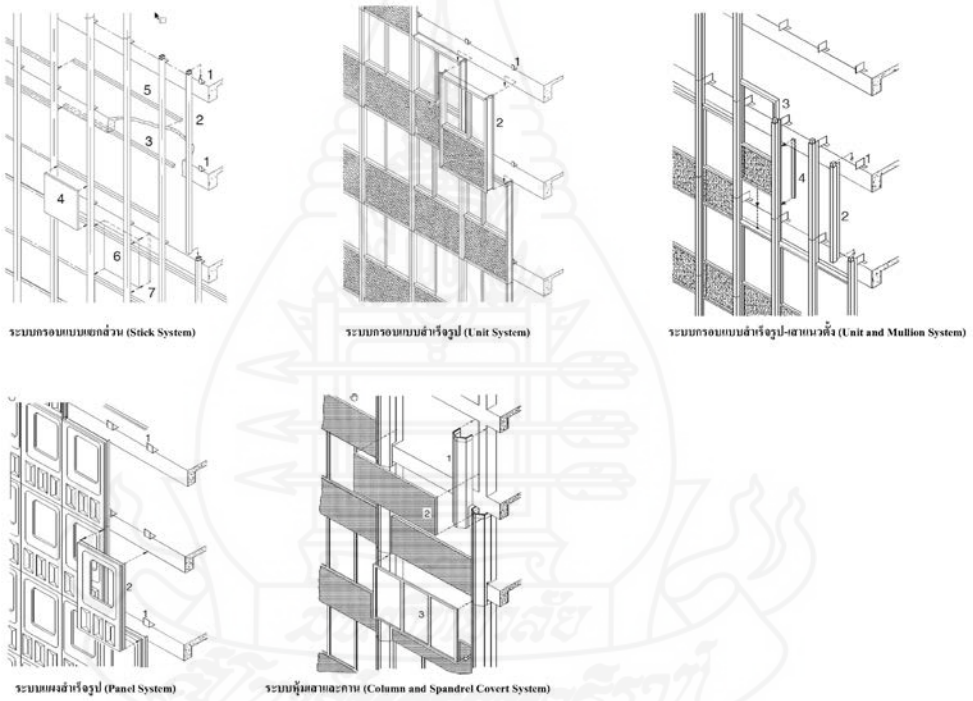

ภาพที่ 2.6 ผังโครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา

**1.3 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก** (Curtain Wall)

***1.3.1 ประเภทของระบบผนังกระจก***

สมาคมผู้ประกอบการด้านการก่อสร้างสถาปัตยกรรมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จำแนกประเภทของระบบผนังกระจกไว้ ดังนี้

1) ระบบกรอบแบบแยกส่วน (Stick System)
2) ระบบกรอบแบบสำเร็จรูป (Unit System)
3) ระบบกรอบแบบสำเร็จรูป-เสาแนวตั้ง (Unit-Mullion System)
4) ระบบแผงสำเร็จรูป (Panel System)
5) ระบบหุ้มเสาและคาน (Column Cover and Spandrel System)




ภาพที่ 2.7 ระบบผนังกระจกประเภทต่าง ๆ (Curtain Wall System)

ที่มา: AAMA-CW-DG-1-96 ฉบับปรับปรุง 5/2005

ปัจจุบันผู้ออกแบบมักนิยมออกแบบระบบผนังกระจกสำหรับอาคารสูง โดยใช้ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป (Unit System) เนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพได้ทุกขั้นตอนการผลิตและสามารถติดตั้งได้รวดเร็วแต่มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ

### *1.3.2 กระบวนการผลิตหลักระบบผนังกระจก*

บริษัทฯเป็นผู้ผลิตระบบผนังกระจกตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบเฉพาะสำหรับอาคารสูงแต่ละโครงการ ซึ่งกระบวนการผลิตเป็นแบบกลุ่ม (Batch Production) มีการจัดวางเครื่องจักรตามหน้าที่การใช้งานเป็นสถานี ซึ่งงานจะไหลไปตามสถานีงานต่าง ๆ ตามลำดับตามที่ระบุในใบคำสั่งผลิต โดยทำการสั่งผลิตเป็นล็อตย่อยให้สอดคล้องกับลำดับการติดตั้งของหน่วยงานก่อสร้าง

กระบวนการผลิตระบบผนังกระจก และชิ้นงานที่เป็นส่วนประกอบย่อยอาจมีขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกันออกไปเล็กน้อย ขึ้นกับลักษณะของอาคารซึ่งผู้ออกแบบ เป็นผู้กำหนด โดยทั่วไปขั้นตอนการผลิตหลักสำหรับกระบวนการผลิตระบบผนังกระจกดังต่อไปนี้

1. การเคลือบผิวอะลูมิเนียมเส้นเป็นการเคลือบผิวอะลูมิเนียม เพื่อให้มีสีสันสวยงามตามที่ผู้ออกแบบระบุและเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของวัสดุอะลูมิเนียม ปัจจุบันนิยมเคลือบสีด้วยสีผง (Powder Coat Paint) สีน้ำ (Liquid Paint) และ การชุบอะโนไดซ์ (Anodize) ส่วนมากนิยมทำการเคลือบสีวัสดุก่อนกระบวนการตัดแต่ง แต่ในบางกรณีลูกค้าอาจต้องการให้เคลือบสีภายหลังผ่านกระบวนการตัดแต่งเรียบร้อยแล้ว

2. การตัด (Cutting) เป็นการตัดอะลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัดให้มีความยาวและรูปแบบตามที่กำหนดในแบบ (Machine Drawing)

3. การตัดแต่ง (Fabrication) เป็นการเจาะรูและกัดบากชิ้นงาน ตามตำแหน่งและรูปแบบที่กำหนดในแบบ (Machine Drawing)

4. การผลิตชิ้นส่วนย่อยที่เป็นเหล็ก (Steel Part) เป็นการผลิตชิ้นส่วนย่อยที่ใช้ประกอบเข้ากับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกเพื่อแขวนกับอาคารในการติดตั้ง

5. การผลิตชิ้นส่วนแผ่นพับ (Bending Part) เป็นการผลิตชิ้นงานที่ต้องพับขึ้นรูป เชื่อม ชิ้นงานบางส่วนที่สามารถมองเห็นได้หลังการติดตั้งอาจต้องทำการเคลือบสีตามแบบ

6. การติดอะไหล่ (Parts Assembly) เป็นการนำชิ้นส่วนย่อยและอะไหล่ต่าง ๆ ติดเข้ากับชิ้นส่วนอะลูมิเนียมหลักแนวตั้ง (Mullion) และชิ้นงานอะลูมิเนียมหลักแนวนอน (Transom)

7. การประกอบกรอบอะลูมิเนียม (Frame Assembly) เป็นการนำชิ้นส่วนอะลูมิเนียมหลักที่ติดชิ้นส่วนย่อยไว้แล้ว มายึดเข้าด้วยกันเพื่อเป็นกรอบตามรูปแบบที่กำหนดในแบบ (Assembly Drawing)

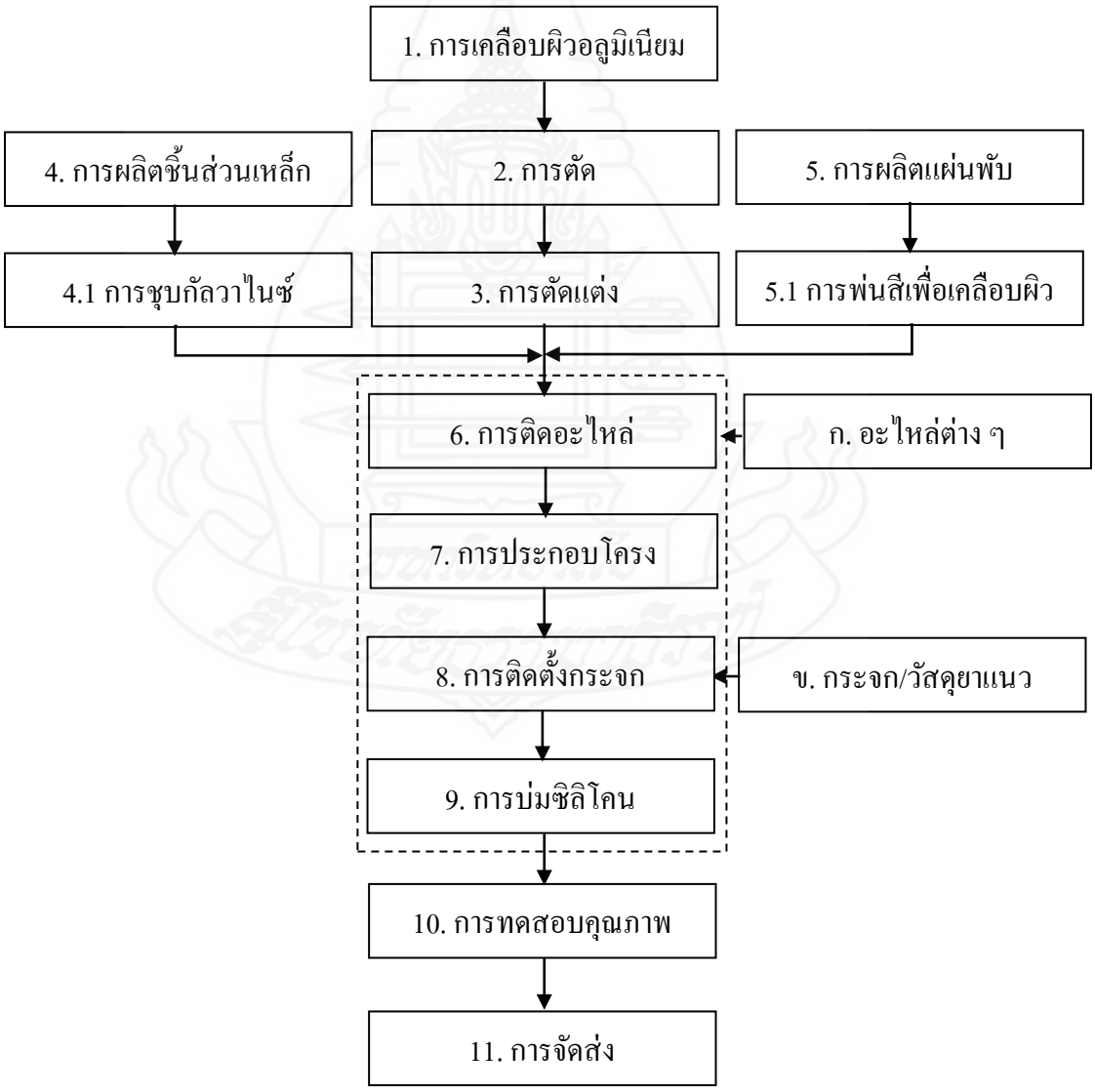
8. การติดตั้งกระจก (Glazing) เป็นการนำกระจกติดตั้งลงในกรอบอลูมิเนียมที่ประกอบไว้ และยาซิลิโคนเพื่อยึดกระจกและกรอบอลูมิเนียมให้ติดแน่นและตกแต่งผิวให้สวยงาม

9. การบ่มซิลิโคน (Curing) เป็นการบ่มซิลิโคนให้เกิดปฏิกิริยาเคมีโดยสมบูรณ์เพื่อประสิทธิภาพในการยึดเกาะและป้องกันการรั่วซึมของน้ำ

10. การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพเป็นการตรวจสอบและทดสอบขั้นสุดท้ายเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์มีความสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการส่งมอบให้ลูกค้า

11. การบรรจุและจัดส่ง (Packing and Delivery) เป็นกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในพัลเลตเหล็ก (Steel Pallet) หรือ ลังไม้ (Wooden Crate) และจัดส่งให้ลูกค้า

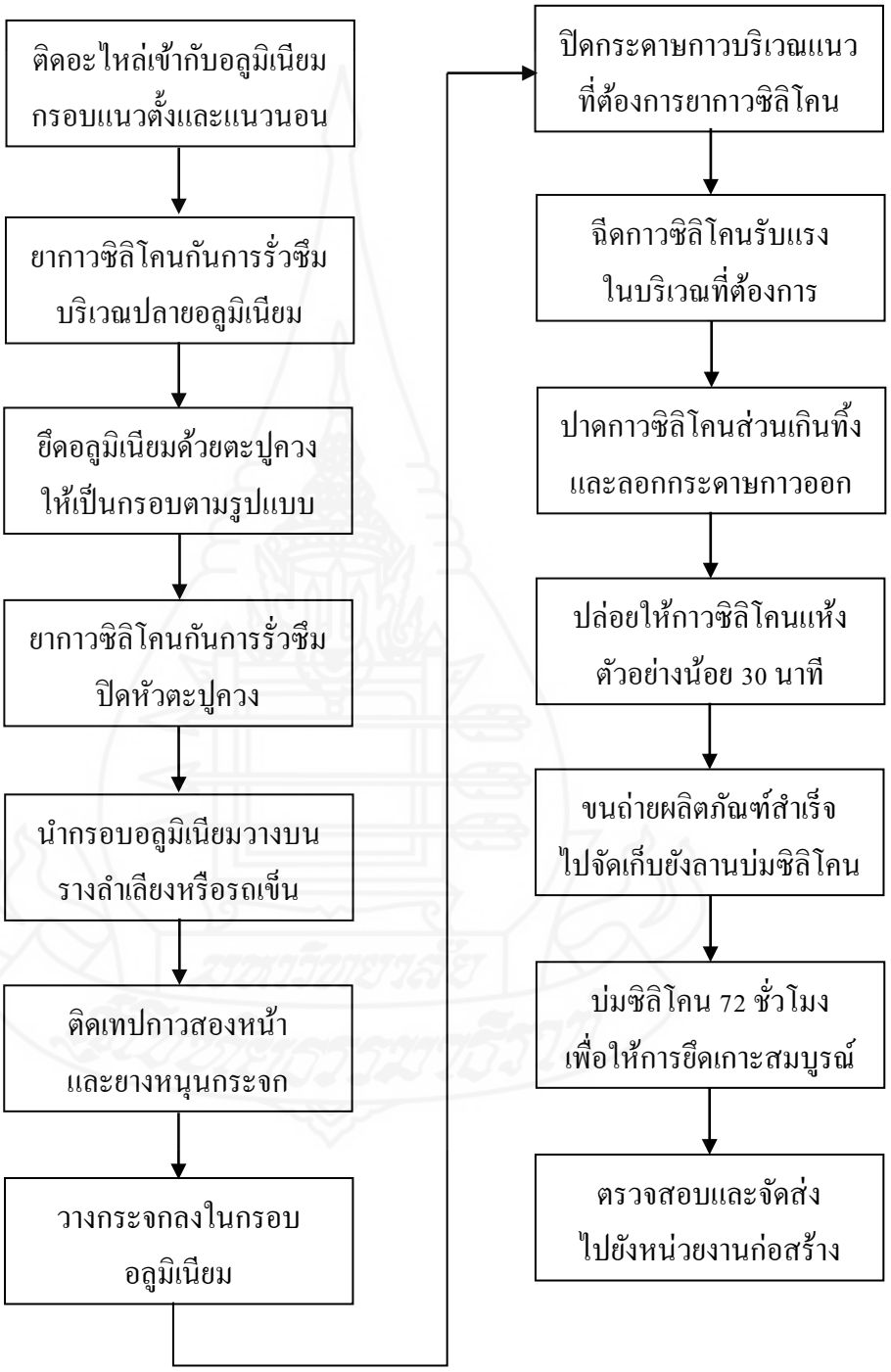
ขั้นตอนหลักกระบวนการผลิตระบบผนังกระจก แสดงดังภาพที่ 2.8




ภาพที่ 2.8 แผนผังกระบวนการผลิตหลักระบบผนังกระจก

**1.4 กระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก** (Assembly and Glazing)

กระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก เป็นกระบวนการผลิตขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตระบบผนังกระจกโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้




ภาพที่ 2.9 แผนผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกระบบผนังกระจก

## 2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.3 แนวคิดการออกแบบผังโรงงาน (Plant Layout Design)

#### *2.3.1 การวางผังโรงงาน (Plant Layout)*

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล (2550) ได้กล่าวว่า การวางผังโรงงาน คือแผนงานในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นและเหมาะสมในการผลิตภายในอาคารที่มีอยู่ รวมทั้งการวางผังโรงงาน หรือออกแบบอาคาร เพื่อทำให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ (2537 (2548 อ้างถึงใน ปัทมาพร ท่อชู. 2559: 91)) ได้กล่าวว่า การออกแบบผังโรงงาน (Plant Layout Design) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางเครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุ คน และสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหลาย เพื่อให้การปฏิบัติงานในโรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

วันชัย ริจิรวนิช (2548 อ้างถึงใน ปัทมาพร ท่อชู. 2559: 91) ได้กล่าวว่า การวางผังโรงงาน คือ การจัดระเบียบประสานงานของเครื่องจักรและสถานที่ทำงานอย่างได้ผลภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่ สำหรับการจัดวางผังโรงงาน โดยมีวัตถุประสงค์จะให้เกิดกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการดำเนินงาน

สมศักดิ์ ตรีสัตย์ (2555: อ้างถึงใน ปัทมาพร ท่อชู. 2559: 91) ได้กล่าวว่า การวางผังโรงงาน ( Plant Layout ) เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดวางเครื่องจักร อุปกรณ์ คน วัสดุ สิ่งอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการผลิต ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การปฏิบัติงานในโรงงาน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

สรุปการออกแบบผังโรงงาน เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางเครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุ คน และสิ่งอำนวยความสะดวกให้เหมาะสมในการผลิตภายในอาคารที่มีอยู่ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการดำเนินงานและเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่สำหรับจัดวางผังโรงงาน

#### *2.3.2 วัตถุประสงค์ของการวางผังหน่วยงาน*

1) เพื่อเพิ่มการใช้งานของพื้นที่ เครื่องจักร และคนงาน
2) เพื่อปรับปรุงการไหลของสารสนเทศ วัตถุดิบ และคนงาน
3) เพื่อเพิ่มขวัญกำลังใจ สภาพแวดล้อมในการทำงานให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น
4) เพื่อพัฒนาปฏิสัมพันธ์ของลูกค้ากับกิจการ
5) เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลง

### *2.3.3 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาวางผังโรงงาน*

1) การไหลของงาน (Flow of Work)

2) อุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling Equipment)

3) ความต้องการกำลังการผลิตและพื้นที่ (Capacity and Space Requirement)

4) การไหลของสารสนเทศ (Flows of Information)

5) ต้นทุนการเคลื่อนย้ายระหว่างพื้นที่ทำงาน (Cost of Moving Between Various Work Areas)

### *2.3.4 หลักการวางผังโรงงาน*

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบผังโรงงาน มีดังต่อไปนี้

1) ความคล่องตัวและการประสานงาน

2) การเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด

3) การควบคุมและติดตามได้ง่าย

4) การไหลของวัสดุ

5) การใช้พื้นที่

6) ความพึงพอใจและความปลอดภัย

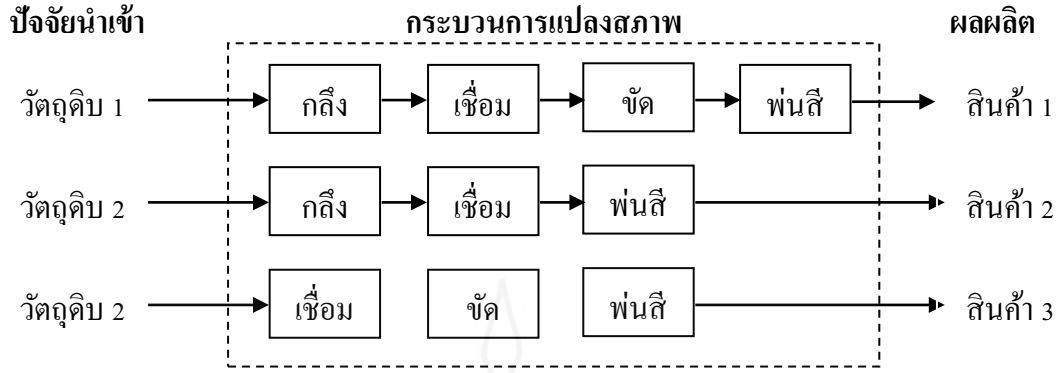
7) ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง

### *2.3.5 ชนิดของการวางผังโรงงาน (Classical Type of Plant Layout)*

โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ การวางผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout) การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout) และการวางผังโรงงานตามตำแหน่งของงาน (Fixed Position Layout) (ประภาศรี พงษ์ธนาพาณิช. 2558: 10-36)

*1) การวางผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout)*

การวางผังโรงงานแบบนี้ เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวหรือจำนวนผลิตภัณฑ์น้อยชนิด ซึ่งแต่ละชนิดทำการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยทำการผลิตในพื้นที่สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ๆ โดยเฉพาะ การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตจะจัดวางเรียงตามลำดับขั้นตอน โดยป้อนวัตถุดิบทางตำแหน่งต้นสายการผลิต ผ่านกระบวนการต่าง ๆ จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ออกมาทางตำแหน่งปลายสายการผลิตอย่างต่อเนื่อง การจัดวางผังโรงงานจะมีลักษณะเป็นสาย ดังภาพ 2.10




ภาพที่ 2.10 รูปแบบการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

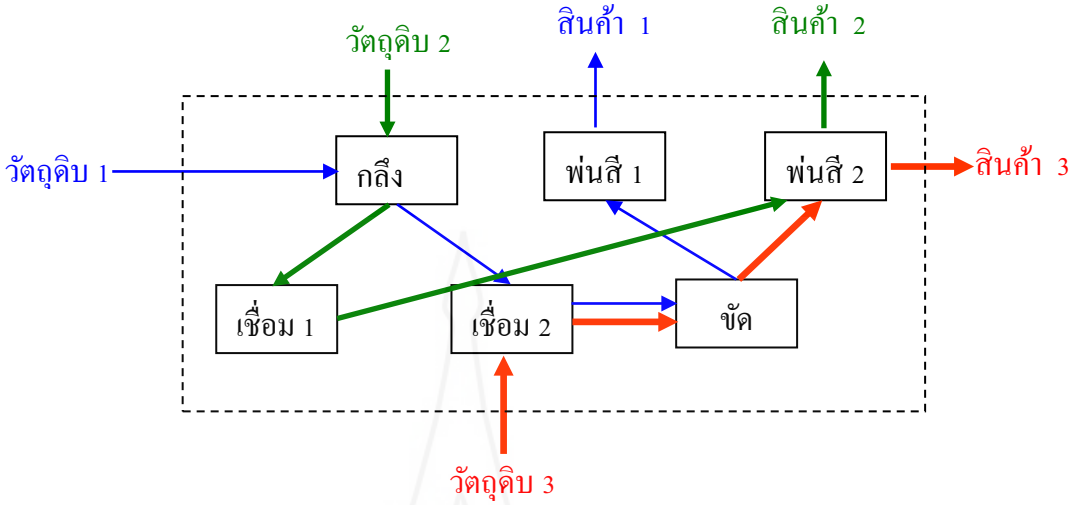
ข้อดี และข้อจำกัดของการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout) สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์

| ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|
| 1. อัตราการผลิตหรือการให้บริการสูง | 1. ขาดความยืดหยุ่นของกระบวนการ |
| 2. ต้นทุนการขนถ่ายวัสดุต่อหน่วยต่ำ | 2. ขาดความยืดหยุ่นของเวลาในการดำเนินงาน |
| 3. ต้นทุนการผลิตหรือให้บริการต่อหน่วยต่ำ | 3. มีการลงทุนสูงในเครื่องจักรและอุปกรณ์ |
| 4. มีงานระหว่างทำน้อย ไม่ต้องมีการรอคอย | 4. ไม่มีความเป็นอิสระแต่ละสถานีงาน |
| 5. เวลารวมในการดำเนินงานต่ำ | 5. พนักงานอาจเบื่อหน่ายจากการทำงานซ้ำ ๆ |
| 6. ต้นทุนในการฝึกอบรมต่ำ | 6. พนักงานอาจไม่ใส่ใจคุณภาพเพราะเร่งผลิต |
| 7. วางแผนและควบคุมการดำเนินงานได้ง่าย | 7. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง เพราะหาก |
| 8. มีการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อน | เครื่องจักรเสียต้องหยุดทั้งสายการผลิต |

*2) การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)*

การวางผังโรงงานแบบนี้ เป็นการจัดวางเครื่องจักรและอุปกรณ์ประเภทเดียวกันให้รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือในบริเวณเดียวกัน ซึ่งเป็นการวางผังโรงงานตามชนิดของเครื่องจักรนั่นเอง โดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานเหมือนกันมีการจัดวางไว้ให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตจำนวนไม่มาก ขนาดของผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายไม่แน่นอน การวางผังโรงงานแบบนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิตมีลักษณะดังภาพที่ 2.11




ภาพที่ 2.11 รูปแบบการวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

ข้อดีและข้อจำกัดของการวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout) สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต

| ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|
| 1. มีความยืดหยุ่นสูง ขยายกำลังการผลิตได้ง่าย | 1. ปริมาณและต้นทุนงานระหว่างทำสูง |
| 2. เมื่อเครื่องจักรเสียไม่กระทบการผลิตมากนัก | 2. การจัดลำดับการผลิตทำได้ยาก |
| 3. ใช้ประโยชน์เครื่องจักรได้เต็มที่ | 3. เวลาในการดำเนินงานสูง มีการรอคอยงาน |
| 4. การลงทุนในเครื่องจักรต่ำ | 4. การขนถ่ายวัสดุล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ |
| 5. สามารถใช้ระบบจูงใจแรงงานได้ เนื่องจากพนักงานทำการผลิตโดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา | 5. มีความซับซ้อนของงาน<br>6. ต้นทุนต่อหน่วยสูงเพราะปริมาณผลผลิตต่ำ |

*3) การวางผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ (Fixed Position Layout)*

การจัดวางผังโรงงานแบบนี้เป็นการจัดวางผังโรงงานโดยให้ชิ้นส่วนหลักของผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ แล้วเคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร และแรงงาน เข้าไปหาส่วนประกอบหลัก เพื่อทำการผลิต ตัวอย่างการจัดวางผังแบบนี้ได้แก่ โรงงานผลิตเครื่องบิน

อู่ต่อเรือ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ เคลื่อนย้ายลำบาก จึงต้องเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เข้าไปหาผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2.12 รูปแบบการวางผังโรงงานแบบตำแหน่งของงานอยู่กับที่ (Fixed Position Layout) ของโรงงานผลิตเครื่องบินแอร์บัส

ที่มา: http://www.reuters.com

ข้อดีและข้อจำกัดของการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout) สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2.3

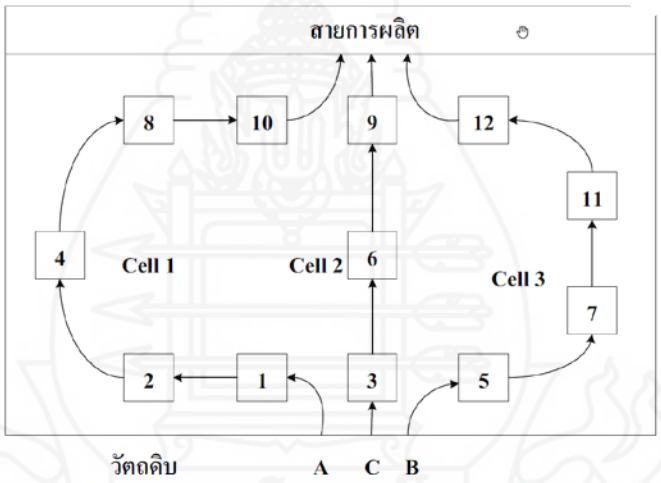
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานแบบตำแหน่งของงานอยู่กับที่

| ข้อดี | ข้อจำกัด |
|---|---|
| 1. มีความยืดหยุ่นสูงเมื่อเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ | 1. ไม่สามารถผลิตครั้งละมาก ๆ ได้ |
| 2. ลดการขนย้ายสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ | 2. ไม่สามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่มาใช้ได้ |
| 3. กำหนดความรับผิดชอบคุณภาพได้ง่าย | |
| 4. ค่าใช้จ่ายในการจัดวางผังต่ำ | |
| 5. การวางแผนการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน | |

*4) การวางผังการผลิตแบบผสมผสาน (Combine Layout)*

โดยทั่วไปการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์จะมีต้นทุนการดำเนินงานต่อหน่วยที่ต่ำกว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าการวางผังตามกระบวนการ แต่การวางผังตามกระบวนมีข้อดีคือความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้า ดังนั้นสถานประกอบการบางแห่งได้นำจุดเด่นของการวางผังตามผลิตภัณฑ์และการวางผังตามกระบวนการมาวางผังหน่วยงานโดยผสมผสาน (Combine Layout) และได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดวางผังเรียกว่าการวางผังการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing Layout)

การวางผังการผลิตแบบเซลล์ เป็นการจัดเครื่องจักรหลายเครื่องรวมกันเป็นกลุ่มที่เรียกว่าเซลล์ (Cell) โดยคำนึงถึงความจำเป็นในการใช้งานเพื่อผลิตงานที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการวางผังตามผลิตภัณฑ์ขนาดย่อม เพื่อทำการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ และนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ไปประกอบเข้าด้วยกัน




ภาพที่ 2.13 รูปแบบการวางผังโรงงานแบบกลุ่ม (Cellular Layout)

## 2.4 แนวคิดการออกแบบกำลังการผลิต (Production Capacity Design)

ความหมายของกำลังการผลิต (Production Capacity)

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2538: 11) ได้กล่าวว่า กำลังการผลิต (Production Capacity) หมายถึงความสามารถสูงสุดที่เครื่องจักร และปัจจัยการผลิตจะสามารถผลิตสินค้า หรือให้บริการได้ในช่วงเวลาที่กำหนด กำลังการผลิตโดยทั่วไปมีหน่วยเป็นปริมาณผลผลิตต่อหน่วยเวลา เช่น ชิ้นต่อเดือน หรือตันต่อปี เป็นต้น ผู้บริหารการผลิตจะต้องสนใจในกำลังการผลิตด้วยเหตุผลหลายประการ

ด้วยกัน ประการแรก ผู้บริหารจะต้องวางแผนการผลิตสินค้าและบริการได้ตามความต้องการของลูกค้า ประการที่สอง กำลังการผลิตที่มีอยู่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดำเนินการ ตลอดจนการจัดลำดับ การผลิตและต้นทุนในการผลิต ประการสุดท้าย การที่จะได้มาซึ่งกำลังการผลิตจะต้องมีการลงทุน การตัดสินใจว่าจะขยายกำลังการผลิตไปมากน้อยเพียงใดจึงจะให้ผลตอบแทนสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ผู้บริหารจะต้องรู้

สุวีณา ตั่งโพธิสุวรรณ 2558: 13-6 ) ได้กล่าวว่า กำลังการผลิต (Capacity) คือ อัตราการผลิตสูงสุดที่หน่วยผลิตหนึ่งสามารถผลิตได้ หน่วยผลิตอาจเป็นเครื่องจักร กระบวนการผลิต โรงงานหรือบริษัท

สมพล ทุ่งหว้า (2547: 226) กำลังการผลิต (Capacity) คือ อัตราสูงสุดของผลผลิตหรือบริการที่ระบบการผลิตขององค์การสามารถผลิตผลผลิตออกมาให้ได้ในช่วงเวลาหนึ่งของการวัดเป็นหน่วยของผลผลิตต่อหน่วยของเวลา

สรุปกำลังการผลิต (Capacity) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่คาดหวังในการผลิตของกระบวนการผลิตต่อหน่วยของเวลา

**2.5 แนวคิดประสิทธิภาพ (Efficiency)**

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง กระบวนการ วิธีการ หรือการกระทำ ใด ๆ ที่นำไปสู่ผลสำเร็จ โดยใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อันได้แก่ ทรัพยากรทางธรรมชาติ แรงงาน เงินทุน และวิธีการดำเนินการหรือประกอบการ ที่มีคุณภาพสูงสุดในการดำเนินการได้อย่างเต็มศักยภาพ เช่นเดียวกับนักวิจัยท่านอื่นที่ศึกษาไว้ดังนี้

นิตย์ สัมมาพันธ์ (2546: 207) ให้แนวคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพหมายถึง ความสามารถที่จะนำทรัพยากรที่มีอยู่ออกมาใช้อย่างประหยัด ในการพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

วันชัย ริจิรวนิช (2550 อ้างถึงใน นิคม ณ ลำพูน 2555: 5) ได้อธิบาย “ประสิทธิภาพ” ในทางวิศวกรรมด้วยสูตร

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

โดย Output คือ รูปของพลังงานหรืองานที่ได้

Input คือ รูปของพลังงานหรืองานที่ใส่เข้าไปในกระบวนการ

พนิดา หวานเพ็ชร (2555: 11) ประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐศาสตร์นั้นหมายถึง การผลิต สินค้าและการบริการให้มากที่สุด มีองค์ประกอบ 5 อย่าง คือ ต้นทุน(Cost) คุณภาพ (Quality) ปริมาณ (Quantity) เวลา (Time) และกระบวนการในการผลิต (Method)

นิคม ณ ลำพูน (2552: 5) ประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้ทรัพยากร ในการดำเนินการใด ๆ ที่มุ่งหวังผลสำเร็จและผลสำเร็จนั้นต้องได้มาโดยการใช้ทรัพยากรที่น้อยที่สุด ทั้งในเรื่องของระยะเวลา ทรัพยากร แรงงาน และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการ

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้กระบวนการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

**2.6 แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)**

สมบัติ นพรัก (2549: 1) กล่าวว่า ไคเซ็น (Kaizen) เป็นภาษาญี่ปุ่น หมายถึง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง และยังหมายถึงวิธีการดำเนินการปรับปรุงที่เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งผู้บริหารและผู้ร่วมงาน ปรัชญาของไคเซ็นถือว่าวิถีชีวิตของคนเราเป็นชีวิตแห่งการทำงาน ชีวิตทางสังคม และชีวิตทางครอบครัวที่ควรจะได้รับการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ ไคเซ็นในความหมายเชิงการบริหารงานอุตสาหกรรม จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่อยเป็นค่อยไปและสม่ำเสมอ หรือเป็นการปรับปรุงคุณภาพ การทำงานทันเวลา การบริหารงานโดยไม่บกพร่อง การร่วมมือกันทำงาน การปรับปรุงผลิตภาพเป็นต้น

สุรศักดิ์ สุทองวัน. (2549: 5) กล่าวว่า ไคเซ็น (Kaizen) คือ การปรับปรุงการดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่องและผลักดันนวัตกรรมใหม่และวิวัฒนาการ อยู่ตลอดเวลา

กล่าวโดยสรุป ไคเซ็น (Kaizen) เป็นคำที่มาจากภาษาญี่ปุ่นคือคำว่า “ไค (Kai)” หมายถึงเปลี่ยนแปลง กับคำว่า “เซ็น (Zen) ” หมายถึง ดี ดังนั้น “ไคเซ็น” จึงหมายความว่า การเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งในการปรับปรุง (Improvement) การทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยมุ่งเน้นที่การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคนในองค์กรให้แสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้นอยู่เสมอ และมีการดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Continuous Improvement)

แนวคิดแบบ “ไคเซ็น” เป็นแนวคิดที่จะช่วยรักษามาตรฐานเดิมให้คงอยู่ และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น หัวใจสำคัญของไคเซ็นคือการใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงานโดยลงทุนเพียงเล็กน้อย เป็นการปรับปรุงแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดนวัตกรรม (Innovation) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด ต้องใช้เงินลงทุนสูง ใช้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนระดับสูง

### *2.6.1* ขั้นตอนการทำไคเซ็น

การทำไคเซ็นโดยใช้หลักการ PDCA หรือ (Plan-Do-Check-Act) เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ และปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม ส่งผลให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพเพิ่มขึ้น วงจร PDCA นี้ได้พัฒนาขึ้นโดย ดร.ชิวฮาร์ท ต่อมา ดร.เดมมิ่งได้นำมาเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติไคเซ็นได้ดังนี้

P-Plan หมายถึง ขั้นการวางแผน ในช่วงของการวางแผนจะมีการศึกษาปัญหาพื้นที่หรือกระบวนการที่ต้องการปรับปรุงและจัดทำมาตรวัดสำคัญ (Key Metrics) สำหรับติดตามวัดผล เช่น รอบเวลา (Cycle Time) เวลาการหยุดเครื่อง (Downtime) เวลาการตั้งเครื่อง อัตราการเกิดของเสีย เป็นต้น โดยมีการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย (Small Group Activity) เพื่อระดมสมองแสดงความคิดเห็นร่วมกัน พัฒนาแนวทางสำหรับแก้ปัญหาในเชิงลึก ดังนั้นผลลัพธ์ในช่วงของการวางแผนจะมีการเสนอวิธีการทำงานหรือกระบวนการใหม่แทนแนวทางเดิมโดยสมาชิกของกลุ่ม

D-Do ในช่วงนี้จะมีการนำผลลัพธ์หรือแนวทางในช่วงของการวางแผนมาใช้ดำเนินการสำหรับกิจกรรมการปรับปรุง (Kaizen Events) ภายในช่วงเวลาอันสั้นโดยมีผลกระทบต่อเวลาทำงานน้อยที่สุด (Minimal Disruption) ซึ่งอาจใช้เวลาหลังเลิกงานหรือช่วงของวันหยุด

C-Check โดยใช้มาตรวัดที่จัดทำขึ้นสำหรับติดตามวัดผลการดำเนินกิจกรรมตามวิธีการใหม่ (New Method) เพื่อเปรียบวัดประสิทธิผลกับแนวทางเดิม หากผลลัพธ์จาก แนวทางใหม่ไม่สามารถบรรลุตามเป้าหมาย ทางทีมงานอาจพิจารณาแนวทางเดิม หรือดำเนินการค้นหาแนวทางปรับปรุงต่อไป

A-Act โดยนำข้อมูลที่วัดผลและประเมินในช่วงของการตรวจสอบ เพื่อใช้สำหรับดำเนินการปรับปรุงแก้ไข (Corrective Action) โดยทีมงานไคเซ็น ซึ่งผู้บริหารต้องให้การสนับสนุน เพื่อมุ่งบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของโครงการ ในช่วงของการดำเนินกิจกรรมไคเซ็นหรือกิจกรรมการปรับปรุง (Kaizen Event) ทางทีมงานปรับปรุงจะมุ่งค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของความ สูญเปล่าและใช้ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เพื่อขจัดความสูญเปล่า โดยมีการทำงานร่วมกับทีมงานข้ามสายงานอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลา 3-10 วัน และมีการติดตาม (Follow Up) ผลลัพธ์ หรือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใน 30 วัน หลังจากดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง (Kaizen Event) รวมทั้งมีการจัดทำมาตรฐานกระบวนการ (Process Standardization)

### *2.6.2 การวัดผลการทำไคเซ็น*

การวัดผลลัพธ์ของไคเซ็นนั้นควรวัดที่มุมมองเชิงวัตถุประสงค์ของระบบไคเซ็น ซึ่งสามารถวัดได้ใน 6 มุมมอง คือมุมมองด้านปริมาณ 1 ข้อ และ ด้านคุณภาพ 5 ข้อ เพื่อติดตามการบรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. จำนวนของการปรับปรุงต่อคนต่อเดือน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดปริมาณของแนวคิดใหม่ ๆ ที่ได้จากการระดมสมองของพนักงานในทีม ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหลัก

2. ชนิดของไคเซ็น เป็นการวัดคุณภาพพื้นฐาน เพื่อชี้ให้เห็นว่าจะทำไคเซ็นโดยมีจุดมุ่งหมายใด เช่น การพัฒนาระบบ การลดต้นทุน หรือการพัฒนาตนเอง

3. การสนับสนุน เป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในทีม ซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนคนที่เกี่ยวข้องกับการนำสิ่งที่คิดไปประยุกต์ใช้

4. ความคิดริเริ่ม เพื่อดูแนวคิดใหม่ที่เกิดขึ้น

5. ความคงตัว บ่งบอกถึงระยะเวลาในการนำแนวคิดไคเซ็นไปใช้ เช่น อยู่ระหว่างทดลองใช้ อยู่ระหว่างใช้ชั่วคราว หรือนำไปใช้ตลอดไป

6. การได้รับประโยชน์ บ่งบอกถึงความกว้างของประโยชน์ว่าครอบคลุมมากน้อยเพียงใด เช่น เป็นประโยชน์เฉพาะตนเองเป็นประโยชน์เฉพาะหน่วยงานที่ตนสังกัด หรือเป็นประโยชน์ทั้งบริษัท

## 2.7 แนวคิดการปรับปรุงกระบวนการทำงาน (Process Improvement)

เป็นการศึกษากระบวนการและวิธีการทำงานในเชิงลึกอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างสรรค์และค้นหาแนวทางหรือวิธีการทำงานที่ดีกว่าเดิม ตั้งแต่ระดับกระบวนการ และขั้นตอนในการทำงาน (process) การปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน (operation) และวิธีการปฏิบัติงาน (activities) ซึ่งอาจแบ่งการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

### *2.7.1 ศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบัน (Process Mapping)*

เป็นการเก็บข้อมูลและใช้แผนภูมิต่าง ๆ เช่น Process Chart, Flow Chart, Operations Chart, Activity Chart, Service Blueprint เป็นต้น นอกจากนี้ควรศึกษารายละเอียดของการดำเนินงานทั้งในด้าน Input, Output การใช้บุคลากรในการทำงาน การตัดสินใจที่จะต้องเกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงาน ต้นทุน การใช้พื้นที่ รวมทั้งของเสีย และอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บจากการทำงาน เป็นต้น และควรมีการจัดทำเอกสารการศึกษาเหล่านี้อย่างเป็นระบบ

*2.7.2 วิเคราะห์ลักษณะการทำงานในปัจจุบัน (Process Analysis)*

เป็นการวิเคราะห์ตามหลักการของ Method Study หรือ Motion and Time Study หรืออาจตั้งคำถามเหล่านี้ เช่น

1) การไหลเวียนของงานเหมาะสมหรือไม่
2) มีขั้นตอนใดบ้างที่ถูกมองข้ามหรืองดเว้นไม่มีการปฏิบัติ
3) มีขั้นตอนใดบ้างหรือไม่ที่มีการทำงานซ้ำซ้อนกับขั้นตอนอื่น
4) ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีความจำเป็นจริงหรือไม่ มีขั้นตอนใดที่กำจัดลงได้หรือไม่
5) ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีการเพิ่มคุณค่าให้กับชิ้นงานได้หรือไม่อย่างไรและมากน้อยเพียงใด
6) ขั้นตอนนั้น ๆ มีการก่อให้เกิดของเสียบ้างหรือไม่อย่างไร
7) สามารถทำให้ระยะเวลาของขั้นตอนนั้น ๆ สั้นลงได้หรือไม่อย่างไร
8) สามารถทำให้ต้นทุนของขั้นตอนนั้น ๆสั้นลงได้หรือไม่ อย่างไร
9) มีโอกาสที่จะควบหรือรวมการทำงานจาก 2 ขั้นตอนหรือมากกว่านั้นให้ลงมาเหลือขั้นตอนเดียวได้หรือไม่ อย่างไร

***2.7.3* ออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ (Redesign the Process)**

เป็นการนำผลของการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของปัจจุบันมาออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ โดยอาศัยหลักการ ECRS

| | | |
|---|---|---|
| E: Eliminate | หมายถึง | การตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการทำงาน |
| C: Combine | หมายถึง | การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน |
| R: Rearrange | หมายถึง | การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม |
| S: Simplify | หมายถึง | การปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยให้สามารถทำงานได้ง่ายขึ้น |

**2.8 แนวคิดความสูญเสีย 7 ประการ ในกระบวนการผลิต (7 Wastes of Production Process)**

ความสูญเสีย (Wastes) คือ การสูญเสียทรัพยากรการผลิตที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) และการส่งมอบ (Delivery) แนวคิดดังกล่าวคิดค้น โดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ถึงแม้แนวคิดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ จะเกิดจากภาคอุตสาหกรรมการผลิต แต่ใน

ภาคบริการหรืองานสนับสนุนสามารถนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเปล่า 7 ประการ ดังนี้

***2.6.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกิน (Over Production)***

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนว ความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่คำนึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process: WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

***2.6.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)***

ความสูญเปล่าที่เกิดจากวัสดุคงคลังอาจไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงาน แต่การที่ต้องสร้างโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะต้องเสียค่าใช้จ่าย เพื่อการควบคุมดูแลรักษา ค่าเช่าโกดัง ค่าแรงพนักงานที่ต้องคอยดูแลวัสดุหรือสินค้าต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

***2.6.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)***

การขนส่ง เป็นกิจกรรมที่ทำให้วัสดุแต่ละชนิดภายในโรงงานเกิดการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงสถานที่ เพื่อทำให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ถ้าการบริหารจัดการและควบคุมการขนส่งไม่เหมาะสมก็จะทำให้ต้นทุนการขนส่งสูงขึ้น เช่น การขนถ่ายวัสดุซ้ำซ้อน การเลือกเส้นทางการขนส่งไม่เหมาะสม ดังนั้น จึงต้องควบคุม และลดระยะทางการขนส่งวัสดุให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น เพราะการขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และในกรณีนี้จะไม่พิจารณาการขนส่งภายนอกโรงงาน

***2.6.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)***

เป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว หรือการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น โต๊ะทำงาน หรือวิธีการทำงาน ก่อนอื่นจะต้องขจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว ได้แก่ การหยิบออกมาวางไว้ก่อน การก้มการเอียง เช่น การหยิบชิ้นส่วนจากด้านหลัง หรือการทำงานโดยใช้มือเพียงข้างเดียว ในสถานประกอบการที่ต้องทำงานแข่งกับเวลา ความสูญเปล่าด้านนี้จะสำคัญมาก เช่น โรงงานเย็บเสื้อผ้า โรงงานผลิตรองเท้า และโรงงานผลิตฟุตบอล เป็นต้น ดังนั้นมักจะพบได้ภายในโรงงานทั่วไป โดยเกิดจากการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม และขาดมาตรฐานในการทำงาน ส่งผลให้คุณภาพของงานที่ออกมาไม่มีความสม่ำเสมอ หรือต้องใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น

***2.6.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)***

การมีขั้นตอนการผลิตที่มากเกินความจำเป็น หรือกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำกันหลายขั้นตอนเกินความจำเป็น จะทำให้เกิดความล่าช้า ในการผลิต เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพควรจะรวมอยู่ในกระบวนการผลิต โดยให้พนักงานผลิตเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือระหว่างรอคอยเครื่องจักรทำงาน

***2.6.6 ความสูญเสียเนื่องจากการคอยงาน (Waiting)***

การคอยงานเกิดจากการขาดความสมดุล อันเนื่องมาจากการวางแผนการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตที่ไม่ดีพอ ไม่ว่าจะมีสาเหตุ จากความไม่สมดุลของความเร็วในการผลิต ความล่าช้าในการผลิต ระยะทางระหว่างกระบวนการผลิตที่ห่างไกลกัน การเติมวัตถุดิบในคลังสินค้า ความไม่สัมพันธ์ของเครื่องจักรอัตโนมัติกับพนักงานที่ทำงานแบบใช้มือทำ หรือแม้กระทั่งจากความสามารถของพนักงานเก่ากับพนักงานใหม่ในการส่งมอบงานต่อกัน เป็นต้น

***2.6.7 ความสูญเสียเนื่องจากงานเสีย (Defect)***

ความสูญเปล่าที่เกิดจากงานเสีย รวมไปถึงการที่ไม่สามารถแก้ไขงานเสียนั้นได้ทันที โดยเฉพาะในกรณีที่ทำการผลิตเป็นจำนวนมาก จะมีงานสะสมอยู่ระหว่างแต่ละกระบวนการค่อนข้างมาก อันมีผลทำให้การตรวจพบงานเสียนั้นกระทำได้ช้า นอกจากนี้ความสูญเปล่าของงานที่เสีย ยังรวมถึงความสูญเปล่าของการซ่อมงาน ในส่วนของสำนักงานได้แก่ การพิมพ์รายงานผิดต้องเสียเวลาพิมพ์ใหม่ นอกจากนี้เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

## 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศักดิ์ชัย ฤาชา (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การเปลี่ยนแปลงแผนผังโรงงานที่มีผลต่อกำลังการผลิต ของโรงงานผลิตชุดข้อต่อสายห้ามล้อรถยนต์ โดยการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ และแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตชุดข้อต่อสายห้ามล้อรถยนต์ ผลจากการวิเคราะห์แผนผังโรงงานการผลิตชุดข้อต่อสายห้ามล้อรถยนต์ ของทั้งแบบเดิมและแบบใหม่ พบว่าการไหลของวัสดุของแผนผังโรงงานใหม่จะมีการไหลของวัสดุที่ดีกว่าโดยมีระยะทางในการขนย้ายวัสดุหรือชิ้นงานที่สั้นกว่าแผนผังโรงงานเดิม เท่ากับ 78 เมตร คิดเป็นร้อยละ 53.57 สามารถลดเวลา

ในการขนย้ายชิ้นงานเท่ากับ 10 นาที คิดเป็นร้อยละ 33.22 ตลอดจนพื้นที่รวมการใช้งานของกระบวนการผลิตชิ้นงาน โดยแผนผังโรงงานใหม่จะมีพื้นที่รวมการใช้งานมากกว่าแผนผังโรงงานใหม่เท่ากับ 457.71 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 73.79

พรพรหม เอกวัฒน์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการล้างแขนจับยึดหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยการลดรอบเวลาที่ใช้ในการล้างงานลงจากการศึกษาเวลาของกระบวนการ และวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิหลายกิจกรรมทำให้ทราบว่ารอบเวลาการล้างในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 566 วินาที ในขณะที่รอบเวลา การล้างที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 486 วินาที จากการทดลองลดเวลาในการล้างงานพบว่าสามารถลดเวลาในการล้างงานลงเหลือ 120 วินาที

จินตรัตน์ ศรีสุพรรณ (2557: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยนำหลักการไคเซ็นและแนวความคิดแบบลีนมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ ซึ่งการศึกษาเบื้องต้นพบว่าในสายการผลิตประกอบด้วยชุดเครื่องจักร 4 เครื่องเป็นขั้นตอนสำคัญที่เป็นคอขวดในการผลิตชิ้นงานดังนั้นจึงมีการติดตั้งระบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต ผลที่ได้จากการปรับปรุงการผลิตนี้ทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานจาก 2 คน เหลือพนักงาน 1 คน และลดต้นทุน ในการผลิตกว่า 200,000 บาทต่อปี (ต้นทุนการผลิตลดลง 50.1%) มีระยะเวลาคืนทุน 1.27 ปี

ภราดร อัมวัน (2558: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ อันได้แก่การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) สายธารแห่งคุณค่า และการวิเคราะห์แผนภาพกิจกรรมในการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังได้นำหลักการ ECRS มาใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการในสายการผลิต ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดรอบเวลาในการผลิตจาก 211.6 วินาที เป็น 141.3 วินาที กับจำนวนสถานีงานลดลงจาก 11 สถานี เหลือ 6 สถานี สามารถลดจำนวนพนักงานลงจาก 12 คน เหลือ 8 คน ในขณะที่ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.1

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของสายการติดตั้งกระจกสำหรับการผลิตระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

## 1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 ศึกษาแนวคิดการออกแบบผังโรงงาน การออกแบบกำลังการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การวิเคราะห์งาน การศึกษานี้ได้ศึกษาจากเอกสาร ตำราทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อการเพิ่มผลผลิต และลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตต่าง ๆ

1.2 ศึกษาผังโรงงานแห่งที่สองของบริษัทเอกชนกรณีศึกษา โดยศึกษาจากแผนผังฉบับปรับปรุงล่าสุดจัดทำโดยแผนกวิศวกรรมของบริษัท โดยวิเคราะห์การวางผังกระบวนการผลิตเพื่อให้ทราบข้อจำกัดต่าง ๆ ของการวางผังโรงงานและกระบวนการผลิต ณ ปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสายการติดตั้งกระจก

1.3 ศึกษากระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก ของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมซึ่งเป็นรางลูกกลิ้งลำเลียง โดยการสังเกตการณ์การปฏิบัติงานของพนักงานส่วนประกอบและติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่สองเพื่อให้ทราบวิธีการปฏิบัติงานและปัญหาต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

1.4 ประชุมระดมความคิดและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป โดยเชิญผู้เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นประกอบด้วย ผู้จัดการสายปฏิบัติการ ผู้จัดการแผนกผลิต 1 ผู้จัดการแผนกผลิต 2 ผู้จัดการแผนกวางแผนการผลิต หัวหน้าส่วนวางแผนการผลิต หัวหน้าส่วนขนส่ง หัวหน้าส่วนประกอบและติดตั้งกระจก หัวหน้ากลุ่มประกอบและติดตั้งกระจก โดยผู้จัดการสายปฏิบัติการเป็นประธานในการประชุม โดยใช้เครื่องมือผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือ ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) ในการระดมความคิดเห็นหลังจากทราบสาเหตุ

ของปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้ผลิตผลต่ำกว่าเป้าหมาย จึงกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละรายการ

1.5 ดำเนินการออกแบบและปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก สำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป โดยมอบหมายให้หัวหน้าส่วนวางแผนการผลิตเป็นผู้ดำเนินการออกแบบรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้ หลังจากออกแบบเสร็จแล้วจึงส่งให้วิศวกรประจำสำนักงานใหญ่และผู้จัดการแผนกออกแบบพิจารณารายละเอียด และทำรายการคำนวณเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย ทั้งต่อผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง หลังจากได้รับการยืนยันแล้วจึงสั่งผลิตรถเข็นต้นแบบจำนวน 1 ชุด เพื่อทดสอบการใช้งานจริง เพื่อให้รับทราบข้อจำกัดและอุปสรรคในการใช้งานโดยให้ผู้จัดการแผนกผลิตโรงงาน 2 และหัวหน้ากลุ่มประกอบและติดตั้งกระจกเป็นผู้ดำเนินการทดสอบและสรุปผล เพื่อนำไปปรับปรุงแบบรถเข็นให้เหมาะสมต่อการใช้งานจริง หลังจากปรับปรุงแบบเรียบร้อยแล้วจึงสั่งผลิตรถเข็นจำนวนทั้งสิ้น 25 ชุด เพื่อนำมาทดลองใช้งานแทนรางลูกกลิ้งลำเลียง

1.6 รวบรวมข้อมูลผลการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ของโรงงาน

1.7 วิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่

1.8 สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 โดยแบ่งออกเป็นสองช่วงเวลาคือช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก ซึ่งใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับวางกรอบอลูมิเนียมเพื่อการติดตั้งกระจกและยาแนวกาวซิลิโคนรับแรงชนิดสองส่วนผสม โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กระบวนการผลิตนั้นอยู่ในภาวะปกติ และช่วงเวลาหลังการปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก ซึ่งใช้รถเข็นชนิดเคลื่อนที่ได้แทนรางลูกกลิ้งลำเลียง โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 โดยมีแผนปฏิบัติงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

| หัวข้อ | พ.ศ. 2560 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. |
| 1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัย | ——— | ——— | ——— | ——— | ——— | | | |
| 2. ศึกษาผังโรงงานกรณีศึกษา | ——— | | | | | | | |
| 3. ศึกษากระบวนการผลิตระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูป | ——— | | | | | | | |
| 4. ประชุมระดมความคิด | ——— | | | | | | | |
| 5. ออกแบบรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้ เพื่อใช้แทนรางลูกกลิ้งสำหรับสายการติดตั้งกระจกและผลิตรถเข็นต้นแบบ | ——— | | | | | | | |
| 6. ทดลองใช้งานรถเข็นต้นแบบ และปรับปรุงแก้ไข | | ——— | | | | | | |
| 7. สั่งผลิตรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้ | | ——— | | | | | | |
| 8. ใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทนรางลูกกลิ้งลำเลียง | | | ——— | ——— | | | | |
| 9. รวบรวมข้อมูลผลผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและแบบใหม่ | ——— | ——— | ——— | ——— | | | | |
| 10. วิเคราะห์ สรุปผล และเสนอแนะ | | | | | ——— | | | |
| 11 จัดทำรูปเล่ม | | | | | ——— | ——— | | |

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

**2.2 แผนผังโรงงานแห่งที่สอง**

เพื่อใช้วิเคราะห์รูปแบบการจัดวางผังโรงงาน เพื่อศึกษาข้อจำกัดของการจัดวางผังโรงงานแห่งที่สอง

**2.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต** สำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก เพื่อใช้ศึกษากระบวนการต่าง ๆ ของแต่ละส่วนงานที่ต้องดำเนินการหลังจากได้รับใบคำสั่งผลิตจากส่วนวางแผนการผลิต จนถึงขั้นตอนการจัดส่งสินค้า

**2.4 ผังแสดงเหตุและผล**

เพื่อใช้สำหรับระดมความคิดเห็นของพนักงานตั้งแต่ระดับหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้าส่วน ผู้จัดการแผนก ผู้จัดการสาย ในการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาผลผลิตต่ำกว่าเป้าหมายของสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จ ของโรงงานแห่งที่สอง

**2.5 ผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง**

เพื่อใช้ศึกษาข้อจำกัดของสายการติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบเดิม

**2.6 ผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกแบบรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้**

เพื่อใช้ศึกษาข้อจำกัดของสายการติดตั้งกระจก สำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบใหม่

## 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

**3.1 ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)**

จากฐานข้อมูลรายงานผลผลิตประจำวัน ซึ่งผู้จัดการแผนกผลิต 2 เป็นผู้บันทึกข้อมูลจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ประกอบและติดตั้งกระจกสำเร็จในแต่ละวัน ทั้งนี้ระบบฐานข้อมูลของบริษัทจะไม่นำผลิตภัณฑ์ที่ยังผลิตไม่แล้วเสร็จบันทึกในฐานข้อมูล ซึ่งผู้จัดการแผนกผลิต 2 จะได้รับข้อมูลรายงานผลการผลิตประจำวันการในเช้า วันทำการถัดไป โดยทำการรวบรวมข้อมูลเป็นสองช่วงเวลา คือ เดือนมีนาคม ถึง เมษายน 2560 ซึ่งเป็นข้อมูลการติดตั้งกระจก โดยใช้รางลูกกลิ้งลำเลียง และเดือนพฤษภาคม ถึง มิถุนายน 2560 ซึ่งเป็นข้อมูลการติดตั้งกระจก โดยใช้รถเข็นที่ออกแบบและจัดทำขึ้นใหม่

**3.2 การสังเกตวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานส่วนติดตั้งกระจก**

โดยผู้ศึกษาเข้าไปสังเกตวิธีปฏิบัติงานของพนักงานติดตั้งกระจก ในช่วงเช้า และบ่ายของวันทำการปกติสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ระหว่างการดำเนินการศึกษาโดยมิแจ้งให้พนักงานทราบล่วงหน้า เพื่อให้ได้เห็นสภาพปัญหาที่แท้จริง และได้ข้อมูลการที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากที่สุด

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ในแต่ละวัน จะใช้กราฟแท่งในการแสดงผลการติดตั้งกระจกเปรียบเทียบระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมที่เป็นรางลูกกลิ้งลำเลียงและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ที่เป็นรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้

4.2 การวิเคราะห์เวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกเพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน เปรียบเทียบระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ โดยคำนวณเวลาสูญเปล่าได้ ดังนี้

$$\text{เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาสูญเปล่าของพนักงานแต่ละคน}}{60}$$

เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด หมายถึง เวลาทั้งหมดที่พนักงานติดตั้งกระจกไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกไปจัดเก็บ ยังลานบ่มซิลิโคน (หน่วย:ชั่วโมง)

ผลรวมของเวลาสูญเปล่าของพนักงานแต่ละคน หมายถึง เวลาที่พนักงานติดตั้งกระจกแต่ละคนไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจก ไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน(หน่วย: นาที)

4.3 การคำนวณร้อยละของเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกเพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละของเวลาสูญเปล่าของพนักงาน} = \frac{\text{เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด}}{\text{ชั่วโมงปฏิบัติงาน x จำนวนพนักงานทั้งหมด}} \times 100$$

ร้อยละของเวลาสูญเปล่าของพนักงาน หมายถึง เวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกเทียบกับจำนวนชั่วโมงแรงงานปกติต่อวัน (หน่วย: ร้อยละ)

เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด หมายถึง เวลาทั้งหมดที่พนักงานติดตั้งกระจกไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน (หน่วย:ชั่วโมง)

ชั่วโมงปฏิบัติงาน หมายถึง จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานปกติต่อวันมีค่าเท่ากับ 8 ชั่วโมง (หน่วย: ชั่วโมงต่อคน)

จำนวนพนักงานทั้งหมด หมายถึง จำนวนพนักงานพนักงานติดตั้งกระจกทั้งหมด 8 คน (หน่วย: คน)

4.4 การคำนวณค่าจ้างพนักงานที่สูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจก ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลงจากสายการติดตั้งกระจก สามารถคำนวณได้ ดังนี้

| ค่าจ้างพนักงานที่สูญเปล่า = เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด x อัตราค่าจ้างขั้นต่ำต่อชั่วโมง |
|---|

ค่าจ้างพนักงานที่สูญเปล่า หมายถึง ค่าจ้างพนักงานติดตั้งกระจกที่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลงจากสายการติดตั้งกระจก (หน่วย: บาท)

เวลาสูญเปล่าของพนักงานทั้งหมด หมายถึง เวลาทั้งหมดที่พนักงานติดตั้งกระจกไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน (หน่วย:ชั่วโมง)

อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ หมายถึง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำตามประกาศคณะกรรมการค่าจ้างซึ่งระหว่างการศึกษาครั้งนี้ประกาศคณะกรรมการค่า ฉบับที่ 8 เป็นฉบับที่มีผลบังคับใช้ในปัจจุบันโดยในเขตพื้นที่ตั้งโรงงานกรณีศึกษากำหนดให้อัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละ 310 บาท ซึ่งมีค่าเท่ากับ 38.75 บาทต่อชั่วโมง (หน่วย: บาทต่อชั่วโมง)

4.5 การคำนวณกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงของสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่เปรียบเทียบกับสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม สามารถคำนวณได้ ดังนี้

| กำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลง = กำลังการผลิตสายการผลิตใหม่ - กำลังการผลิตสายการผลิตเดิม |
|---|

กำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลง หมายถึง ผลต่างของกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนมาใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทนการใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับการติดตั้งกระจก และยาซิลิโคน (หน่วย: โครงต่อวัน)

กำลังการผลิตสายการผลิตใหม่ หมายถึง กำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบรถเข็นเคลื่อนที่ได้ (หน่วย: โครงต่อวัน)

กำลังการผลิตสายการผลิตเดิม หมายถึง กำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง (หน่วย: โครงต่อวัน)

4.6 การคำนวณร้อยละของการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่เทียบกับกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม สามารถได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิต} = \frac{\text{กำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{กำลังการผลิตสายการผลิตเดิม}} \times 100$$

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิต อัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่เทียบกับกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม (หน่วย: ร้อยละ)

กำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลง หมายถึง ผลต่างของกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนมาใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทนการใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน (หน่วย: โครงต่อวัน)

กำลังการผลิตสายการผลิตเดิม หมายถึง กำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง (หน่วย: โครงต่อวัน)

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการศึกษาการจัดวางผังโรงงาน การจัดวางผังกระบวนการผลิต เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบและติดตั้งกระจก ตลอดจนวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานในส่วนประกอบและติดตั้งกระจกอย่างละเอียดแล้ว พบว่ามีปัญหาหลายประการที่ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเป้าหมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

## ตอนที่ 1 การศึกษาปัญหาของสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิม

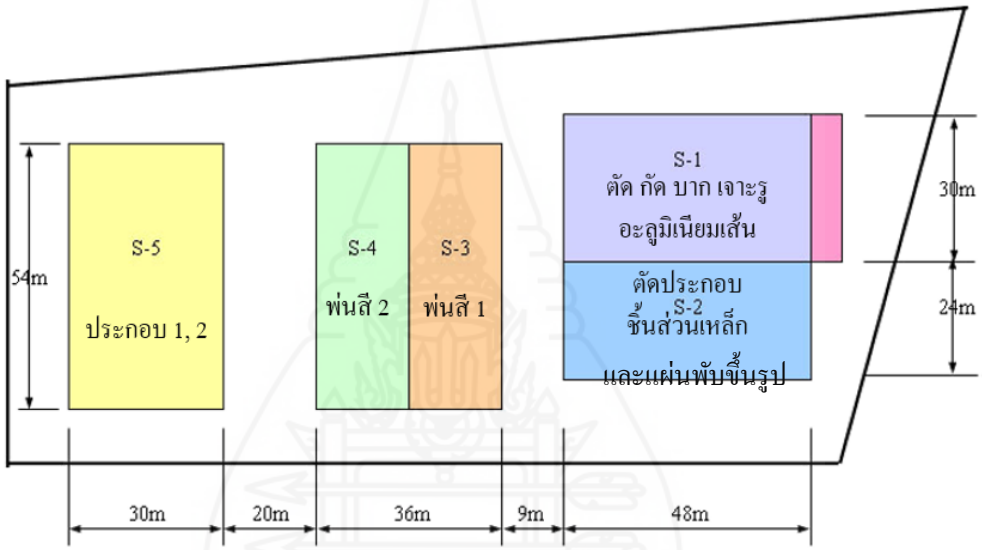
โรงงานแห่งที่สองเป็นโรงงานขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการดำเนินการผลิตประกอบและติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจก จัดเก็บวัสดุ เช่น กระจก ยาง โฟม ตลอดจนการรับส่งสินค้า โรงงานแห่ง 2 ตั้งอยู่ห่างจากโรงงาน 1 ประมาณ 1.3 กิโลเมตร ตำแหน่งที่ตั้งโรงงานของบริษัทกรณีศึกษาแสดงดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน 1, โรงงาน 2 และโรงงาน 3 ของบริษัทเอกชนกรณีศึกษา

ที่มา: https://maps.google.com

**1.1 การวางผังโรงงาน**

***1.1.1 โรงงาน 1*** พบว่า การจัดวางผังโรงงานเป็นแบบการจัดวางผังโรงงานตามกระบวนการ โดยวางเครื่องจักรที่ทำงานลักษณะเดียวกันรวมไว้ในพื้นที่เดียวกัน เนื่องจากชิ้นงานที่ทำการผลิตต่อรุ่นมีหลากหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน และแต่ละแบบมีจำนวนน้อย จึงมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตบ่อยครั้งในระหว่างวัน อีกทั้งการออกแบบของอาคารแต่ละโครงการมีรูปแบบที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถใช้ชิ้นส่วนร่วมกันได้ ปัจจุบันโรงงาน 1 ซึ่งเป็นโรงงานหลักมีอาคารถาวรจำนวนทั้งสิ้น 5 อาคาร ดังแผนผังในภาพที่ 4.2




ภาพที่ 4.2 แผนผังโรงงานแห่งที่ 1

โดยแต่ละอาคารมีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตที่แตกต่างกัน ดังนี้

*1) อาคาร S-1* เป็นสายการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัด โดยรับวัสดุจากหน่วยงานคลังวัสดุหรือหน่วยงานก่อนหน้า โดยวัสดุที่ได้รับจะมีรูปแบบและความยาวแตกต่างกัน ผู้ตัดจะนำวัสดุมาตัดให้มีความยาวและมุมส่วนปลายชิ้นงานตรงตามที่ระบุในแบบ (Machine Drawing) โดยจะต้องวางแผนการตัดให้เหลือวัสดุเป็นเศษน้อยที่สุด (Optimize) จากนั้นจะส่งมอบให้สถานีงานกัด บาก และเจาะรู ซึ่งอยู่ภายในอาคารเดียวกัน ในกระบวนกัด บาก เจาะรูชิ้นงานที่ต้องการความแม่นยำสูงจะทำการผลิตโดยใช้ศูนย์เครื่องมือตัดเฉือนโลหะ (Machining Center) ที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CNC) สำหรับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กหรือไม่ต้องการความแม่นยำสูงจะใช้เครื่องมือทั่วไปในการผลิต หลังสิ้นสุดกระบวนการกัด บาก เจาะรูแล้ว จึงนำ

ชิ้นงานไปจัดเก็บเพื่อรอการส่งมอบให้หน่วยงานถัดไป การวางผังโรงงานสำหรับสายการผลิตอาคาร S-1 ซึ่งเรียกหน่วยงานดังกล่าวว่า “หน่วยงานแฟบริเคชัน (Fabrication)” ดังแสดงในภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 สายการผลิตหน่วยงานแฟบริเคชั่น (อาคาร S-1)

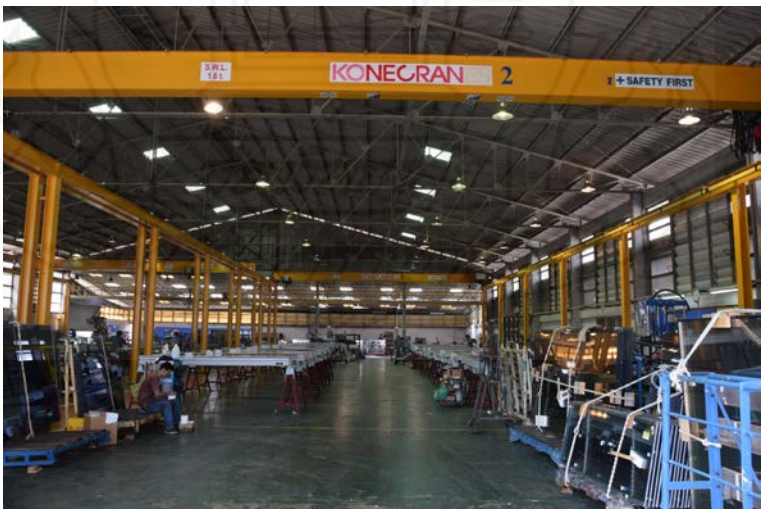
*2) อาคาร S-2* เป็นสายการผลิตชิ้นส่วนที่ทำด้วยเหล็ก และแผ่นอลูมิเนียมพับ ที่มีรูปร่างขนาดและคุณสมบัติต่าง ๆ ตรงตามข้อกำหนดของโครงการ ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ โดยส่วนหนึ่งใช้ภายในโรงงานและบางส่วนจัดส่งไปยังลูกค้าโดยตรง ซึ่งชิ้นส่วนเหล็กส่วนใหญ่ต้องส่งออกไปจ้างผู้รับจ้างช่วงเพื่อทำการชุบกัลวาไนซ์เพื่อป้องกันการเกิดสนิม

ภาพที่ 4.4 สายการผลิตหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนเหล็กและแผ่นพับขึ้นรูป (อาคาร S-2)

*3) อาคาร S-3 และ S-4* เป็นสายการพ่นสีชนิดสีน้ำชนิดฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นสีน้ำคุณภาพสูงและพ่นสีผงตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานหีบห่อซึ่งรับผิดชอบในการปิดฟิล์มป้องกันรอยขีดข่วนบนผิวชิ้นงานพ่นสีก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการถัดไป

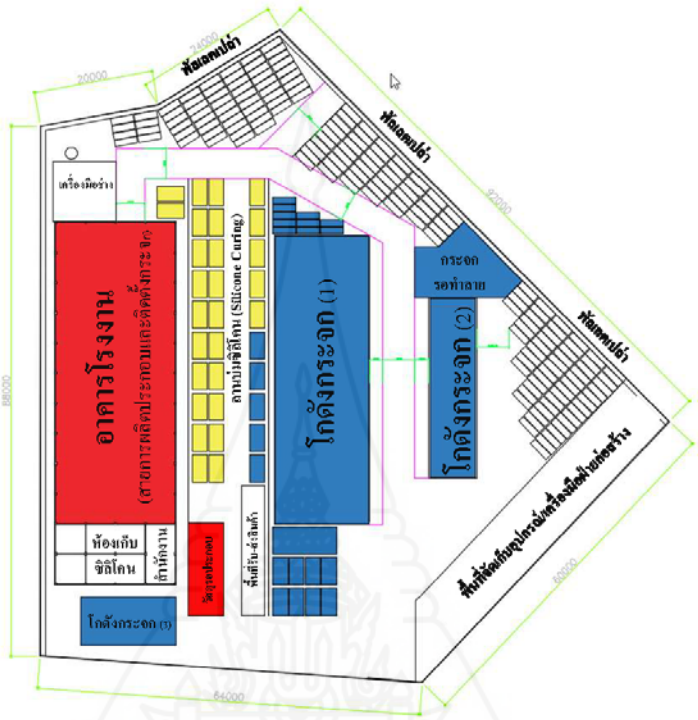
ภาพที่ 4.5 สายการพ่นสีน้ำและพ่นสีผง (อาคาร S-3 และ อาคาร S-4)

*4) อาคาร S-5 เป็นสายการประกอบและติดตั้งกระจก ซึ่งมีจำนวน 2 สายการผลิต โดยสายการติดตั้งกระจกใช้โต๊ะเหล็กรูปตัว "A" สำหรับวางกรอบอลูมิเนียมที่ได้ประกอบเตรียมไว้ และมีการติดตั้งเครนไฟฟ้าสำหรับลำเลียงกระจกและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลงจากสายการติดตั้งกระจก ดังภาพที่ 4.6*




ภาพที่ 4.6 สายการประกอบและติดตั้งกระจกโรงงาน 1 (อาคาร S-5)

***1.1.2 โรงงาน 2*** พบว่าการจัดวางผังโรงงานเป็นแบบการจัดวางผังโรงงานตามกระบวนการเช่นเดียวกับโรงงานแห่งที่ 1 ดังแผนผังในภาพที่ 4.7



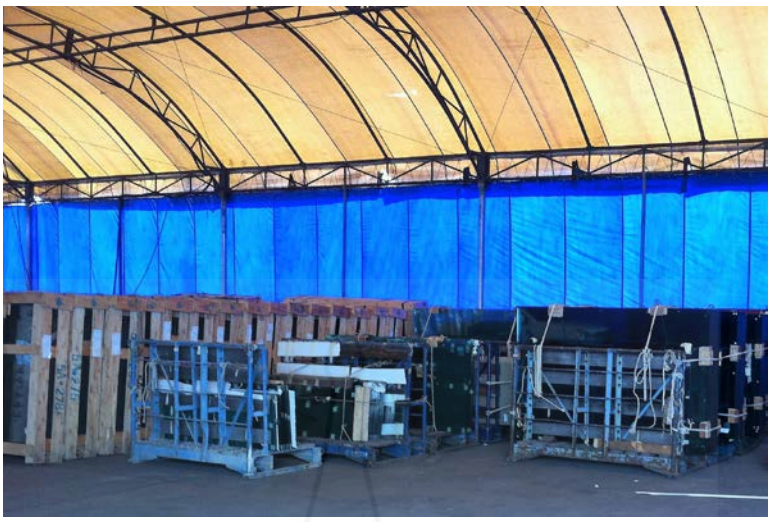

ภาพที่ 4.7 แผนผังโรงงานแห่งที่ 2

*1) อาคารโรงงาน* เป็นอาคารถาวรจำนวน 1 อาคาร เพื่อใช้สำหรับการประกอบและติดตั้งกระจก ซึ่งสายการติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่ 2 ใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับวางกรอบอลูมิเนียมสำหรับการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 รางลูกกลิ้งลำเลียงสายการติดตั้งกระจกของโรงงานแห่งที่ 2

รางลูกกลิ้งลำเลียงมีลักษณะเป็นรางคู่ขนาน สามารถปรับระยะห่างให้เหมาะสมกับความยาวของกรอบอลูมิเนียม และมีความสูงจากพื้นเหมาะสำหรับการยาซิลิโคนและติดชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการวางกรอบอลูมิเนียมบนรางลูกกลิ้งลำเลียง จะต้องเว้นระยะห่าง เพื่อให้พนักงานสามารถเดินได้โดยรอบเพื่อฉีดกาวซิลิโคน และปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้โดยสะดวก ซึ่งลูกกลิ้งที่ใช้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่นำมาวางในรางเหล็กและยึดให้อยู่กับที่สามารถหมุนได้ โดยรอบในแนวเส้นรอบวงโดยการออกแรงผลัก กรอบอลูมิเนียมที่วางอยู่บนรางให้เคลื่อนที่ไปตามรางในทิศทางที่ต้องการ

*2) โกดังกระจก* มีลักษณะเป็นอาคารชั่วคราวซึ่งเป็นโครงเหล็ก และคลุมด้วยผ้าใบ สำหรับจัดเก็บกระจกเพื่อรอการเบิกจ่ายให้กับสายการประกอบและติดตั้งกระจกทั้งโรงงาน 1 และ โรงงาน 2 นอกจากนี้ยังใช้เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานสำหรับการรับวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศและการจัดส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จ



ภาพที่ 4.9 โกดังสำหรับจัดเก็บกระจก

*3) ลานบ่มซิลิโคน* เป็นลานสำหรับจัดเก็บผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกหลังยาแนวซิลิโคนและตกแต่งผิวหน้าซิลิโคนเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ซิลิโคนทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศเพื่อสร้างพันธะเคมีที่สมบูรณ์เพื่อการยึดเกาะระหว่างซิ, โคนกับพื้นผิวกระจกและพื้นผิวอลูมิเนียม ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ตั้งแต่เริ่มฉีดซิลิโคนเข้ากับกรอบอลูมิเนียม และปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นสมบูรณ์ภายในเวลา 72 ชั่วโมง ขึ้นกับความกว้างและความหนาของแนวซิลิโคน หลังจากครบ 72 ชั่วโมงแล้ว จะต้องทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อทดสอบการยึดเกาะของซิลิโคนกับพื้นผิว เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์รุ่นดังกล่าวสามารถส่งไปทำการติดตั้งที่หน่วยงานได้โดยไม่เกิดปัญหาเรื่องการยึดเกาะของซิลิโคน ตลอดจนความกว้างและความหนาของกาวซิลิโคนเป็นไปตามข้อกำหนดของการออกแบบ โดยมาตรฐานการสุ่มตัวอย่างเป็นดังนี้

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตลำดับที่ 1 ถึง 10 สุ่มตัวอย่างจำนวน 1 โครง
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตลำดับที่ 11 ถึง 50 สุ่มตัวอย่างจำนวน 1 โครง
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตลำดับที่ 51 ถึง 100 สุ่มตัวอย่างจำนวน 1 โครง
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตลำดับที่ 101 ถึง 200 สุ่มตัวอย่างจำนวน 1 โครง
และสุ่มตัวอย่าง 1 โครง ต่อการผลิตทุก ๆ 100 โครง จนจบโครงการ

โดยการทดสอบการยึดเกาะของซิลิโคน (Deglazing Test) จะทดสอบร่วมกับตัวแทนของผู้จำหน่ายซิลิโคน เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานก่อนจัดส่ง

ภาพที่ 4.10 การจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จหลังยาซิลิโคนในลานบ่มซิลิโคน

***1.1.3 โรงงาน 3*** เป็นอาคารสำหรับจัดเก็บวัสดุประเภทอลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัด แผ่นเหล็ก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิท ฉนวนใยหิน

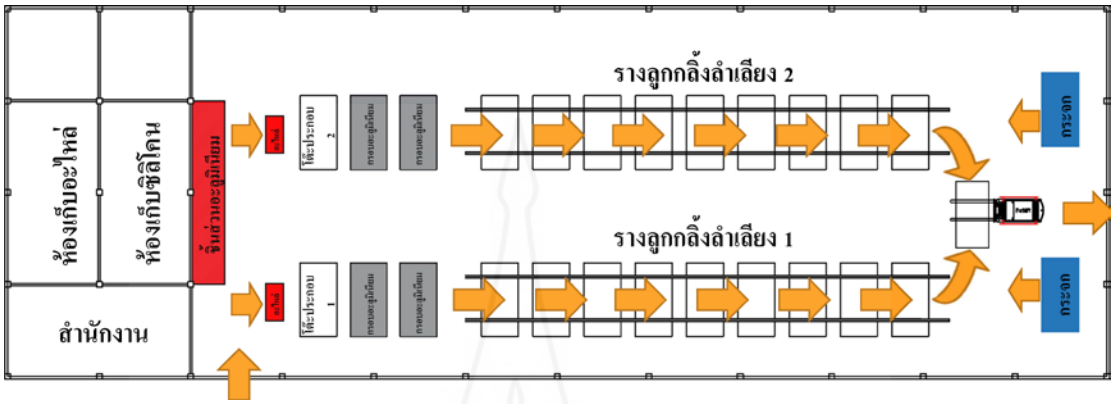
ภาพที่ 4.11 โกดังสำหรับจัดเก็บวัสดุอลูมิเนียมและวัสดุอื่น ๆ

การขนย้ายวัสดุหรืองานระหว่างทำภายในโรงงานเดียวกันจะใช้รถยกเป็นหลักสำหรับการขนย้ายระหว่างโรงงานจะใช้รถบรรทุก หรือรถกระบะบรรทุกในการขนย้ายวัสดุดังกล่าว

จากการศึกษาแผนผังโรงงาน 2 พบว่า มีข้อจำกัดเกี่ยวกับขนาด และรูปร่างของแปลงที่ดิน และขนาดของตัวอาคารซึ่งใช้ประโยชน์เต็มพื้นที่แล้ว จึงไม่อาจขยายอาคารโรงงานซึ่งเป็นสายการประกอบและติดตั้งกระจกได้

### 1.2 การออกแบบกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก

กระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกของโรงงาน 2 แสดงดังภาพ 4.12




ภาพที่ 4.12 ผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง (ก่อนปรับปรุง)

การวางผังกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกของโรงงานแห่งที่ 2 เป็นการวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต ซึ่งทำการผลิตเป็นรุ่นตามรายละเอียดในใบคำสั่งผลิตที่จัดทำโดยแผนกวางแผนการผลิต โดยแบ่งรุ่นการผลิตเป็นชั้น หรือตำแหน่งของอาคารแต่ละด้าน เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการก่อสร้างของผู้รับเหมาหลักจากการศึกษาการปฏิบัติงานของพนักงานประกอบและติดตั้งกระจกพบว่ามีการปฏิบัติดังนี้

***1.2.1 การเบิกวัสดุหลัก*** ได้แก่ ชิ้นส่วนอลูมิเนียมประเภทเสา (Mullion) ซึ่งเป็นกรอบแนวตั้ง (Vertical Frame) แบ่งออกเป็นเสาตัวผู้ (Male Mullion) และเสาตัวเมีย (Female Mullion) และตัวขวางโดยเรียกตามตำแหน่งที่ติดตั้งได้แก่ ตัวขวางบน (Top Frame) ตัวขวางกลาง (Transom) และตัวขวางล่าง (Bottom Frame) ซึ่งเป็นกรอบแนวนอน (Horizontal Frame) ชิ้นส่วนเหล่านี้จะเบิกจากส่วนงานแฟบริเคชั่น (Fabrication) สำหรับส่วนประกอบย่อยและแผ่นพับขึ้นรูป จะเบิกจากส่วนงานผลิตชิ้นส่วนเหล็กและตัดพับขึ้นรูป และเบิกอะไหล่ต่าง ๆ จากส่วนคลังวัสดุโดยผู้จัดการผลิตหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจะประสานกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องภายในโรงงาน 1 เพื่อขอเบิกวัสดุสำหรับการผลิตและประสานกับหน่วยงานขนส่ง เพื่อจัดส่งวัสดุดังกล่าวไปยังโรงงาน 2 ต่อไป

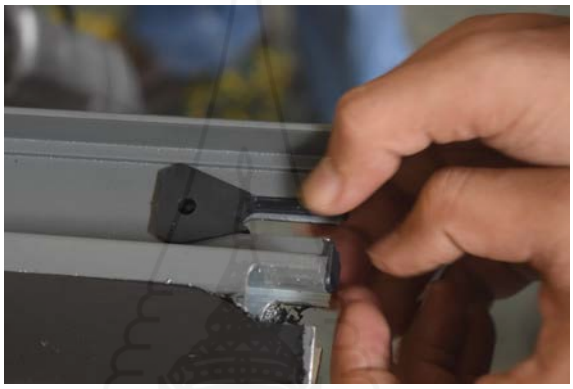
ภาพที่ 4.13 วัสดุหลักรอการจัดส่งเข้าสู่กระบวนการประกอบ

ส่วนการเบิกอะไหล่ต่าง ๆ จะดำเนินการขอเบิกวัสดุจากหน่วยงานคลังวัสดุที่โรงงาน 1 เช่น ยาง ตะปูควง กาวซิลิโคน โฟมรองรับกาวซิลิโคนและรายการอื่น ๆ ตามที่ระบุในใบถอดวัสดุ และทำการขนส่งไปยังโรงงาน 2 โดยใช้รถกระบะบรรทุกซึ่งพนักงานโรงงาน 2 เป็นผู้ดำเนินการเอง

***1.2.2 การจัดเตรียมวัสดุสำหรับการประกอบ*** พนักงานประกอบแต่ละกลุ่มจะตรวจสอบใบคำสั่งผลิต เพื่อดูรายการและจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการผลิตในลำดับถัดไป และตรวจสอบรายการวัสดุที่ต้องการใช้สำหรับผลิต เมื่อทราบจำนวนแล้วจึงไปทำการคัดเลือกวัสดุที่ต้องการที่จัดเก็บไว้ในพื้นที่จัดเก็บวัสดุรอบการประกอบ

ภาพที่ 4.14 การจัดเตรียมวัสดุสำหรับการประกอบกรอบอลูมิเนียม

***1.2.3 การติดอะไหล่*** ในขั้นตอนนี้เป็นการนำวัสดุหลัก ได้แก่ เสาตัวผู้ (Male Mullion) เสาตัวเมีย (Female Mullion) ตัวขวางบน (Top Frame) ตัวขวางกลาง (Transom) และตัวขวางล่าง (Bottom Frame) มาทำการติดส่วนประกอบย่อย โดยเลือกเฉพาะรายการที่จะต้องติดตั้งโดยโรงงานเท่านั้น สำหรับรายการที่ต้องติดตั้งที่หน่วยงานจะจัดส่งไปพร้อมผลิตภัณฑ์สำเร็จ ซึ่งในแบบจะระบุไว้อย่างชัดเจนว่ารายการใดต้องดำเนินการโดยโรงงานและรายการใดต้องดำเนินการที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยใช้อักษรย่อ “F” ย่อมาจากคำว่า “Factory” และ “S” ย่อมาจากคำว่า “Site”



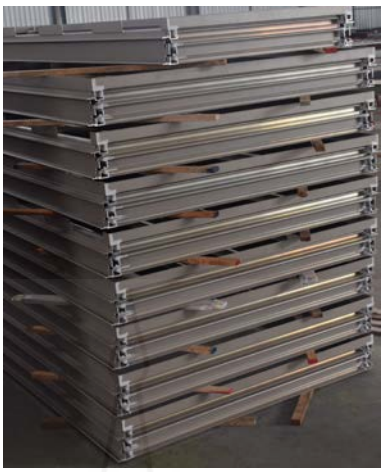
ภาพที่ 4.15 การติดอะไหล่หรือส่วนประกอบย่อยตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

***1.2.4 การประกอบกรอบอลูมิเนียม (Frame Assembly)*** เป็นการนำชิ้นส่วนหลักต่าง ๆ ที่ติดอะไหล่ไว้เรียบร้อยแล้วมาประกอบเป็นกรอบสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งเป็นรูปแบบปกติของระบบผนังกระจกชนิดกรอบสำเร็จรูป หรือรูปแบบอื่น ๆ ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานที่จะนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยตรวจสอบรหัสชิ้นงาน (Part Code) ที่ทำการสักด้วยปากกาไฟฟ้า (Engraver) บนชิ้นงานในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยผู้ที่ทำการผลิตชิ้นงานในขั้นตอนการผลิตจากโรงงาน 1 โดยทำการตรวจสอบเทียบกับแบบ (Machine Drawing) หลังจากนั้นผู้ประกอบจะทำการตรวจสอบความเสียหาย เช่น รอยบุบ รอยขีดข่วนอันอาจเกิดขึ้นจากการขนย้าย เพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกต้องและสมบูรณ์จึงทำความสะอาดพื้นผิววัสดุ และยาซิลิโคนที่บริเวณปลายชิ้นงานก่อนที่จะนำไปต่อชนกับชิ้นส่วนหลักอื่น ๆ จากนั้นจึงยึดด้วยตะปูควง (Screw) ให้แน่นหนา และยาซิลิโคนปิดหัวตะปูควงเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำเข้าสู่ ภายในระบบผนังกระจก ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายให้แก่อาคาร หรือทรัพย์สินภายในอาคารได้ หลังจากระกอบกรอบอลูมิเนียมสมบูรณ์แล้ว พนักงานประกอบจะตรวจสอบขนาดและความโย้ของโครง เพื่อให้มั่นใจว่าขนาดและความโย้ไม่เกินค่าคลาดเคลื่อนที่

ยอมรับได้ (Tolerance) หากพบว่าขนาดและความโย้ไม่สอดคล้องตามแบบจะต้องหาสาเหตุ และทำการแก้ไขตามลำดับ จากนั้นผู้ประกอบจะทำการตรวจสอบคุณภาพอื่น ๆ ตามรายการที่ระบุไว้ในใบตรวจสอบคุณภาพ และแขวนใบตรวจสอบไว้กับกรอบอลูมิเนียมเพื่อให้หน่วยงานถัดไปทราบว่ากรอบอลูมิเนียมดังกล่าวผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

ภาพที่ 4.16 การประกอบกรอบอลูมิเนียมและยาซิลิโคนป้องกันการรั่วซึม

***1.2.5 การจัดเก็บกรอบอลูมิเนียม*** หลังจากประกอบกรอบอลูมิเนียมเสร็จแล้วก่อนยกลงจากโต๊ะประกอบ พนักงานประกอบจะทำการตรวจสอบขนาด โดยวัดความกว้าง และความสูงของโครงเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดในแบบประกอบ และตรวจสอบความโย้ของโครง (Squareness) โดยการวัดค่าเส้นทแยงมุม ซึ่งกำหนดให้ผลต่างของเส้นทแยงมุมต้องไม่เกิน 3.0 มิลลิเมตร สำหรับโครงปกติ จากนั้นจึงติดรหัสผลิตภัณฑ์และยกกรอบอลูมิเนียมลงจากโต๊ะประกอบ หากสายการติดตั้งกระจกพร้อมใช้งาน จะนำกรอบอลูมิเนียมไปวางลงบนรางลูกกลิ้งลำเลียง (Roller Conveyor) หากรางลูกกลิ้งลำเลียงไม่พร้อมจะทำการจัดเก็บกรอบอลูมิเนียมไว้บริเวณต้นสายของรางลูกกลิ้งลำเลียงหรือบริเวณใกล้เคียงเพื่อรอการนำไปใช้งาน



ภาพที่ 4.17 การจัดเก็บกรอบอลูมิเนียมหลังการประกอบ

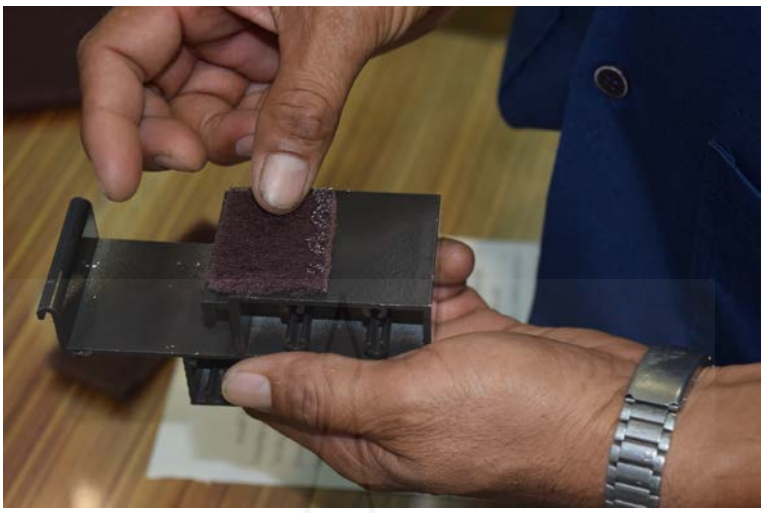
***1.2.6 การจัดเตรียมกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียง*** พนักงานติดตั้งกระจกจะยกกรอบอลูมิเนียมที่ประกอบไว้แล้วขึ้นนำไปวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงหลังจากขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกจากรางลูกกลิ้งลำเลียงครบทั้งหมดในแต่ละรางลูกกลิ้งลำเลียง โดยเว้นระยะห่างระหว่างกรอบอลูมิเนียมประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อให้พนักงานสามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้สะดวก

ภาพที่ 4.18 การนำกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียง

*1) การตรวจสอบคุณภาพกรอบอลูมิเนียม* โดยดูรหัสผลิตภัณฑ์ จากนั้นพนักงานติดตั้งกระจกจะทำการวัดขนาดและผลต่างเส้นทแยงมุม ตลอดจนตรวจสอบสภาพโดยทั่วไปของกรอบอลูมิเนียม เมื่อมั่นใจว่ากรอบอลูมิเนียมมีคุณภาพถูกต้องและสภาพสมบูรณ์จึงดำเนินการขั้นตอนต่อไป

*2) การตรวจสอบรายละเอียดในแบบ* สำหรับประกอบ (Assembly Drawing) และแบบขยาย (Shop Drawing) เพื่อดูตำแหน่งการยาแนวซิลิโคน ความหนาของเนื้อกาวซิลิโคน (Glue Line) ความกว้างของแนวซิลิโคน (Bite) ชนิดและสีของกาวซิลิโคน การติดเทปกาวสองหน้า (Double Sides Tape) ชนิดและขนาดของเทป โฟม ยางหนุนกระจก (Setting Block) และคำแนะนำในการเตรียมพื้นผิววัสดุบริเวณที่ต้องสัมผัสกับซิลิโคน ตามที่ระบุไว้ใน “รายงานทดการทดสอบการยึดเกาะของซิลิโคน (Adhesion Test Report)” ซึ่งทดสอบและรายงานผลโดยผู้จัดจำหน่ายซิลิโคน หากไม่มีผลการทดสอบการยึดเกาะของซิลิโคนไม่อนุญาตให้ดำเนินการยาวซิลิโคนได้

*3) การเตรียมพื้นผิวสำหรับการยาซิลิโคน* พนักงานติดตั้งกระจกจะทำการติดเทปกาวสองหน้า เพื่อยึดกระจกกับผิวของกรอบอลูมิเนียมในตำแหน่งที่กำหนดในแบบเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของกระจกระหว่างรอการแห้งตัวของซิลิโคน ทำความสะอาดด้วยสารทำความสะอาดพื้นผิววัสดุด้วยระบบผ้าสองผืน (2-Clothes System) โดยผ้าผืนแรกใช้ผ้าชุบสารทำความสะอาด ที่เหมาะกับพื้นผิววัสดุ เช่น โทลูอีน (Toluene) ไอพีเอ (IPA: Isopropyl Alcohol) หรืออื่นๆ ตามคำแนะนำจากผู้ผลิตซิลิโคน ซึ่งระบุไว้ในใบรายงานผลการทดสอบการยึดเกาะ (Adhesion Test Report) ให้พอหมาดแล้วเช็ดลงบริเวณที่ต้องการยาซิลิโคนจากนั้นเช็ดตามด้วยผ้าแห้งหลังทันทีสิ่งที่ต้องระมัดระวังในขั้นตอนนี้คือต้องระวังมิให้สารทำความสะอาดสัมผัสบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ เพราะหากเกิดรอยด่างขึ้นจะทำให้ชิ้นงานได้รับความเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากต้องแน่ใจว่าพื้นผิวมีความสะอาดเพียงพอ หากผิววัสดุมีความมันวาวสูง (High Gloss) จะต้องเพิ่มขั้นตอนการลูบผิวเพื่อลดความมันวาวลงก่อนการทำความสะอาดพื้นผิว

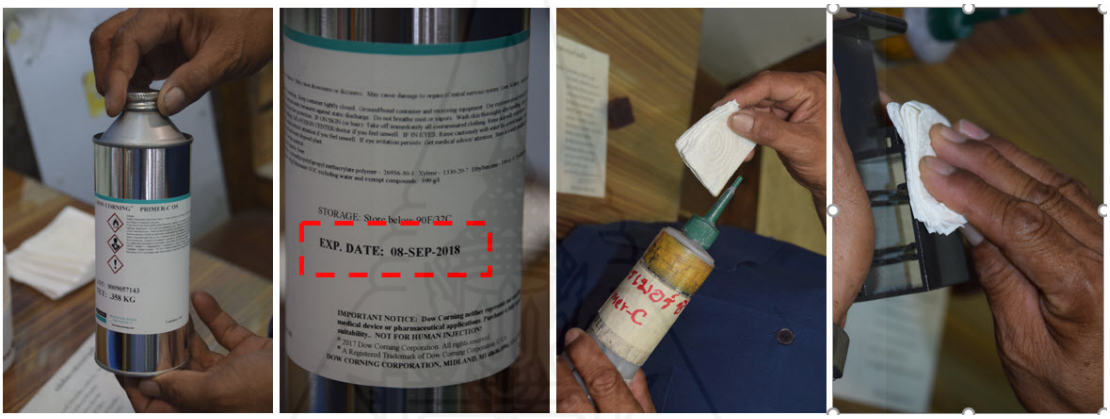


ภาพที่ 4.19 การลูบผิวชิ้นงานเพื่อลดความมันวาว

*4) การเตรียมกระจก* พนักงานติดตั้งกระจกจะทำการตรวจสอบรายการกรอบอลูมิเนียมที่วางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงว่ามีรหัสผลิตภัณฑ์ใดบ้าง และจำนวนอย่างละเท่าไร จากนั้นจึงตรวจสอบรายการกระจกที่ต้องใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ระบุในแบบ เพื่อจัดเตรียมกระจกให้พอดีกับความต้องการใช้งานซึ่งในการจัดเตรียมกระจกจะใช้รอกไฟฟ้าและตัวดูดกระจกแบบสุญญากาศ (Glass Vacuum Sucker) ซึ่งแขวนกับคานเหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งการเตรียมพื้นผิวกระจกจะเริ่มจากการทำความสะอาดกระจกทั่วทั้งแผ่นและตรวจสอบคุณภาพกระจก เช่น ชนิดและขนาดของกระจก โดยดูรายละเอียดต่าง ๆ ในฉลากที่ปิดบนกระจก รอยตำหนิต่าง ๆ เช่น รอยขีดข่วน (Scratch) บิ่น (Chipped) กะเทาะ (Shelling) ร้าว (Crack) ฟองอากาศ (Bubbles) เป็นต้น เพื่อให้แน่ใจว่ากระจกมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด จากนั้นจะนำกระจกไปวางบนรถเข็น เพื่อนำกระจกไปติดตั้งในกรอบอลูมิเนียม

ภาพที่ 4.20 การเตรียมกระจกสำหรับติดตั้งบนกรอบอลูมิเนียม

*5) การทาสารรองพื้น (Priming)* กรณีที่รายงานผลการทดสอบการยึดเกาะของซิลิโคนระบุให้ใช้สารรองพื้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะของซิลิโคนกับพื้นผิว พนักงานติดตั้งกระจกจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด โดยต้องศึกษารายงานอย่างละเอียดก่อนการติดตั้งกระจก แม้ว่าการทาสารรองพื้นจะช่วยเพิ่มการยึดเกาะของซิลิโคนกับผิวสัมผัสได้ แต่หากใช้ในปริมาณมากเกินไปกลับทำให้ประสิทธิภาพการยึดเกาะลดลง ดังนั้นจะต้องทาสารรองพื้นบาง ๆ ให้ทั่วพื้นผิวที่สัมผัสซิลิโคนโดยทิ้งไว้อย่างน้อย 20 นาที แต่ไม่เกิน 4 ชั่วโมง จึงจะสามารถทำการยาซิลิโคนได้ หากทาสารรองพื้นไว้เกิน 4 ชั่วโมงจะต้องทำการขูดออกและเตรียมพื้นผิววัสดุใหม่




ภาพที่ 4.21 การทาสารรองพื้นบนพื้นผิววัสดุ

*6) การติดกระจกเข้ากับกรอบอลูมิเนียม (Glass Setting)* หลังจากเตรียมพื้นผิวกรอบอลูมิเนียมและกระจกเรียบร้อยแล้ว พนักงานติดตั้งกระจกจะใช้ตัวดูดกระจกดูดกระจกขึ้นจากโต๊ะทำความสะอาดกระจก แล้วเข็นคานเหล็กเคลื่อนที่คร่อมรางลูกกลิ้งลำเลียงซึ่งมีกรอบอลูมิเนียมวางอยู่ โดยใช้พนักงานเข็นล้อจำนวน 2 คน ประคองกระจกจำนวน 2 คน และควบคุมรอกไฟฟ้า และตัวดูดกระจก จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 5 คน เมื่อเข็นกระจกไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว พนักงานจะเข้าประจำที่บริเวณมุมทั้งสี่ของกรอบอลูมิเนียมพร้อมลิ่มสำหรับตั้งระยะห่างของกระจกกับกรอบอลูมิเนียม (Frame Joint) และวางกระจกลงในตำแหน่งที่กำหนดตามแบบ เมื่อพบว่าวางกระจกในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว จึงทำการขยับกระจกให้ลอยขึ้นจากเทปกาวสองหน้า เพื่อลอกแถบพลาสติกที่ยังคงปิดทับเทปกาวไว้ จากนั้นจึงวางกระจกกลับลงไปอีกครั้ง แล้วจึงออกแรงกดให้กระจกแนบสนิทกับเทปกาวสองหน้า ข้อควรระวังในขั้นตอนนี้คือการวางกระจกจะต้องวางให้ชิดกับยางหนุนกระจกซึ่งวางรองรับกระจกที่บริเวณด้านล่างของขอบกระจก และต้องระวัง มิให้วางกระจกกลับด้าน ซึ่งจะ

ทำให้มองเห็นได้ชัดเจนเมื่อติดตั้งบนอาคารแล้ว เนื่องจากทำการแก้ไขได้ยากและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแก้ไขสูงมาก

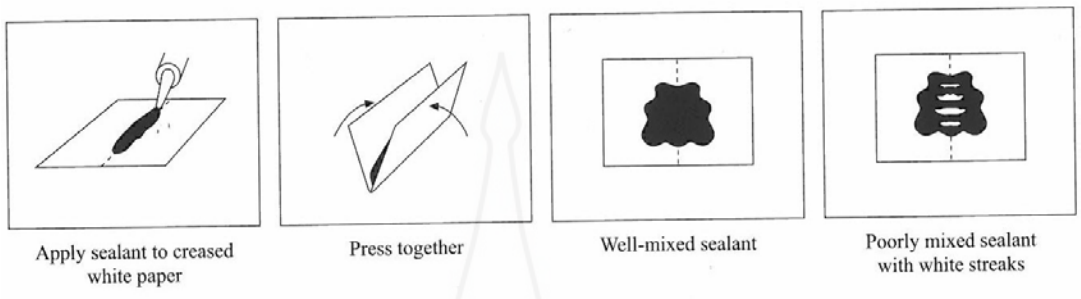
ภาพที่ 4.22 การติดตั้งกระจกลงในกรอบอลูมิเนียมบนรางลูกกลิ้งลำเลียง

*7) การทดสอบซิลิโคนก่อนการยาแนว* สำหรับกาวซิลิโคนรับแรงชนิดชนิด 2 ส่วนผสม ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากและต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด เนื่องจากมีผลต่อการยึดเกาะของซิลิโคนกับพื้นผิวอลูมิเนียมเคลือบสีและผิวกระจก

ก่อนการดำเนินงานจริงจะต้องทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ โดยส่งชิ้นทดสอบที่เป็นวัสดุจริงทุกรายการที่ต้องสัมผัสซิลิโคนผ่านผู้จำหน่ายซิลิโคนเพื่อส่งไปดำเนินการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ เพื่อให้แน่ใจว่าซิลิโคนที่ใช้มีความเข้ากันได้ (Compatibility) และมีการยึดเกาะ (Adhesion) ที่ดีกับพื้นผิวสัมผัสทุกรายการ หลังจากได้รับผลการทดสอบแล้ว ผู้ยาซิลิโคนจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด

ทุกครั้งที่มีการเปิดปั๊มฉีดซิลิโคนรับแรงชนิด 2 ส่วนผสม (2-Parts Silicone Dispenser) จะต้องฉีดไล่ซิลิโคนที่ตกค้างในระบบและทดสอบจนแน่ใจว่าส่วนผสม ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อกาวซิลิโคน (Base) และส่วนที่ทำให้กาวซิลิโคนแห้ง (Curing Agent) ผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวโดยสมบูรณ์ และทดสอบการแห้งตัวของส่วนผสมซิลิโคนโดยทำการทดสอบโดยการทดสอบที่เรียกว่า การทดสอบบัตเตอร์ฟลาย (Butterfly Test) และการทดสอบสแนพไทม์ (Snap Time Test) ดังนี้

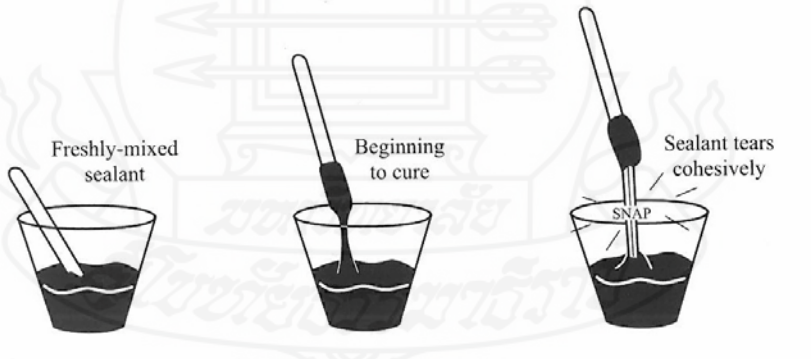
“Butterfly Test” เป็นการทดสอบเพื่อดูความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม ทั้งสองชนิดเพื่อให้แน่ใจว่าซิลิโคนทุกส่วนมีคุณสมบัติเหมือนกัน โดยสังเกตได้จากสีของเนื้อซิลิโคนต้องมีความสม่ำเสมอโดยทั่วไปจะมีสีเทาดำ




ภาพที่ 4.23 การทดสอบความเข้ากันของซิลิโคน (Butterfly Test)

ที่มา: DOW CORNING®, Silicone Construction Sealants Asia Technical Manual

“Snap Time Test” เป็นการทดสอบเวลาแห้งตัวของซิลิโคนหลังจากฉีดออกจากปืนฉีดซิลิโคนแล้ว ซึ่งเวลาที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30 – 50 นาที หากพบว่าซิลิโคนแห้งเร็วหรือช้าเกินไปจะต้องหาสาเหตุและทำการแก้ไขทันที




ภาพที่ 4.24 การทดสอบเวลาแห้งตัวของซิลิโคน (Snap Time Test)

ที่มา: DOW CORNING® Silicone Construction Sealants Asia Technical Manual

เมื่อทดสอบจนกระทั่งแน่ใจว่าซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การยาแนวแล้ว จึงทำการฉีดซิลิโคนเข้ากับกรอบอลูมิเนียมที่เตรียมพื้นผิวและติดตั้งกระจกไว้เรียบร้อยแล้ว หลังจากฉีดซิลิโคนจะต้องทำการปาดตกแต่งผิวซิลิโคนทันที หากปล่อยไว้ให้ผิวซิลิโคนเริ่มแห้งจะทำให้ผิวหน้าของแนวซิลิโคนไม่เรียบ โดยในขั้นตอนนี้ใช้พนักงานจำนวน 3 คน สำหรับฉีดซิลิโคน 1 คน ปาดตกแต่งผิว 1 คน และยกสายผสมซิลิโคนระหว่างฉีดซิลิโคน 1 คน เพื่อป้องกันสายผสมซิลิโคนไปสัมผัสแนวซิลิโคนที่ยาแนวแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่แนวซิลิโคนได้เนื่องจากผิวซิลิโคนยังไม่แห้งดี

ภาพที่ 4.25 การฉีดซิลิโคนชนิด 2 ส่วนผสมด้วยเครื่องผสมซิลิโคน

สำหรับการยาแนวซิลิโคนป้องการการรั่วซึม ซึ่งเป็นกาวซิลิโคนชนิดที่มีส่วนผสมเดียว สามารถฉีดซิลิโคนลงบนพื้นผิวที่สะอาดได้ทันที โดยใช้ปืนฉีดซิลิโคนแบบใช้ลม

*8) การฉีดซิลิโคนเพื่อล้างระบบ (Flushing)* เพื่อป้องกันการอุดตันของซิลิโคนภายในระบบฉีดซิลิโคน หลังจากหยุดฉีดซิลิโคนเป็นเวลาตั้งแต่ 15 นาที ขึ้นไป จำเป็นต้องฉีดไล่ซิลิโคนที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันและตกค้างในสายนำซิลิโคนและปืนฉีดซิลิโคน ซึ่งสามารถทำได้โดยการปิดทางเข้าของส่วนที่ทำให้กาวซิลิโคนแห้ง (Curing Agent) ซึ่งมีสีดำ และฉีดไล่เนื้อกาวซิลิโคน (Base) ซึ่งมีสีขาว จนกระทั่งเนื้อซิลิโคนที่ฉีดออกมาไม่มีสีดำปนออกมา ซึ่งใช้เวลานานและสิ้นเปลืองเนื้อกาวซิลิโคน

หากปล่อยให้เกิดการอุดตันในระบบ จะส่งผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากซิลิโคนออกไม่สม่ำเสมอ หากอุดตันมากอาจต้องทำการล้างระบบซึ่งอาจใช้เวลานานถึง 1 สัปดาห์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตสายการติดตั้งกระจกโดยตรง

ดังนั้น ในการฉีดซิลิโคนแต่ละครั้งจะต้องพยายามฉีดซิลิโคนอย่างต่อเนื่องกัน และปริมาณงานต้องมีมากพอ เพื่อให้เกิดการประหยัดซิลิโคนเนื่องจากการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อเริ่มใช้ปั๊มฉีดซิลิโคนและการฉีดซิลิโคนเพื่อล้างระบบ หลังการใช้งานเสร็จสิ้น ทั้งนี้ซิลิโคนที่ฉีดทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้

กรณีฉุกเฉินหรือมีความจำเป็นเร่งด่วนหรือได้รับอนุมัติจากผู้บริหารจึงจะอนุญาตให้ทำการฉีดซิลิโคนเมื่อมีปริมาณงานไม่มากนัก เช่น กรณีปิดงานโครงการ เป็นต้น

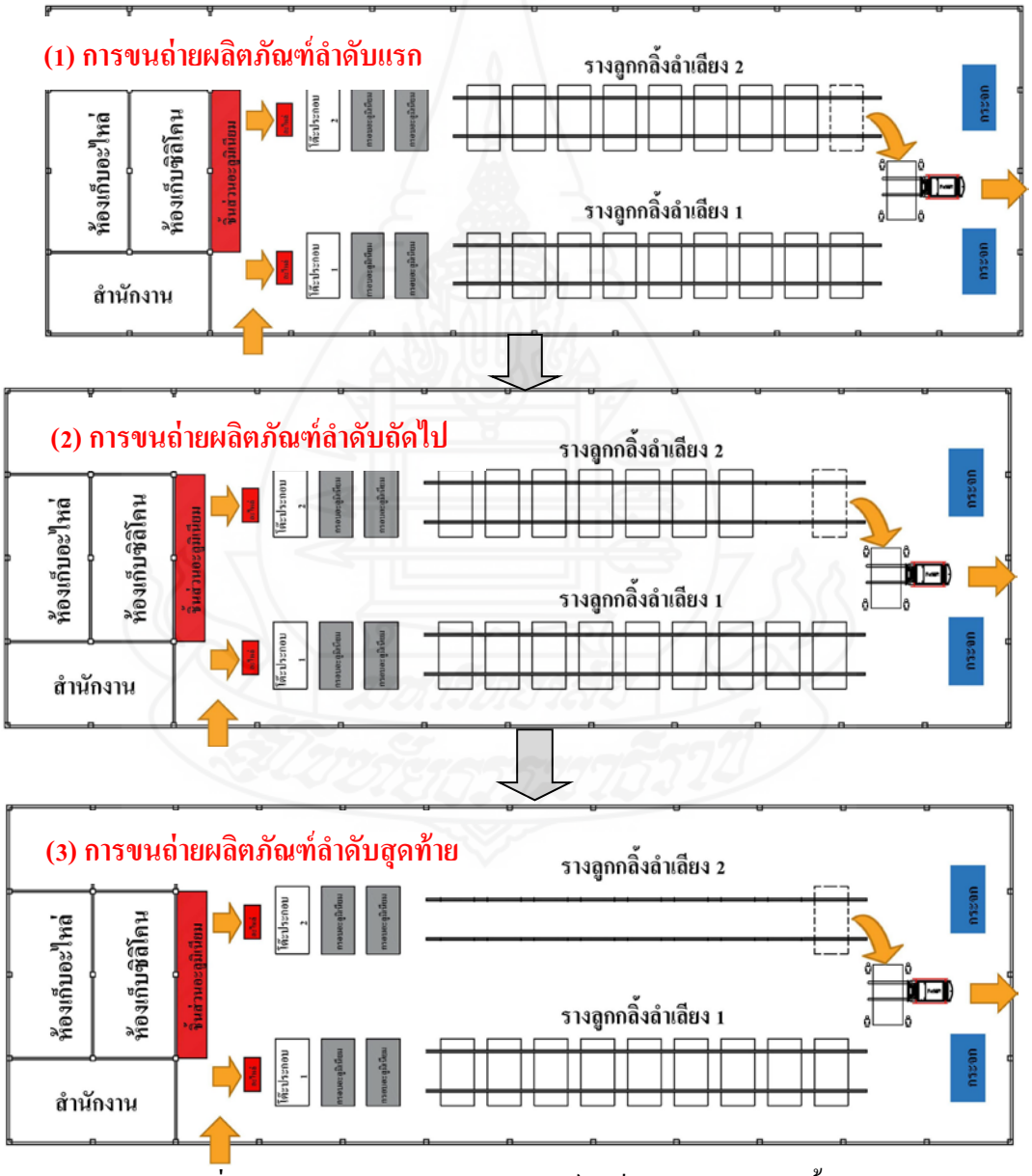
*9) การจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อบ่มซิลิโคน (Silicone Curing) หลังจาก* ฉีดซิลิโคนชนิด 2 ส่วนผสมเรียบร้อยแล้ว ยังไม่สามารถนำผลิตภัณฑ์ไปทำการติดตั้งได้ทันที เนื่องจากการยึดเกาะยังเกิดไม่สมบูรณ์ ในการบ่มซิลิโคน โดยปกติมาตรฐานโรงงานกำหนดให้บ่มซิลิโคนไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง ก่อนจัดส่งออกจากโรงงานไปยังลูกค้า ในขั้นตอนนี้พนักงานติดตั้งกระจก 1 คน จะขับรถยกไปตักพัลเลตเปล่าที่จัดเก็บไว้ภายนอกอาคาร เข้ามายังบริเวณปลายรางลูกกลิ้งลำเลียง ระหว่างนี้พนักงานติดตั้งกระจกอย่างน้อย 3 คน จะเลื่อนผลิตภัณฑ์สำเร็จที่วางอยู่บนรางลูกกลิ้งลำเลียงให้อยู่ในตำแหน่งปลายสายการผลิต และยกลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อบรรจุลงในพัลเลตเปล่าที่เตรียมไว้ และยกออกไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน (Curing Area)

ภาพที่ 4.26 การขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง

การยกผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงต้องใช้พนักงานอย่างน้อย 3 คน สำหรับลิตภัณฑ์ขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา หากผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากจะต้องใช้พนักงาน 6 คน เพื่อยกที่บริเวณใกล้เคียงมุมทั้ง 4 และยกช่วงกลางของโครงทั้งสองด้าน

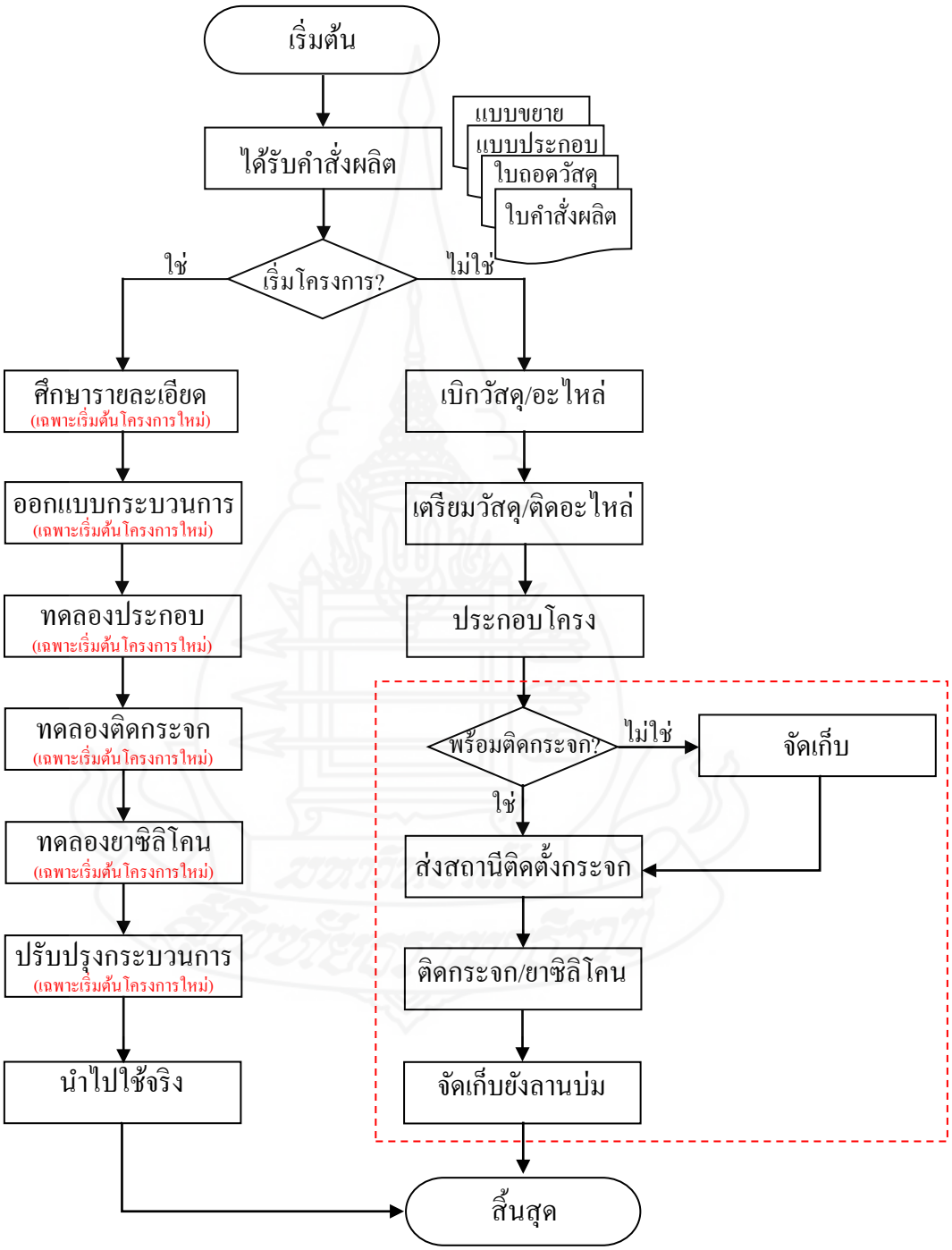
เพื่อป้องกันโครงบิดตัวระหว่างยกลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อวางลงในพัลเลตเหล็กก่อนลำเลียงไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน

ระหว่างการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง เพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคนหากมีผลิตภัณฑ์สำเร็จวางอยู่บนรางลูกกลิ้งลำเลียงจะไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงจะเริ่มจากปลายรางลูกกลิ้งลำเลียงคราวละ 1 หน่วย เท่านั้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์สำเร็จที่วางอยู่บริเวณปลายสุดของรางลูกกลิ้งลำเลียงบรรจุในพัลเลตแล้ว จึงเลื่อนผลิตภัณฑ์สำเร็จที่อยู่ลำดับถัดไปมาแทนที่ โดยจะขนถ่ายรางที่ 1 หรือรางที่ 2 ก่อนก็ได้




ภาพที่ 4.27 ลำดับการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง

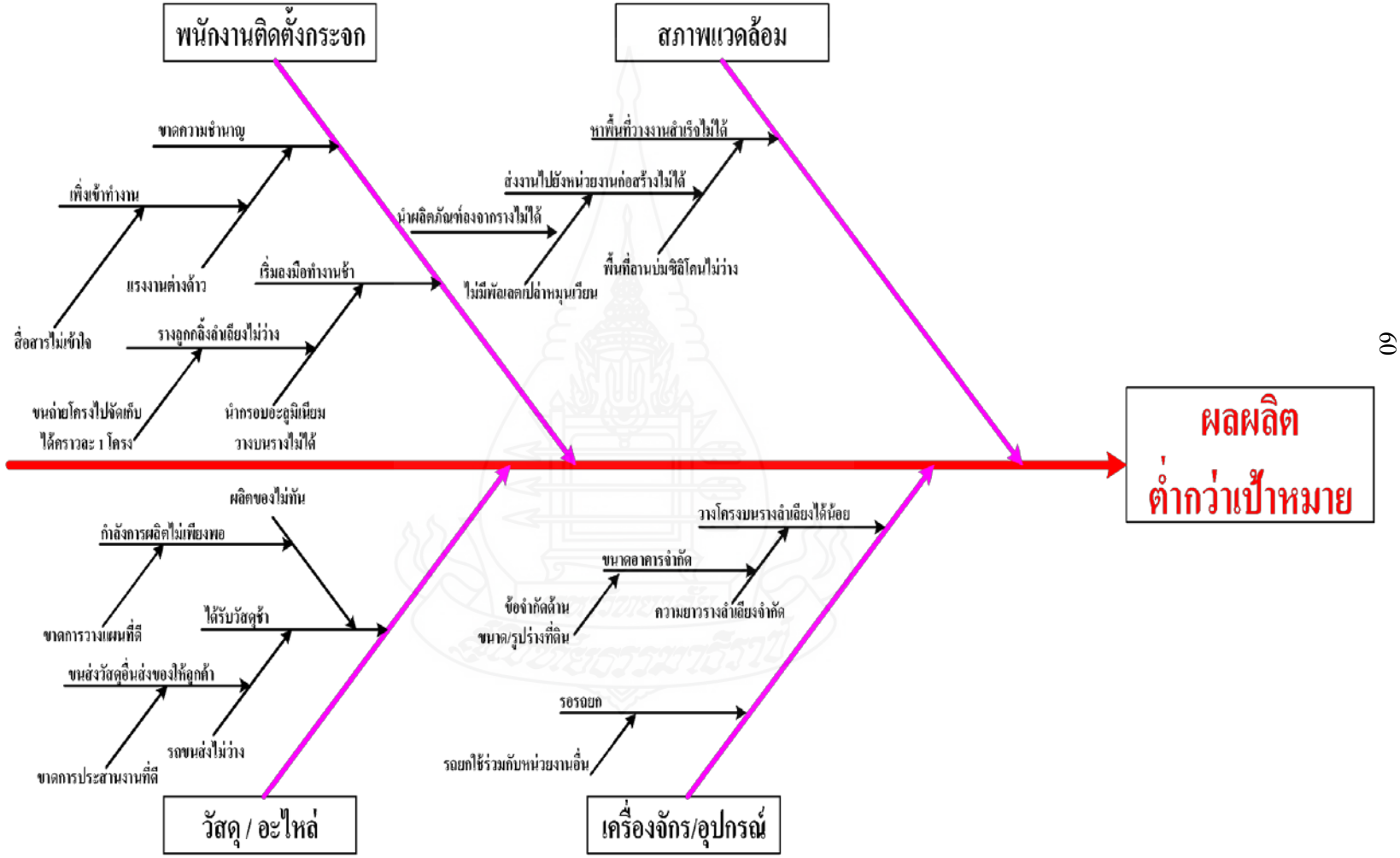
กระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกสามารถแสดงในรูปผังการไหลของกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก (Assembly and Glazing Flowchart) ของบริษัทกรณีศึกษาดังภาพที่ 4.28




**1.3** ภาพที่ 4.28 ผังการไหลของกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจก

จากการประชุมร่วมกันระหว่างผู้จัดการสายปฏิบัติการ ผู้จัดการแผนกผลิต 2 ผู้จัดการแผนกวางแผนการผลิต หัวหน้าส่วนวางแผนการผลิต หัวหน้าส่วนขนส่ง หัวหน้าส่วนคลังวัสดุ หัวหน้ากลุ่มประกอบ หัวหน้ากลุ่มติดตั้งกระจกและเจ้าหน้าที่ประกับคุณภาพ เพื่อระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาของสายการติดตั้งกระจกของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งผลการประชุม

สามารถแสดงในรูปผังแสดงเหตุและผล ดังภาพที่ 4.29




ภาพที่ 4.29 ผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาสายการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิม

จากการวิเคราะห์ปัญหาของสายการประกอบและติดตั้งกระจกแบบเดิมดังภาพที่4.29 พบว่าปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของสายการติดตั้งกระจกของโรงงานกรณีศึกษา มีสาเหตุจากปัจจัยดังต่อไปนี้

***1.3.1 พนักงานติดตั้งกระจก***

*1) พนักงานขาดความชำนาญ* เนื่องจากพนักงานติดตั้งกระจกจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนพนักงานติดตั้งกระจกซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 8 คน เป็นแรงงานต่างด้าว ซึ่งขาดความเข้าใจการปฏิบัติงานที่มีการฝึกสอนโดยหัวหน้างานเนื่องจากมีอุปสรรคเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ในการสื่อสารในช่วงเริ่มต้นจึงทำให้พนักงานต่างด้าวเรียนรู้งานได้ค่อนข้างช้า ปัญหาดังกล่าวได้ทำการแก้ไขโดยการอธิบายผ่านล่ามที่มีความเข้าใจภาษาไทยและภาษาของแรงงานต่างด้าวในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่พนักงานต่างด้าว ซึ่งทำให้พนักงานสามารถเข้าใจและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

*2) พนักงานเริ่มปฏิบัติงานช้า* พบว่า พนักงานติดตั้งกระจกจำนวน 6 คน จากจำนวนทั้งสิ้น 8 คน ไม่สามารถปฏิบัติงานติดตั้งกระจกได้เต็มที่ระหว่างที่มีการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง เนื่องจากไม่สามารถนำกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงได้ เพราะจะทำให้กีดขวางการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงดังภาพที่ 4.27 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวพนักงานติดตั้งกระจกมีการปฏิบัติงานดังนี้

ตารางที่ 4.1 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง (สายการติดตั้งกระจกแบบเดิม)

| **งานที่ต้องปฏิบัติ** | **จำนวนพนักงาน** (คน) | **เวลาที่ใช้** (วินาทีต่อหน่วย) |
|---|---|---|
| 1. ยกผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงวางบนพัลเลตเหล็ก | 6 | 15 |
| 2. ใช้รถยกลำเลียงพัลเลตเหล็กไปยังลานบ่มซิลิโคน ครั้งละ 1 หน่วย | 2 | 280 |
| 3. คัดเลือกพัลเลตและยกพัลเลตเหล็ก เข้ามาวางยังปลายรางลูกกลิ้งลำเลียง | 2 | 120 |

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 พนักงานติดตั้งกระจกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกมีพนักงานจำนวน 6 คน ทำหน้าที่เลื่อนผลิตภัณฑ์สำเร็จมายังปลายรางลูกกลิ้งลำเลียง และยกวางลง

บนพัลเลตเหล็ก โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 15 วินาทีต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จ 1 หน่วย และกลุ่มที่สองมีพนักงานจำนวน 2 คน ทำหน้าที่ขับรถยก 1 คน และเป็นผู้ช่วยในการให้สัญญาณในการวางซ้อนพัลเลตเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์สำเร็จอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานดังกล่าวและคัดเลือกพัลเลตเปล่าอีก 1 คน โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 400 วินาทีต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จ 1 หน่วย เนื่องจากรางลูกกลิ้ง 1 ราง สามารถวางผลิตภัณฑ์สำเร็จขนาดมาตรฐานได้จำนวน 9 หน่วย สามารถคำนวณเวลาที่พนักงานติดตั้งกระจกไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง ดังนี้

**สำหรับรางลำเลียงที่ 1**

พนักงานกลุ่มแรก จำนวน 6 คน

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 1 หน่วย เวลาที่ไม่สามารถปฏิบัติงาน = 280+120 วินาที

= 400 วินาที

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 9 หน่วย เวลาที่ไม่สามารถปฏิบัติงาน = 400 x 9 วินาที

= 3,600 วินาที

= 60 นาที

คิดเป็นจำนวนชั่วโมงแรงงาน = $\frac{60 \text{ x } 6 \text{ ชั่วโมงแรงงาน}}{60}$

= 6 ชั่วโมงแรงงาน ..... (1)

**สำหรับรางลำเลียงที่ 2**

พนักงานกลุ่มแรก จำนวน 4 คน จะทำหน้าที่ยกผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลำเลียงที่ 2 ส่วนอีก 2 คน ที่เหลือทำการยกกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงรางที่ 1 เพื่อเตรียมการสำหรับการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 1 หน่วย เวลาที่ไม่สามารถปฏิบัติงาน = 400 วินาที

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 9 หน่วย เวลาที่ไม่สามารถปฏิบัติงาน = 3,600 วินาที

= 60 นาที

คิดเป็นจำนวนชั่วโมงแรงงาน = $\frac{60 \text{ x } 4 \text{ ชั่วโมงแรงงาน}}{60}$

= 4 ชั่วโมงแรงงาน ..... (2)

ดังนั้นเวลาสูญเปล่ารวมคือ (1) + (2) = 6 + 4 = 10 ชั่วโมงแรงงาน

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงแรงงานที่พนักงานติดตั้งกระจกจำนวน 6 คน ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงทั้งสองสายรวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมงแรงงานต่อวัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 15.63 ของชั่วโมงแรงงานของพนักงานทั้งหมดจำนวน 8 คน ซึ่งปฏิบัติงานวันละ 8 ชั่วโมง โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนพนักงานติดตั้งกระจกจำนวนทั้งหมด | = | 8 คน |
| จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานต่อวัน | = | 8 ชั่วโมง |
| จำนวนชั่วโมงแรงงานรวม | = | 8 x 8 ชั่วโมงแรงงาน |
| | = | 64 ชั่วโมงแรงงาน |
| ร้อยละของชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า | = | $\frac{\text{ชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า}}{\text{ชั่วโมงแรงงานรวม}} \times 100$ |
| จำนวนชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า | = | 10 ชั่วโมงแรงงาน |
| จำนวนชั่วโมงแรงงานรวม | = | 64 ชั่วโมงแรงงาน |
| ดังนั้นร้อยละของชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า | = | $\frac{10}{64} \times 100$ |
| | = | 15.63% |

ปัจจุบันอัตราค่าจ้างขั้นต่ำสำหรับเขตพื้นที่ที่ตั้งโรงงานกรณีศึกษาตามประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 8) ซึ่งได้ประกาศให้มีผลใช้บังคับ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 กำหนดค่าจ้างขั้นต่ำอยู่ที่ 310 บาทต่อวัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้อัตราค่าจ้างขั้นต่ำสำหรับพนักงานติดตั้งกระจกแทนค่าแรงจริง ณ ปัจจุบันของพนักงาน

ดังนั้น เวลาที่พนักงานติดตั้งกระจกจำนวน 6 คน ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง 1 ชั่วโมงต่อวัน สามารถคำนวณความสูญเสียเป็นตัวเงินได้ ดังนี้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ค่าจ้างพนักงาน 1 คน | 8 ชั่วโมง | = | 310 | บาท |
| ค่าจ้างพนักงาน 1 คน | 1 ชั่วโมง | = | $\frac{1}{8} \times 310$ | บาท |
| | | = | 38.75 | บาท |
| ดังนั้น ค่าจ้างพนักงานต่อชั่วโมงแรงงาน | | = | 38.75 | บาท |

ความสูญเสียที่เป็นตัวเงินที่พนักงานจำนวน 6 คนที่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ระหว่างลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงสามารถคำนวณได้ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อวัน | = | ชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า x ค่าจ้างต่อชั่วโมง |
| | = | 10 x 38.75 บาท/วัน |
| | = | 387.50 บาท/วัน |

เนื่องจากบริษัทกำหนดให้วันทำงานปกติคือวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ดังนั้นในหนึ่งปี จึงมีวันทำงานปกติทั้งสิ้นจำนวน 300 วัน โดยหักวันหยุดประจำสัปดาห์และวันหยุดตามประกาศของบริษัท ฯ ดังนั้นมูลค่าความเสียหายต่อปี สามารถคำนวณได้ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อปี | = | จำนวนวันทำงานต่อปี x ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อวัน |
| | = | 300 x 387.50 บาท/ปี |
| | = | 116,250.00 บาท/ปี |

ดังนั้น มูลค่าความสูญเปล่าเป็นตัวเงินอันเกิดจากพนักงานติดตั้งกระจกไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงขั้นต่ำมีมูลค่าสูงถึง 116,250 บาทต่อปีนับเป็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัทต่อบริษัทแต่อย่างใด สามารถคำนวณความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อปีเป็นร้อยละเทียบกับค่าจ้างพนักงานติดตั้งกระจกในชั่วโมงทำการปกติทั้งปีได้ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ร้อยละของความสูญเสียเป็นตัวเงิน | = | $\frac{\text{ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อปี}}{\text{ค่าจ้างพนักงานติดตั้งกระจกต่อปี}}$ x 100 |
| ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อปี | = | 116,250 บาทต่อปี |
| ค่าจ้างพนักงานติดตั้งกระจกต่อปี | = | 310 x 8 x 300 บาทต่อปี |
| | = | 744,000 บาทต่อปี |
| ดังนั้น ร้อยละของความสูญเสียเป็นตัวเงิน | = | $\frac{116,250}{744,000}$ x 100 |
| | = | 15.63% |

### *1.3.2 วัสดุและอะไหล่*

*1) การได้รับวัสดุล่าช้า* เนื่องจากวัสดุและชิ้นส่วนต่าง ๆ ทำการผลิต และจัดเก็บไว้ที่โรงงาน 1 เมื่อต้องการใช้งานพนักงานส่วนประกอบและติดตั้งกระจกจะเดินทางไปยังโรงงาน 1 เพื่อทำการเบิกวัสดุที่ต้องการใช้งานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและแจ้งประสานหน่วยงานขนส่งให้เพื่อดำเนินการจัดส่งวัสดุที่ต้องการไปยังโรงงาน 2 พบว่าบางวันรถขนของโรงงานออกไปส่งของยังหน่วยงานในช่วงเช้า จึงไม่สามารถขนส่งวัสดุมายังโรงงาน 2 ได้ ต้องรอให้รถกลับจากหน่วยงานในช่วงบ่ายจึงจะสามารถขนส่งวัสดุให้ได้ทำให้การผลิตขาดความต่อเนื่อง โดยปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยจัดทำข้อตกลงให้ส่วนขนส่งทำการจัดส่งวัสดุไปยังโรงงาน 2 วันละ 2 รอบ คือรอบเช้า ก่อนออกไปส่งของที่หน่วยงาน และรอบเย็นหลังกลับจากหน่วยงาน โดยที่ผู้จัดการแผนกผลิตโรงงาน 2 จะเป็นผู้คัดเลือกวัสดุและแจ้งหน่วยงานขนส่งรับทราบล่วงหน้า

*2) การได้รับวัสดุหรือชิ้นส่วนที่ส่งออกไปว่าจ้างผลิต ล่าช้ากว่ากำหนด* ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้หรือผลิตได้แต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการติดตั้งระบบผนังกระจกจะต้องทำการติดตั้งเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันไปในแต่ละชั้น ในแต่ละด้านของอาคาร ปัญหาดังกล่าวเกิดจากปริมาณความต้องการกำลังการผลิตสูงกว่ากำลังการผลิตของโรงงานในปัจจุบัน ทำให้ต้องว่าจ้างผู้รับจ้างช่วงให้ทำการผลิตให้ ซึ่งควบคุมกำหนดการได้ยากและการเร่งรัดผู้รับจ้างช่วงให้เร่งการผลิตอาจส่งผลต่อคุณภาพเป็นอย่างมาก ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยส่วนจัดซื้อได้ติดต่อผู้รับจ้างช่วงรายใหม่เพิ่มขึ้นโดยให้เข้ามาปฏิบัติงานภายในพื้นที่ของโรงงานในส่วนที่สามารถทำได้ จึงทำให้สามารถควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแผนการผลิตได้

### *1.3.3 เครื่องจักรและอุปกรณ์*

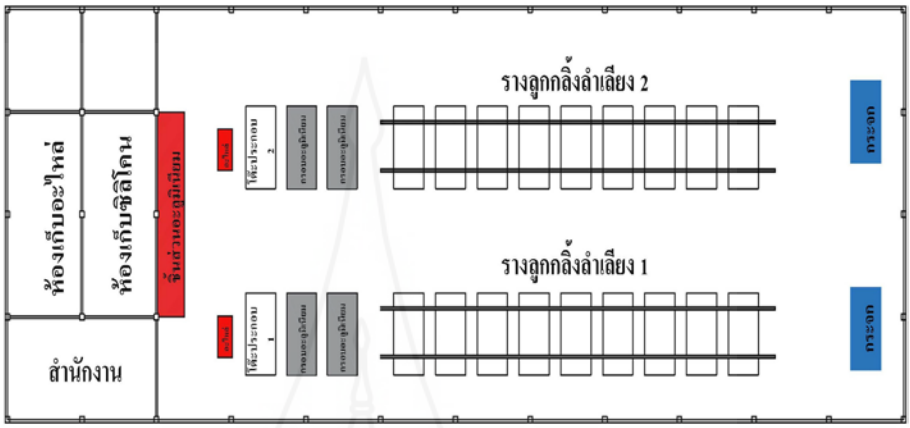
*1) ความยาวของรางลูกกลิ้ง* รางลูกกลิ้งลำเลียงที่ใช้งาน มีลักษณะเป็นรางลูกกลิ้งสองรางวางขนานกัน โดยสามารถปรับระยะห่างของรางได้ตามความเหมาะสมกับขนาดของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ความยาวของรางลูกกลิ้งลำเลียงมีความยาวจำกัดเพียง 22 เมตร สำหรับผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกรูปแบบมาตรฐานของโครงการที่ทำการศึกษามีความกว้าง 1.90 เมตร และระยะห่างระหว่างการจัดวางกรอบอลูมิเนียมประมาณ 0.50 เมตรสามารถคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดได้ ดังนี้

$$\text{จำนวนกรอบอลูมิเนียมสูงสุดบนราง} = \frac{\text{ความยาวของราง}}{(\text{ความกว้างของกรอบ} + \text{ระยะห่างที่เว้นไว้})}$$

$$= \frac{22}{(1.90 + 0.50)} \text{ โครง/ราง}$$

$$= 9.16 \text{ โครง/ราง}$$

ดังนั้น จำนวนกรอบอลูมิเนียมที่สามารถวางบนรางลำเลียงได้สูงสุด คือ 9 โครงต่อรางซึ่งโรงงาน 2 มีรางลำเลียงจำนวน 2 ราง กำลังการผลิตสูงสุดของการติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูปที่มีรูปแบบมาตรฐานจึงเท่ากับ 18 หน่วยต่อวัน ดังภาพที่ 4.30




ภาพที่ 4.30 จำนวนสูงสุดของกรอบอลูมิเนียมที่สามารถวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียงได้

*2) การใช้รถยกร่วมกับหน่วยงานอื่น* ในการยกพัลเลตเปล่าสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จและการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์สำเร็จไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคนต้องใช้รถยก (Forklift) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สำเร็จและพัลเลตเหล็กที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมาก แต่รถยกต้องใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่นที่ปฏิบัติงานภายในพื้นที่โรงงาน 2 ได้แก่ ส่วนขนส่ง เพื่อการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จสำหรับส่งให้ลูกค้า และส่วนคลังวัสดุเพื่อการลำเลียงกระจกออกจากตู้สินค้าและจ่ายกระจกให้แผนกผลิตพบว่าบางครั้งที่บางหน่วยงานต้องรอคอยรถยกหากหน่วยงานอื่นใช้งานอยู่

ภาพที่ 4.31 การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มโดยใช้รถยก

***1.3.4 สภาพแวดล้อม***

พบว่าระหว่างทำการศึกษานั้นหน่วยงานก่อสร้างบางหน่วยงานไม่สามารถดำเนินการติดตั้งผนังกระจกได้เนื่องจากปัญหาบางประการทำให้โรงงาน 2 ต้องจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไว้เป็นเวลานานกว่าปกติทำให้พัลเลตเหล็กสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จมีไม่เพียงพอทำให้ต้องสั่งผลิตพัลเลตเพิ่ม นอกจากนี้พื้นที่ในการจัดเก็บซึ่งมีอยู่จำกัด เมื่อไม่สามารถจัดส่งผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกไปยังหน่วยงานก่อสร้างหรือลูกค้าได้ ทำให้การลำเลียงผลิตภัณฑ์ลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อจัดเก็บในลานบ่มซิลิโคนทำได้ยากขึ้น โดยใช้เวลามากขึ้นในการลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากสายการติดตั้งกระจกเนื่องจากไม่สามารถขับรถยกด้วยความเร็วสูงได้เพราะมีสิ่งกีดขวางทางเดินรถส่งผลให้เวลาคอยงานของพนักงานติดตั้งกระจกเพิ่มขึ้นด้วย

จากการวิเคราะห์ปัญหาดังรายละเอียดข้างต้นผู้วิจัยมีความเห็นว่าปัญหาเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจก จำนวน 4 - 6 คน เป็นระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงต่อวัน ระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงมีมูลค่าความเสียหายสูงถึง 116,250 บาทต่อปี ซึ่งเป็นความสูญเสียอย่างมากแก่บริษัท ดังนั้นจึงมีดำริในการศึกษาแนวทางแก้ปัญหา ดังกล่าวโดยนำแนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

**1.4 การกำหนดผลผลิตเป้าหมาย**

การกำหนดผลผลิตเป้าหมายสามารถคำนวณจากการนับจำนวนระบบผนังกระจกจากแบบทั้งหมดที่ต้องทำการผลิตโดยฝ่ายโรงงานหารด้วยจำนวนวันทำงานปกติ (ไม่นับวันอาทิตย์และวันหยุดตามประเพณีตามประกาศของบริษัทฯ) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ผลผลิตเป้าหมาย} = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์}}{\text{จำนวนวันทำงาน}}$$

โดยที่ ผลผลิตเป้าหมาย หมายถึง จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสร็จสมบูรณ์ขั้นต่ำที่ต้องผลิตได้ต่อวัน
จำนวนผลิตภัณฑ์ หมายถึง จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ฝ่ายโรงงานต้องผลิต
จำนวนวันทำงาน หมายถึง จำนวนวันทำงานปกติของฝ่ายโรงงาน ภายในกำหนดเวลาตามที่ระบุในสัญญาจ้างตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ

ในระหว่างที่ดำเนินการศึกษาสายการผลิตดังกล่าวได้ทำการผลิตโครงการ ลำดับที่ 670 ซึ่งมีจำนวนผนังกระจกชนิดกรอบสำเร็จรูปจำนวนทั้งหมด 787 โครง และมีระยะเวลาสำหรับกระบวนการประกอบและติดตั้งกระจกระหว่าง วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2560 ถึง วันที่ 9 สิงหาคม 2560 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 140 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณผลผลิตเป้าหมายได้ดังนี้

$$\text{ผลผลิตเป้าหมาย} = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์}}{\text{จำนวนวันทำงาน}}$$

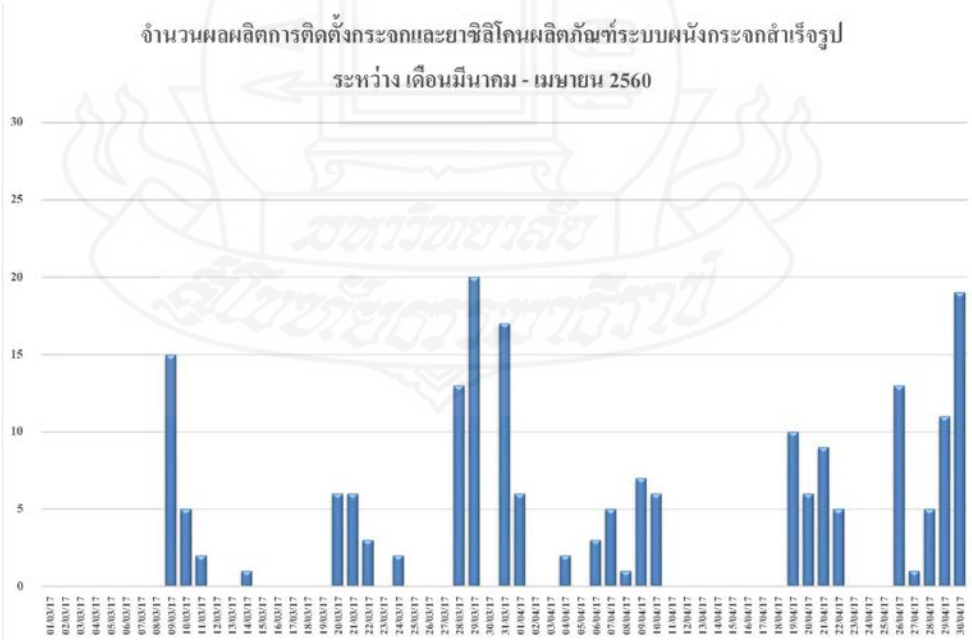
$$\text{แทนค่าในสูตรจะได้ผลผลิตเป้าหมาย} = \frac{787 \text{ โครง}}{140 \text{ วัน}}$$

$$= 5.6 \text{ โครง/วัน}$$

ดังนั้น จึงกำหนดผลผลิตเป้าหมายสำหรับโครงการนี้ไว้เป็น 6 โครงต่อวัน สำหรับโครงการลำดับที่ 670 ซึ่งผลผลิตเป้าหมายจะแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นกับจำนวนหน่วยของผลิตภัณฑ์ ความซับซ้อนของระบบผนังกระจกและระยะเวลาดำเนินงานของแต่ละโครงการ

### *1.4.1 ผลการติดตั้งกระจก (ก่อนปรับปรุง)*

ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง เดือนเมษายน 2560 ผลการติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูปของโรงงาน 2 แสดงดังภาพที่ 4.32




ภาพที่ 4.32 ผลการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนระหว่าง มีนาคม-เมษายน 2560 (ก่อนปรับปรุง)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานผลการผลิตการติดตั้งกระจกโรงงาน 2 ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง เดือนเมษายน 2560 ซึ่งทำการผลิตระบบผนังกระจกของโครงการ ลำดับที่ 670 สรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ผลการติดตั้งกระจกระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2560 (ก่อนปรับปรุง)

| หัวข้อ | สถานีติดตั้งกระจก (แบบเดิม) |
|---|---|
| 1. จำนวนผลผลิตที่ผลิตได้ (โครง) | 199 |
| 2. จำนวนวันทำการ (วัน) | 47 |
| 3. ผลผลิตเฉลี่ย (โครงต่อวัน) | 4.2 |
| 4. ผลผลิตเป้าหมาย (โครงต่อวัน) | 6 |
| 5. ผลผลิตเฉลี่ยต่างจากเป้าหมาย (โครงต่อวัน) | -1.8 |
| 6. ร้อยละของผลผลิตเฉลี่ยเทียบกับผลผลิตเป้าหมาย (%) | 70 |

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อวันทำการเท่ากับ 4.2 โครงต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 70 ของผลผลิตเป้าหมายซึ่งต่ำกว่าผลผลิตเป้าหมายที่กำหนดไว้ร้อยละ 30 ดังนั้นแผนกผลิตโรงงาน 2 จำเป็นต้องศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และเพื่อให้มีปริมาณงานสำรองไว้ในปริมาณที่เหมาะสมหากมีเหตุฉุกเฉินที่ไม่สามารถคาการณ์ได้ล่วงหน้า เช่นเครื่องจักรเสีย ขาดวัสดุหรือชิ้นส่วนสำหรับการประกอบและติดตั้งกระจก เป็นต้น

***1.4.2 แนวทางในการเพิ่มผลผลิตของสายการติดตั้งกระจก*** มีดังต่อไปนี้

1) เพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน โดยให้พนักงานทำงานล่วงเวลาระหว่าง 17.30 น. ถึง 21.30 น. กรณีนี้ต้นทุนด้านแรงงานจะเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 50 เนื่องจากอัตราค่าจ้างในการทำงานล่วงเวลาที่กำหนดไว้เป็น อัตรา 1.5 เท่า ของอัตราค่าจ้างในการทำงานช่วงเวลาปกติ

2) เพิ่มวันทำงานและการทำงานล่วงเวลาในวันหยุด ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนอาจพิจารณาให้พนักงานทำงานในวันหยุดประจำสัปดาห์ แต่อัตราค่าจ้าง และค่าล่วงเวลากำหนดไว้เป็น 2 เท่า และ 3 เท่า ของอัตราค่าจ้างปกติตามลำดับ

3) เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ได้แก่

(1) ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป

(2) ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง

(3) ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง

(4) ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว

(5) ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต

(6) ความสูญเสียเนื่องจากการคอยงาน

(7) ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย

4) เพิ่มจำนวนสายการผลิต ซึ่งสามารถทำได้โดยให้สายการผลิตอื่นของบริษัทหยุดผลิตงานที่ทำการผลิตอยู่ในขณะนั้น และช่วยทำการผลิตงานที่ล่าช้า ซึ่งวิธีนี้เป็นการแก้ปัญหา เฉพาะหน้าเท่านั้น เนื่องจากปัญหาดังกล่าวจะไปปรากฏที่โครงการอื่นแทน หรือการเพิ่มสายการผลิตใหม่ในโรงงาน โดยแบ่งพนักงานซึ่งมีความชำนาญงานออกเป็น 2 ส่วน แล้วจ้างพนักงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้ครบตามจำนวนของแต่ละสถานีงาน วิธีนี้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดความผิดพลาดจากการทำงาน เนื่องจากพนักงานใหม่ต้องใช้เวลาในการศึกษาแบบที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควรในการทำความเข้าใจ แม้จะมีพนักงานที่มีความชำนาญอยู่ด้วยก็ตาม แต่ต่างก็ต้องปฏิบัติงานที่ตนรับผิดชอบ ฉะนั้น การสอนงานจึงไม่อาจทำได้อย่างเต็มที่ พนักงานใหม่ต้องเรียนรู้เองโดยการสังเกต สอบถาม จากเพื่อนร่วมงานซึ่งอาจเข้าใจคลาดเคลื่อนได้

5) การว่าจ้างผู้รับจ้างช่วงทำการผลิตให้ โดยบริษัทเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุทั้งหมดให้แก่ ผู้รับจ้างช่วง ซึ่งอาจให้ผู้รับจ้างช่วงเข้ามาปฏิบัติงานภายในพื้นที่ของบริษัท หรือปฏิบัติงานในสถานที่ของผู้รับจ้างช่วงก็ได้ วิธีนี้ทำให้ต้นทุนการการดำเนินงานเพิ่มสูงขึ้นมาก ทั้งในด้านการขนส่ง การตรวจสอบคุณภาพ และมีความเสี่ยงในการถูกลอกเลียนแบบระบบผนังกระจก ซึ่งบริษัทได้ศึกษาค้นคว้า และพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 40 ปี ดังนั้นหากไม่จำเป็นจะหลีกเลี่ยงการว่าจ้างผู้รับจ้างช่วงให้ดำเนินการผลิตระบบผนังกระจกของบริษัท

## ตอนที่ 2 การออกแบบและปรับปรุงสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจก

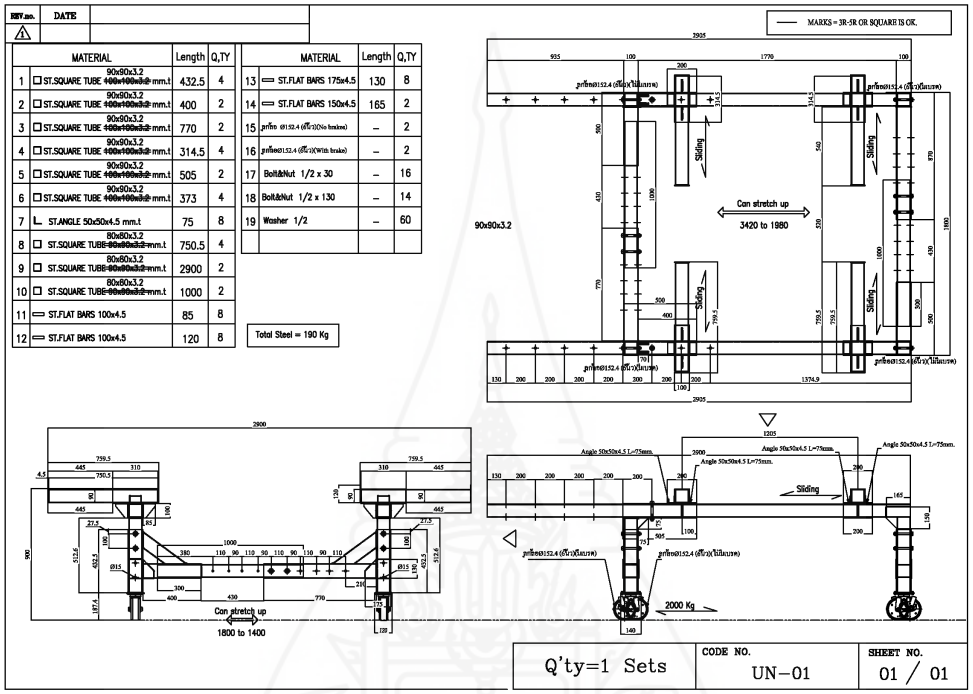
มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

**2.1 การประชุมระดมความคิดเห็น (Brain Storming)**

จากการประชุมระดมความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วยผู้จัดการสายปฏิบัติการ ผู้จัดการแผนกผลิตโรงงาน 2 หัวหน้ากลุ่มประกอบและติดตั้งกระจก เจ้าหน้าที่ประกันคุณภาพ เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2560 ที่ประชุมมีมติเสนอเปลี่ยนสายการติดตั้งกระจกจากเดิมที่ใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงเป็นการใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทน เพื่อลดเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน และเพิ่มกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจก

### 2.2 การออกแบบรถเข็น

วิศวกรโรงงานได้ทำการศึกษาและออกแบบรถเข็นเพื่อใช้สำหรับการติดตั้งกระจกและยาแนวซิลิโคน ดังนี้




ภาพที่ 4.33 แบบรถเข็นสำหรับสถานีงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน

### 2.3 การสั่งผลิตรถเข็นเพื่อใช้สำหรับการผลิต

ในเบื้องต้นดำเนินการสั่งผลิตรถเข็นต้นแบบจำนวน 1 ชุด สำหรับทดลองใช้งานเพื่อหาจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขก่อนสั่งผลิตเพื่อนำมาใช้งานจริง หลังจากนั้นจึงดำเนินการสั่งผลิตรถเข็นจำนวนทั้งสิ้น 25 ชุด ซึ่งรถเข็นดังกล่าวมีลักษณะดังภาพ 4.34

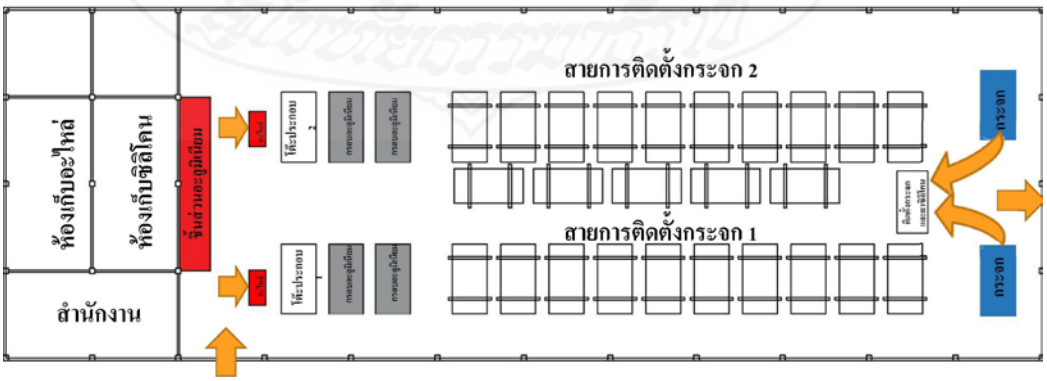
ภาพที่ 4.34 รถเข็นสำหรับสถานีงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน

**2.4 การใช้รถเข็นทดแทนรางลูกกลิ้งลำเลียง**

หลังจากได้รับรถเข็นครบตามจำนวนที่สั่งผลิตจึงนำรถเข็นดังกล่าวไปใช้สำหรับวางกรอบอลูมิเนียมสำหรับสถานีงานติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน แทนการใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงแบบเดิม ซึ่งสายการผลิตการประกอบและติดตั้งกระจกแบบใหม่มีลักษณะดังภาพ 4.35

ภาพที่ 4.35 สายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบใช้รถเข็นชนิดเคลื่อนที่ได้

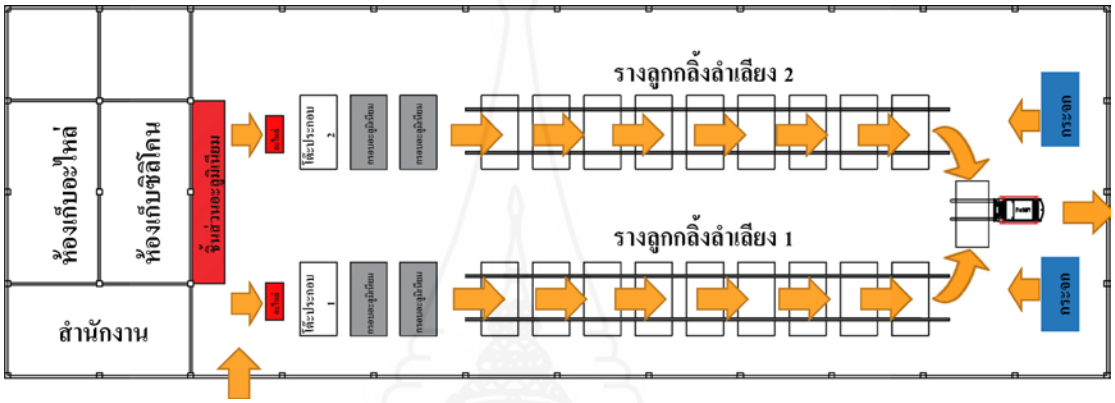
การจัดวางรถเข็นสามารถจัดวางไว้ในบริเวณที่ว่างภายในอาคารบริเวณใดก็ได้ เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างอิสระโดยใช้พนักงานเพียงสองคนในการเคลื่อนย้าย ไม่จำเป็นต้องใช้รถยก ดังแผนผังในภาพ 4.36



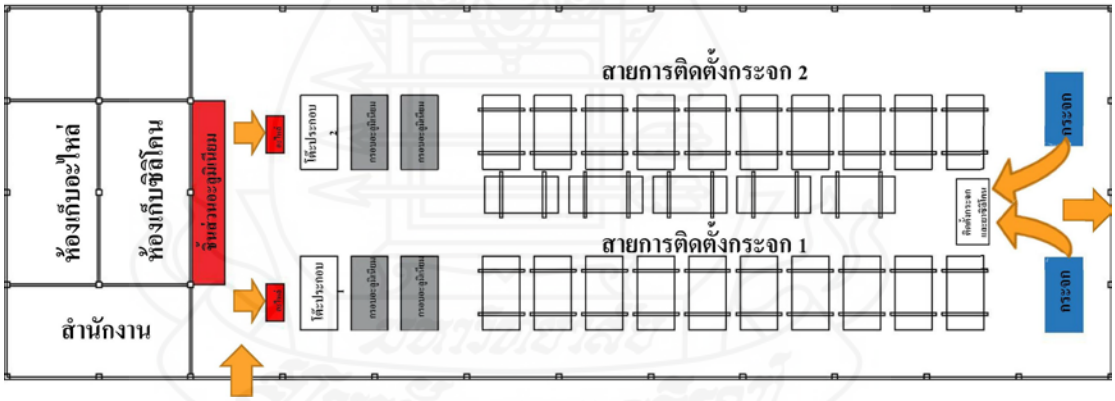

ภาพที่ 4.36 การจัดวางผังสายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบใช้รถเข็น (หลังปรับปรุง)

## ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่

### 3.1 เปรียบเทียบวิธีปฏิบัติงานของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมและสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่สายการผลิตแบบเดิม




**สายการผลิตแบบใหม่**




ภาพที่ 4.37 เปรียบเทียบผังสายการผลิตแบบเดิมและสายการผลิตแบบใหม่

หลังจากทดลองใช้งานรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทนรางลูกกลิ้งลำเลียงแบบเดิม พบว่าสายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบใหม่สามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้สอยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถจัดวางกรอบอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนได้สูงสุด 25 โครง (จากเดิมสามารถวางได้สูงสุด 18 โครง) นอกจากนี้ยังสามารถลดเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีปฏิบัติงานของพนักงานติดตั้งกระจกเปรียบเทียบระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียงและสายการติดตั้งกระจกแบบรถเข็นเคลื่อนที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบวิธีการทำงานของสายการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนแบบเดิม และแบบใหม่ (เฉพาะในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง)

| ขั้นตอน | สายการผลิตแบบเดิม | สายการผลิตแบบใหม่ |
|---|---|---|
| 1. การติดตั้งกระจก | | |
| - การเคลื่อนย้ายกระจก หรือกรอบอลูมิเนียม | เคลื่อนย้ายกระจก | เคลื่อนย้ายกรอบอลูมิเนียม |
| - จำนวนพนักงานที่ใช้ | 5 คน | 2 คน |
| - เวลาที่ใช้ | 3 นาทีต่อโครง | 30 วินาทีต่อโครง |
| 2. การยาแนวซิลิโคน | | |
| - การเคลื่อนย้ายปั๊มฉีดซิลิโคน/กรอบอลูมิเนียม | เคลื่อนย้ายปั๊มฉีดซิลิโคน | เคลื่อนย้ายกรอบอลูมิเนียม |
| - จำนวนพนักงานที่ใช้ | 3 คน | 2 คน |
| - เวลาที่ใช้ | 15 วินาทีต่อโครง | 5 – 15 วินาทีต่อโครง |
| 3. การขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จ | | |
| - การลำเลียงผลิตภัณฑ์ไปยังจุดที่สามารถยกลงเพื่อบรรจุพัลเลต | | |
| - จำนวนพนักงานที่ใช้ | 2 คน | 1 คน |
| - เวลาที่ใช้ | 5 - 10 วินาทีต่อโครง | 5 วินาทีต่อโครง |
| 4. การลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการผลิต | ลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จตามลำดับการจัดวางบนราง | ลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จตามลำดับหรือไม่ก็ได้ |
| 5. การใช้ประโยชน์พื้นที่ | | |
| - จำนวนกรอบอลูมิเนียมที่สามารถจัดวางได้สูงสุด | 18 โครง | 25 โครง |
| 5. ความยืดหยุ่นของสายการผลิต | ไม่มีความยืดหยุ่น | มีความยืดหยุ่นสูง |
| 6. ความพร้อมในการให้บริการของสายการติดตั้งกระจก สำหรับการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนสำหรับการดำเนินการผลิตรุ่นถัดไป | หลังลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จออกจากสายการผลิตทั้งหมด อย่างน้อย 1 สายการผลิต | หลังลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรถเข็นอย่างน้อย 1 ชุด หรือรถเข็นว่างอย่างน้อย 1 ชุด |

จากตาราง 4.3 พบว่า วิธีการปฏิบัติงานสำหรับสายการติดตั้งกระจกแบบรถเข็นแตกต่างไปจากสายการติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง ดังนี้

***3.1.1 การติดตั้งกระจก***

1) สายการผลิตแบบเดิมวิธีการติดตั้งกระจกจะใช้เครื่องดูดกระจกไฟฟ้าระบบสุญญากาศที่แขวนบนโครงเหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ เพื่อดูดกระจกที่ต้องการจากบริเวณที่จัดเก็บคราวละ 1 แผ่น และทำความสะอาดกระจก หลังจากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายกระจกไปยังกรอบอลูมิเนียมที่วางบนรางลูกกลิ้งลำเลียง โดยพนักงาน 2 คน มีหน้าที่ผลักโครงเหล็กให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นคร่อมรางลูกกลิ้งลำเลียง พนักงาน 1 คน ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องดูดกระจกซึ่งอยู่บริเวณกึ่งกลางของแผ่นกระจก พนักงานอีก 2 คน มีหน้าที่ประคองกระจกเพื่อป้องกันมิให้กระจกกระแทกกับโครงเหล็กระหว่างการขนย้ายซึ่งอาจทำให้กระจกได้รับความเสียหาย ดังภาพที่ 4.37

ภาพที่ 4.38 การลำเลียงกระจกเพื่อนำไปติดตั้งในกรอบอลูมิเนียมที่เตรียมไว้บนรางลูกกลิ้งลำเลียง

2) สายการผลิตแบบใหม่ วิธีการติดตั้งกระจกจะใช้วิธีเข็นรถ ซึ่งมีกรอบอลูมิเนียมที่จัดเตรียมไว้แล้วไปยังบริเวณที่จัดเก็บกระจกโดยใช้พนักงาน 2 คน ดังภาพที่ 4.39

ภาพที่ 4.39 การลำเลียงกรอบอลูมิเนียมเพื่อนำไปติดตั้งกระจก

### *3.1.2 การยาแนวซิลิโคน*

1) สายการผลิตแบบเดิม การยาซิลิโคนชนิด 2 ส่วนผสมจะใช้พนักงานติดตั้งกระจกจำนวน 4 คน โดยพนักงานคนที่ 1 ทำหน้าที่เข็นรถเข็นซึ่งมีถังซิลิโคนและปั๊มฉีดซิลิโคน พนักงานคนที่ 2 ทำหน้าที่ยกสายผสมซิลิโคนเพื่อป้องกันมิให้สัมผัสกับแนวซิลิโคนที่ยาแนวไว้แล้ว เนื่องจากซิลิโคนยังไม่แห้งสนิทระหว่างทำการยาแนวซิลิโคน และพนักงานคนที่ 3 จะเป็นผู้ฉีดซิลิโคนเพื่อยาแนวในกรอบอลูมิเนียม ลำนักงานคนที่ 4 ทำหน้าที่ปาดซิลิโคนส่วนเกินและแต่งแนว

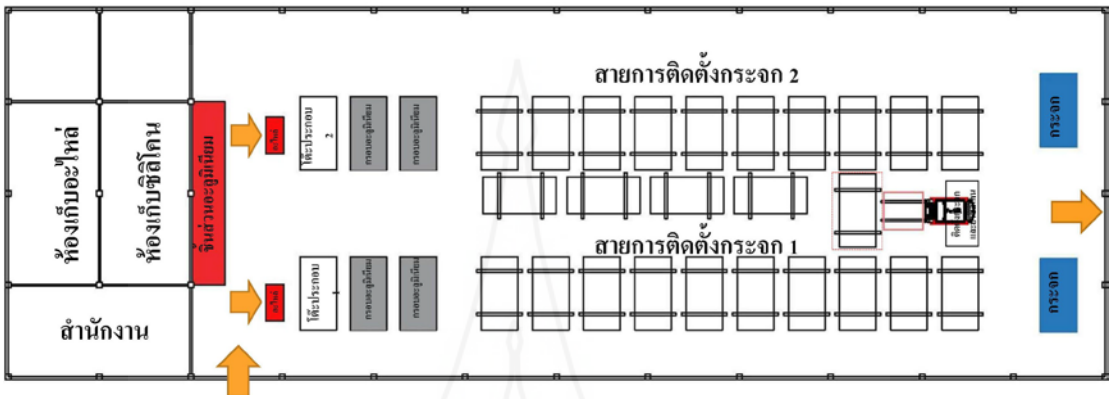
2) สายการผลิตแบบใหม่ ใช้พนักงาน 2 คน สำหรับเข็นรถเข็นพร้อมกรอบอลูมิเนียมที่เตรียมไว้ไปยังปั๊มฉีดซิลิโคนซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้พื้นที่เก็บกระจก และพนักงานคนที่ 3 เป็นผู้ฉีดซิลิโคน โดยพนักงานสองคนแรกจะทำหน้าที่ยกสายผสมซิลิโคนและปาดซิลิโคนส่วนเกินและแต่งแนวตามลำดับ

### *3.1.3 การขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จ*

*1) สายการผลิตแบบเดิม* พนักงานจำนวน 2 คน จะยืนอยู่คนละด้านของรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อผลักผลิตภัณฑ์สำเร็จโครงที่อยู่บริเวณใกล้ปลายรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งปลายรางลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อให้สามารถยกลงจากรางได้สะดวก

*2) สายการผลิตแบบใหม่* พนักงานจำนวน 1 คน สามารถเคลื่อนรถเข็นที่มีผลิตภัณฑ์สำเร็จวางอยู่ด้านบนออกมาจากแถวเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถยกลงจากรถเข็นได้สะดวก ในการหมุนหรือดึงรถเข็นสามารถทำโดยพนักงานเพียงหนึ่งคนได้ โดยพนักงานขับรถยกจะนำพัลเลตมาวางไว้ใกล้บริเวณที่วางผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อให้พนักงานยกผลิตภัณฑ์ลงจากรถเข็น

โดยใช้เวลาสั้นที่สุด หลังจากขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรถเข็นแล้วจะนำรถเข็นที่ว่างไปเก็บไว้บริเวณข้างเคียงพื้นที่จัดเก็บกรอบอลูมิเนียม เพื่อนำกรอบอลูมิเนียมขึ้นวางบนรถเข็น ซึ่งพนักงานติดตั้งกระจกสามารถเริ่มปฏิบัติงานได้ทันทีหลังจากมีรถเข็นว่าง




ภาพที่ 4.40 การลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรถเข็น

### *3.1.4 การลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการผลิต*

1) สายการผลิตแบบเดิมการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกบนรางลูกกลิ้งลำเลียงต้องทำตามลำดับผลิตภัณฑ์ที่ถูกจัดวางบนรางลูกกลิ้งลำเลียง

2) สายการผลิตแบบใหม่การลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากสายการติดตั้งกระจกบนรถเข็นสามารถเลือกลำเลียงผลิตภัณฑ์ที่สะดวกไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับ ซึ่งมีข้อดีคือสามารถเลือกลำเลียงผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดหรือรุ่นเดียวกันจัดเก็บเข้าด้วยกันเพื่อสะดวกในการจัดส่ง โดยพนักงานขนส่งสามารถทำการจัดส่งได้รวดเร็วขึ้น

### *3.1.5 การใช้ประโยชน์พื้นที่*

1) สายการผลิตแบบเดิม จากภาพที่ 4.37 พบว่าบริเวณปลายรางลูกกลิ้งมีพื้นที่ว่างถัดจากปลายรางจนถึงบริเวณพื้นที่จัดเก็บกระจกความยาวประมาณ 4 เมตร ซึ่งเว้นไว้เพื่อให้สามารถนำโครงเหล็กสำหรับแขวนเครื่องดูดกระจกไฟฟ้าผ่านเข้าออกได้ ซึ่งโครงเหล็กดังกล่าวใช้สำหรับสายการติดตั้งกระจกทั้งสองสาย ฉะนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ จำนวนกรอบอลูมิเนียมที่สามารถวางบนสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมสูงสุด 18 โครง

2) สายการผลิตแบบใหม่ จากภาพที่ 4.37 พบว่าสามารถวางรถเข็นเพิ่มขึ้นได้อีกสายละ 1 โครง รวมเป็น 20 โครง และสามารถวางรถเข็นในแนวนอน ได้อีก 5 โครง รวมเป็น 25 โครง สามารถคำนวณร้อยละของกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละของกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น} = \frac{(\text{กำลังการผลิตใหม่} - \text{กำลังการผลิตเดิม})}{\text{กำลังการผลิตเดิม}} \times 100$$

$$= \frac{(25 - 18)}{18} \times 100$$

$$= 38.89\%$$

ดังนั้น การปรับปรุงการใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้สำหรับสายการติดตั้งกระจก แทนการใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.89 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจกแบบรางลูกกลิ้งลำเลียง

***3.1.6 การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของการปรับปรุงสายการติดตั้งกระจก***

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{จำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้}}$$

โดยที่ ระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี (หน่วย: ปี)

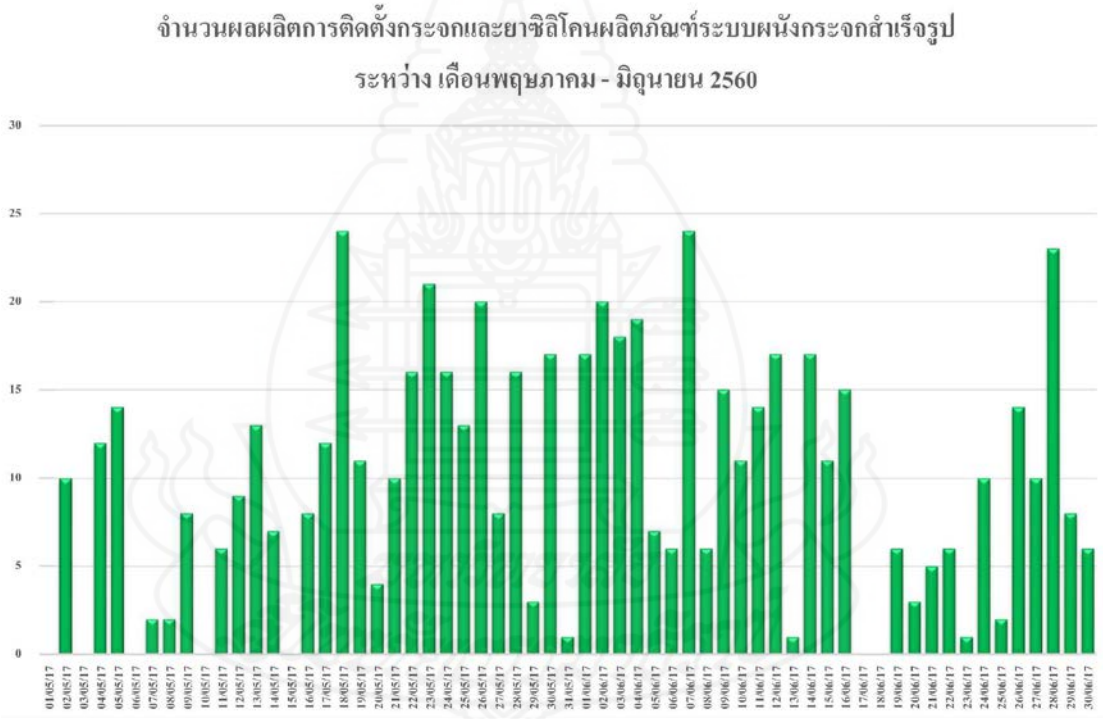
จำนวนเงินลงทุน หมายถึง ราคารวมในการผลิตรถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้จำนวน 25 ชุด ๆ ละ 8,500 บาท รวมเป็นเงิน 212,500 บาท (หน่วย: บาท)

จำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้ หมายถึง ความสูญเสียเป็นตัวเงินต่อปีอันเนื่องจากเวลาสูญเปล่าของพนักงานติดตั้งกระจกระหว่างการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง ซึ่งจากการคำนวณในข้อ 1.3.1 ความสูญเสียเป็นตัวเงินเท่ากับ 116,250 บาท (หน่วย: บาทต่อปี)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| แทนค่าจะได้ | ระยะเวลาคืนทุน | = | 212,500 | |
| | | | 116,250 | |
| | | = | 1.83 | ปี |
| คำนวณระยะเวลาคืนทุนเป็นเดือน | | = | 1.83 x 12 | |
| | | = | 21.96 | เดือน |
| ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนของโครงการนี้ | | = | 1 ปี 10 | เดือน |

**3.2 ผลการติดตั้งกระจก (หลังปรับปรุง)**

ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน 2560 ผลการติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกแบบกรอบสำเร็จรูปของโรงงาน 2 แสดงดังภาพที่ 4.40




ภาพที่ 4.41 ผลการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคนระหว่าง พฤษภาคม-มิถุนายน 2560 (หลังปรับปรุง)

จากข้อมูลรายงานผลการผลิตการติดตั้งกระจกของโรงงาน 2 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน 2560 เปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน 2560 ซึ่งทำการผลิตระบบผนังกระจกของโครงกาเดียวกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 วิเคราะห์การติดตั้งกระจกระหว่างเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2560 (หลังปรับปรุง)

| หัวข้อ | สายการผลิตแบบเดิม | สายการผลิตแบบใหม่ |
|---|---|---|
| 1. จำนวนผลผลิตที่ผลิตได้ (โครง) | 199 | 595 |
| 2. จำนวนวันทำการ (วัน) | 47 | 51 |
| 3. ผลผลิตเฉลี่ย (โครงต่อวัน) | 4.2 | 11.7 |
| 4. ผลผลิตเป้าหมาย (โครงต่อวัน) | 6 | 6 |
| 5. ผลผลิตเฉลี่ยต่างจากเป้าหมาย (โครงต่อวัน) | -1.8 | +5.7 |
| 6. ร้อยละของผลผลิตเฉลี่ยเทียบกับผลผลิตเป้าหมาย (%) | 70 | 195 |

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลผลิตโดยเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 11.7 โครงต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 195 ของผลผลิตเป้าหมายซึ่งสูงกว่าผลผลิตเป้าหมายที่กำหนดไว้ร้อยละ 95 ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุหลักอันส่งผลให้ผลการผลิตของสายการติดตั้งกระจกโรงงานสองต่ำกว่าเป้าหมายในระยะแรก

# บทที่ 5
# สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการติดตั้งกระจก ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตท้ายสุดสำหรับการผลิตระบบผนังกระจกชนิดกรอบสำเร็จรูป (Unitized System) ของบริษัทกรณีศึกษา โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อผลิตภาพของสายการติดตั้งกระจกและดำเนินการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ การออกแบบสายการติดตั้งกระจกใหม่โดยการใช้รถเข็นแบบเคลื่อนที่ได้แทนการใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงโดยการประยุกต์แนวคิดการออกแบบผังโรงงาน การออกแบบกำลังการผลิต การออกแบบกระบวนการผลิต การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงกระบวนการทำงาน และความสูญเสียทั้ง 7 ประการในกระบวนการผลิต และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ซึ่งใช้รถเข็นสำหรับการติดตั้งกระจกและยาแนวซิลิโคน กับสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมซึ่งใช้รางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับการติดตั้งกระจกและยาแนวซิลิโคน พบว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ โดยสามารถสรุปผลตามหัวข้อ ดังนี้

1. สรุปผลการศึกษา
2. อภิปรายผล
3. ข้อจำกัดในการศึกษา
4. ข้อเสนอแนะ

## 1. สรุปผลการศึกษา

### 1.1 การศึกษาปัญหาของสายการผลิตแบบเดิมของสายการติดตั้งกระจก

จากการศึกษาปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานของสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา โดยการประชุมร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง และการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยทำให้ได้รับทราบปัญหาที่ส่งผลให้ผลผลิตของสายการติดตั้งกระจกต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่มีผลต่อผลผลิตของสายการติดตั้งกระจก

| ปัญหา | สาเหตุ | วิธีแก้ |
|---|---|---|
| 1. พนักงานติดตั้งกระจก | - การสื่อสารระหว่างหัวหน้างานกับพนักงานใหม่ซึ่งเป็นแรงงานต่างด้าวไม่เข้าใจกัน | - อธิบายผ่านล่ามเพื่อถ่ายทอดให้พนักงานใหม่ซึ่งเป็นแรงงานต่างหด้าว |
| | - ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์ลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียง | - ออกแบบรถเข็นสำหรับใช้งานแทนรางลูกกลิ้งลำเลียง |
| 2. วัสดุและอะไหล่ต่าง ๆ | - ได้รับวัสดุหรืออะไหล่บางรายการไม่ตรงตามกำหนด | - จ้างผู้รับจ้างช่วงผลิตให้ |
| | - รถขนส่งไม่ว่าง | - จัดตารางเวลาการใช้รถขนส่ง |
| 3. เครื่องจักรและอุปกรณ์ | - รางลูกกลิ้งลำเลียงมีความยาวจำกัดไม่สามารถเพิ่มได้ | - ออกแบบรถเข็นสำหรับใช้งานแทนรางลูกกลิ้งลำเลียง |
| | - ไม่สามารถขนถ่ายผลิตภัณฑ์ลงจากรางลูกกลิ้งลำเลียงได้หากรถยกไม่ว่าง | - ใช้รถเข็นแทนรางลูกกลิ้งลำเลียงมีความยืดหยุ่นในการขนถ่ายผลิตภัณฑ์มากขึ้น |
| 4. สภาพแวดล้อม | - พัลเลตบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จไม่เพื่อใช้ เนื่องจากไม่สามารถจัดส่งผลิตภัณฑ์ไปยังหน่วยงานก่อสร้างได้ | - จัดซื้อพัลเลตเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน |

**1.2 การออกแบบและปรับปรุงสายการประกอบและติดตั้งกระจก**

การออกแบบรถเข็นเพื่อใช้แทนรางลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับการติดตั้งกระจกและยาซิลิโคน ทำให้ได้สายการติดตั้งกระจกต้นแบบสำหรับพัฒนาสายการติดตั้งกระจกที่เหลือต่อไป

จากการใช้งานจริงระหว่างการศึกษาครั้งนี้พบว่าสายการติดตั้งกระจก แบบใหม่สามารถใช้งานได้ดีและมีความคล่องตัวในการทำงาน มีความยืดหยุ่นในการใช้พื้นที่มากขึ้นกล่าวคือรถเข็นสามารถวางในบริเวณพื้นที่ว่างใด ๆ ภายในอาคาร ทำให้สามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ว่างได้เพิ่มขึ้น

**1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมกับสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่**

จากการศึกษาพบว่าสายการติดตั้งกระจกแแบบใหม่มีประสิทธิภาพสูงกว่าสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม ในดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายการติดตั้งกระจกแบบเดิมกับแบบใหม่

| หัวข้อเปรียบเทียบ | แบบเดิม | แบบใหม่ |
|---|---|---|
| - เวลาสูญเปล่าของพนักงานระหว่างขนถ่ายผลิตภัณฑ์ลงจากสายการติดตั้งกระจก (หน่วย: ชั่วโมงแรงงานต่อวัน) | 10 | น้อยมาก |
| - มูลค่าความสูญเปล่าเป็นตัวเงิน (หน่วย: บาทต่อปี) | 116,250 | น้อยมาก |
| - กำลังการผลิตของสายการติดตั้งกระจก (หน่วย: โครงต่อวัน) | 18 | 25 (เพิ่มขึ้น 38.89%) |
| - ผลการผลิตสายการติดตั้งกระจกเฉลี่ย (หน่วย: โครงต่อวัน) | 4.2 | 11.7 (เพิ่มขึ้น 178.57%) |

## 2. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้บริษัทกรณีศึกษาได้รับทราบปัญหาและสาเหตุของปัญหาซึ่งนำไปสู่การแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ยังได้สายการติดตั้งกระจกรูปแบบใหม่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าสายการผลิตแบบเดิม โดยพบว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยหลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นร้อยละ 178.57 อย่างไรโดยมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 11.7 โครงต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 46.80 ของกำลังการผลิตที่ได้จากการคำนวณ (กำลังการผลิตจากการคำนวณ เท่ากับ 25 โครงต่อวัน)

เมื่อพิจารณากราฟแสดงผลการผลิตประจำวันของสายการติดตั้งกระจกจะ พบว่าจำนวนผลิตภัณฑ์สำเร็จของแต่ละวันจะมีความแตกต่างกันมากทั้งนี้มีสาเหตุมาจาก

1) ระบบการจัดเก็บข้อมูล เนื่องจากบริษัทมีนโยบายให้จัดเก็บข้อมูลและรายงานผลการผลิตสำหรับสายการติดตั้งกระจกเฉพาะจำนวนผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ผลิตเสร็จสมบูรณ์เท่านั้น ดังนั้นหากผลิตภัณฑ์บางส่วนขาดชิ้นส่วนบางรายการ จะถือว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่สำเร็จ และจะนับเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จต่อเมื่อติดชิ้นส่วนเสร็จโดยสมบูรณ์ในวันที่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเสร็จโดยสมบูรณ์จริง จึงทำให้ข้อมูลจำนวนผลผลิตมีความแตกต่างกันสูงในแต่ละวัน

2) ความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ พบว่าการสั่งผลิตแต่ละรุ่นจะสั่งผลิตตามความต้องการของลูกค้าซึ่งกำหนดเป็นชั้น โดยในแต่ละชั้นจะมีผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายคละกัน เช่น ระบบผนังกระจกแบบกระจกติดตาย ระบบผนังกระจกแบบมีบานหน้าต่าง ระบบผนังกระจกแบบมีบานเกล็ด ระบบผนังกระจกสำหรับติดตั้งบริเวณมุมของอาคาร ซึ่งระบบที่แตกต่างกันมีความซับซ้อนต่างกันจึงทำให้เวลาที่ใช้ในการดำเนินการติดตั้งกระจกแตกต่างกันขึ้นกับความซับซ้อนของระบบ

3) การผลิตขาดความต่อเนื่องอันเนื่องมาจากการส่งมอบวัสดุจากหน่วยงาน ก่อนหน้าไม่ตรงตามกำหนดทำให้ไม่สามารทำการผลิตได้ต่อเนื่อง

4) ผลิตภาพ (Productivity) ของสายการติดตั้งกระจกแบบใหม่ เพิ่มสูงขึ้นกว่าสายการติดตั้งกระจกแบบเดิม 2.78 เท่า แต่ผลิตภาพ ณ ปัจจุบัน ยังต่ำกว่า กำลังการผลิต 25 โครงต่อวัน แต่เนื่องจากโครงการที่ทำการผลิตระหว่างทำการศึกษามีความต้องการผลิตภัณฑ์จำนวน 6 โครงต่อวันเท่านั้น ดังนั้นในการผลิตที่อัตราผลผลิตเฉลี่ย 11.7 โครงต่อวัน ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จึงไม่จำเป็นต้องผลิตเต็มกำลังการผลิต

## 3. ข้อจำกัดในการศึกษา

ผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกที่ทำการผลิตระหว่างการศึกษาครั้งนี้รูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งมีความซับซ้อนของระบบต่างกันมาก แต่ระบบการจัดเก็บข้อมูลของแผนกผลิตไม่ได้แยกจำนวนของระบบผนังกระจกที่ทำการผลิตได้ในแต่ละวันดังนั้นการแสดงผลจึงทำได้เฉพาะจำนวนรวมของผลิตภัณฑ์สำเร็จของแต่ละวันเท่านั้น

## 4. ข้อเสนอแนะ

### 4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งนี้

แม้ว่าสายการติดตั้งกระจกรูปแบบใหม่จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าสายการผลิตแบบเดิม แต่พบว่า รถเข็นที่ใช้ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานบางอย่าง ดังนี้

1) การใช้งานรถเข็นสำหรับการติดตั้งกระจกผลิตภัณฑ์ระบบผนังกระจกที่มีความกว้างเกินกว่าโครงขนาดมาตรฐานต้องขยายแขน เพื่อรองรับซึ่งมีการออกแบบส่วนขยาย และติดตั้งไว้กับรถเข็นแล้ว แต่พบปัญหาส่วนขยายไม่อยู่ในระนาบเดียวกับแขนรองรับหลักทำให้โครงโก่งตัว

ซึ่งแผนกผลิตได้ทำการดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นการชั่วคราว จึงควรปรับปรุงแบบรถเข็นใหม่และดัดแปลงรถเข็นที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น

2) รถเข็นที่ใช้งานในปัจจุบันมีคานเหล็กตลอดแนวตามความสูงของกรอบอลูมิเนียมจึงทำให้ไม่สามารถสอดงารถยกเข้าไปใต้โครงเพื่อยกจากรถเข็นใส่ในพัลเลต เพื่อนำไปจัดเก็บยังลานบ่มซิลิโคน จึงควรปรับปรุงแบบรถเข็นใหม่และดัดแปลงรถเข็นที่มีอยู่ให้สามารถใช้งารถยกสอดเข้าไปด้านใต้ได้จะสามารถลดการใช้พนักงานในการยกผลิตภัณฑ์สำเร็จลงจากรถเข็น

## 4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) เพื่อแก้ปัญหาการส่งมอบวัสดุหรือชิ้นส่วนไม่ตรงตามกำหนด

2) ควรศึกษาระบบการวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Requirement Planning) เพื่อให้สามารถพยากรณ์ความต้องการกำลังการผลิตได้ล่วงหน้า เพื่อรองรับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นมากในอนาคต

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กตัญญู หิรัญญสมบูรณ์. (2545). *การจัดการธุรกิจขนาดย่อม*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: บริษัทเท็กซ์แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด

ก้องฤทธิ์ อุตสาหะ และ กาญจนา กาญจนสุนทร. (2551). *การลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตยางรถจักรยานยนต์*.(วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.

เกียรติขจร โฆมานะสิน. (2550). *Lean วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ*. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 141-142.

จินตรัตน์ ศรีสุพรรณ. (2557). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบัณเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

จำลอง สุขเขียด (2550). *การวางผังโรงงานสำหรับการผลิต Blower Wheel และ Blower Housing* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบัณเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ชยธร คำภูเวียง. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการซักรีด กรณีศึกษา: บริษัท ธนุลักษณ์ จำกัด (มหาชน) สาขาบางพลี. (สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ (2544). *การออกแบบผังโรงงานเพื่อการเพิ่มการผลิต*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ทวีมาศ นาคอุดม. (2547). *การประยุกต์ใช้การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ธนิดา สุนารักษ์. (2555). “การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต กรณีศึกษา: สายการผลิตขดลวดแม่เหล็ก (Stator) รุ่น D Frame”. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2555*. วันที่ 17-19 ตุลาคม 2555. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. กรุงเทพฯ.

ธีรพร เสนพรหม นงนุช ชัยรักไพบูลย์กิจ. (2550). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยเทคนิคการวางผังโรงงาน*. (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิคม ณ ลำพูน. (2552). *การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการทดสอบชิ้นงานเครื่องส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ*, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิตย์ สัมมาพันธ์.(2552). *ภาวะผู้นำ : พลังขับเคลื่อนองค์กรสู่ความเป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

นิพนธ์ บัวแก้ว. (2547). *แนวคิดเกี่ยวกับไคเซ็น*. (สืบค้นวันที่ 13 พ.ค. 2559)

ประภาศรี พงศ์ธนาพาณิช. (2558). ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิเคราะห์เชิงปริมาณและการจัดการการดำเนินงาน (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ประสงค์ ปรานีตพลกรัง. (2547). *การบริหารการผลิตและการปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

พนิดา หวานเพชร. (2555*). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แนวคิดไคเซ็น: กรณีศึกษาแผนกบัญชีค่าใช้จ่าย*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

พรพรหม เอกวัฒน์. (2553).*การศึกษาการเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการล้างแขนจับยึดหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

พรรณพร อภัยทอง (2544). *การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมสำหรับยานยนต์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมอุตสาหการมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2538). *การจัดการวิศวกรรมการผลิต* (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พิทธพนธ์ พิทักษ์. (2552). การศึกษากระบวนการผลิตเพิ่มผลผลิต: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมล้างขวด. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์หาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพฑูรย์ ปะการะพัง. (2552). *การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคของลีน : กรณีศึกษากระบวนการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ภราดร อัมวัน. (2558). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในสายการผลิตขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์).. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ภาวินี อาจปรุ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. (2551). การลดความสูญเปล่าในการผลิตผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์. *วารสารรามคำแหง ฉบับวิศวกรรมศาสตร์*. 2(2), (พฤศจิกายน): 1-10.

มังกร ขจรเดชะ. (2540). *การปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการผลิต ขึ้นรูปพลาสติกโดยความร้อนในการผลิตตู้เย็น* . (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมอุตสาหการมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพฯ.

วัฒนา พัฒนพงศ์ .(2543). *ไคเซ็นการปรับอย่างไม่หยุดยั้ง* . กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วันชัย ริจิรวนิช. (2541). *การออกแบบผังโรงงาน*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ริจิรวนิช. (2548). *การศึกษาการทำงาน: หลักการและกรณีศึกษา*, (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

วิทยา อินทร์สอน, และ ปัทมาพร ช่อชู. (2559). *การวางผังโรงงานอุตสาหกรรม*. Industrial Technology Review, 22(286), 90 – 97.

วิทยา อินทร์สอน, ไพโรจน์ ด้วงนคร และ ปัทมาพร ช่อชู. (2559). “ทำความเข้าใจแนวคิดของการเพิ่มผลผลิต”. *Industrial Technology Review*, 22 (278), 98 – 104.

วีริยะ ใบทอง และทรงสิทธิ มาลัย. (2549). *การเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานต์ยนต์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ชัย ฤาชา. (2551). *การเปลี่ยนแปลงแผนผังโรงงานที่มีผลต่อกำลังการผลิต กรณีศึกษา: บริษัท ABC จำกัด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

สมบัติ นพรัก. (2549). *กลยุทธ์การบริหารงานแบบญี่ปุ่น*. กรุงเทพฯ:

สมพล ทุ่งหว้า. (2547). *การผลิต*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2555). การออกแบบและวางผังโรงงาน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2533). เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ. ภาควิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุอย่างมีระบบ. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมสิทธิ์ นิตยะ. (2547). ระบบผนัง: Curtain Wall. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจินดา ศรัณย์ประชา. (2556). “การปรับปรุงกำลังการผลิตของสายการผลิตชิ้นส่วนเบาะที่นั่งรถยนต์ด้วยแนวคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์*. (ISSN: 1906 -3636) 5(1), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ สุทองวัน. (2548). *สรุปประเด็นการบรรยาย เรื่อง “KAIZEN และ TOYOTA-WAY”*. กรุงเทพฯ: โตโยต้า มอเตอร์ประเทศไทย.

สุวีณา ตั่งโพธิสุวรรณ. (2558). ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิเคราะห์เชิงปริมาณและการจัดการการดำเนินงาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อรอุมา กอสนาน. (2551). *การเพิ่มผลผลิตของสายการผลิต Sleeve สำหรับ Spindle motor ในอุตสาหกรรมการผลิต Hard disk drive*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยอีสเทอร์นเอเชีย. ปทุมธานี.

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล ธนพล มณีมัย และพลางกูร กองวงศ์. (2555). การ*เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตอาหารโดยใช้เทคนิคการออกแบบและวางผังโรงงาน. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555.* วันที่ 17-19 ตุลาคม 2555 โดยมหาวิทยาลัยศรีปทุม. กรุงเทพฯ.

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล. *การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา Motion and Time Study*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัมพิกา ไกรฤทธิ์. (2534). *ไคเซ็น :กุญแจสู่ความสำเร็จแบบญี่ปุ่น*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

# ภาคผนวก

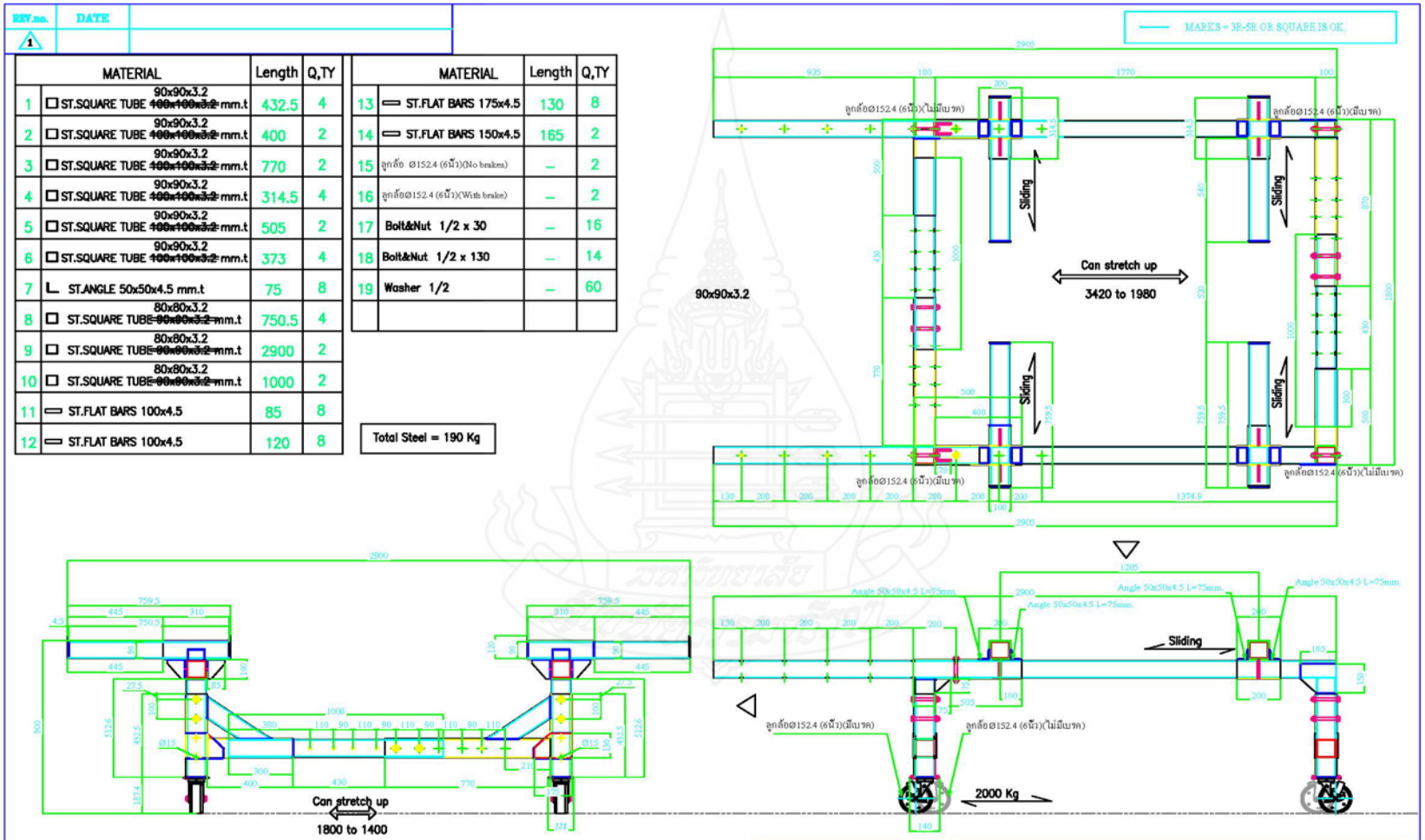
# แบบรถเข็นชนิดเคลื่อนที่ได้

| REV.no. | DATE |
|---|---|
| 1 | |

| | MATERIAL | Length | Q,TY |
|---|---|---|---|
| 1 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 432.5 | 4 |
| 2 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 400 | 2 |
| 3 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 770 | 2 |
| 4 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 314.5 | 4 |
| 5 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 505 | 2 |
| 6 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~100x100x3.2~~ mm.t | 373 | 4 |
| 7 | ST.ANGLE 50x50x4.5 mm.t | 75 | 8 |
| 8 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 750.5 | 4 |
| 9 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 2900 | 2 |
| 10 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 1000 | 2 |
| 11 | ST.FLAT BARS 100x4.5 | 85 | 8 |
| 12 | ST.FLAT BARS 100x4.5 | 120 | 8 |

| | MATERIAL | Length | Q,TY |
|---|---|---|---|
| 13 | ST.FLAT BARS 175x4.5 | 130 | 8 |
| 14 | ST.FLAT BARS 150x4.5 | 165 | 2 |
| 15 | ลูกล้อ Ø152.4 (6นิ้ว)(No brakes) | – | 2 |
| 16 | ลูกล้อØ152.4 (6นิ้ว)(With brake) | – | 2 |
| 17 | Bolt&Nut 1/2 x 30 | – | 16 |
| 18 | Bolt&Nut 1/2 x 130 | – | 14 |
| 19 | Washer 1/2 | – | 60 |

Total Steel = 190 Kg



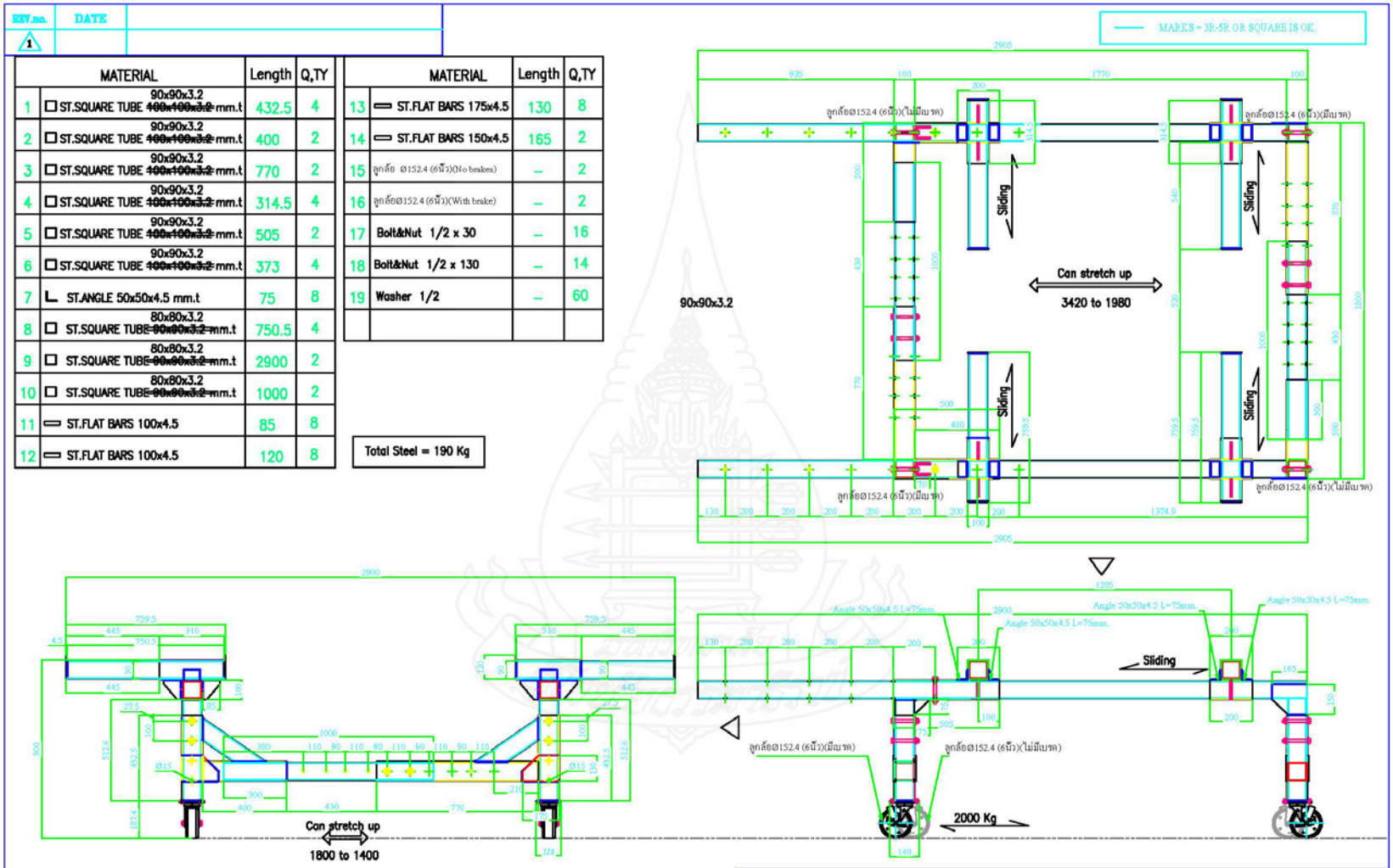

| Q'ty=1 Sets | CODE NO. UN–01 | SHEET NO. 01 / 01 |
|---|---|---|

| REV.no. | DATE |
|---|---|
| 1 | |

| | MATERIAL | Length | Q,TY |
|---|---|---|---|
| 1 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 432.5 | 4 |
| 2 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 400 | 2 |
| 3 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 770 | 2 |
| 4 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 314.5 | 4 |
| 5 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 505 | 2 |
| 6 | ST.SQUARE TUBE 90x90x3.2 ~~400x400x3.2~~ mm.t | 373 | 4 |
| 7 | ST.ANGLE 50x50x4.5 mm.t | 75 | 8 |
| 8 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 750.5 | 4 |
| 9 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 2900 | 2 |
| 10 | ST.SQUARE TUBE 80x80x3.2 ~~80x80x3.2~~ mm.t | 1000 | 2 |
| 11 | ST.FLAT BARS 100x4.5 | 85 | 8 |
| 12 | ST.FLAT BARS 100x4.5 | 120 | 8 |

| | MATERIAL | Length | Q,TY |
|---|---|---|---|
| 13 | ST.FLAT BARS 175x4.5 | 130 | 8 |
| 14 | ST.FLAT BARS 150x4.5 | 165 | 2 |
| 15 | ลูกล้อ Ø152.4 (6นิ้ว)(No brakes) | – | 2 |
| 16 | ลูกล้อØ152.4 (6นิ้ว)(With brake) | – | 2 |
| 17 | Bolt&Nut 1/2 x 30 | – | 16 |
| 18 | Bolt&Nut 1/2 x 130 | – | 14 |
| 19 | Washer 1/2 | – | 60 |
| | | | |

Total Steel = 190 Kg




| Q'ty=1 Sets | CODE NO. UN-01 | SHEET NO. 01 / 01 |
|---|---|---|

# ประวัติผู้ศึกษา

| | |
|---|---|
| **ชื่อ** | นายจุฑา ศรีตะเจริญไพบูลย์ |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 14 มกราคม 2511 |
| **สถานที่เกิด** | อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร |
| **ประวัติการศึกษา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2533 |
| **สถานที่ทำงาน** | บริษัท สยามเม็ททัล จำกัด อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร |
| **ตำแหน่ง** | ผู้จัดการสายปฏิบัติการ |