# การปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสีและยิงรหัสผลิตดิสก์เบรก

โดย
นายศรัณย์ นาคบวรวิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# การปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสีและยิงรหัสผลิตดิสก์เบรก

โดย
นายศรัณย์ นาคบวรวิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# IMPROVEMENT WORK METHOD FOR DEFECT REDUCTION IN POWDER COATING AND INKJET DISC BRAKE PROCESS

By

MR. Saran NARKBOVORNWIJIT

An Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อ | การปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสีและยิงรหัสผลิตดิสก์เบรก |
| โดย | ศรัณย์ นาคบวรวิจิตร |
| สาขาวิชา | การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร |

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ )

61405314 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด, ความสูญเปล่า 7 ประการ, หลักการ ECRS

นาย ศรัณย์ นาคบวรวิจิตร: การปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสีและยิงรหัสผลิตดิสก์เบรก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียและปรับปรุงการทำงานให้เป็นมาตรฐานในกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิตดิสก์เบรก ซึ่งการเกิดของเสียทำให้ไม่สามารถจัดชุดผลิตภัณฑ์ส่งมอบลูกค้าได้ครบจำนวน มีมูลค่าเสียโอกาสการขายคิดเป็นทั้งหมด 384,800 บาท ตามข้อมูลของเสียพบว่า 81 % เป็นปัญหาชิ้นงานบิ่น และ 85 % ของชิ้นงานบิ่นเป็นสาเหตุมาจากลังชิ้นงานตกรถเข็น, ชิ้นงานหล่นจากสายพานและชิ้นงานตกพื้น จึงศึกษาและรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการทำงานของกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต แล้วใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริง พบว่าเกิดจากพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นหลุม, ระบบการลำเลียงสายพานและ ขั้นตอนการทำงานไม่ชัดเจน จึงประยุกต์หลัก ECRS พร้อมเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานโดยปรับพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบเสมอ, การติดภาพมาตรฐานการทำงานในพื้นที่ปฏิบัติงานและปรับปรุงสายพานลำเลียงใหม่จากแนวความคิดการปรับปรุงที่ได้รับการประเมินแนวทางของผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นสมควรแล้วคำนวณสูตรเพื่อกำหนดการป้อนจำนวนชิ้นงานต่อแถวและกำหนดระยะห่างชิ้นงานที่เหมาะสม แล้วทดลองจริงเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ผลหลังการปรับปรุงทั้งหมด มีมูลค่าของเสียลดลง 80%, 75% และ 66.67% ตามลำดับของสาเหตุข้างต้น มีระยะเวลาคืนทุนของการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน 2.5 ปี และการปรับปรุงสายพานลำเลียงส่งผลประโยชน์โดยตรงที่จะช่วยให้พนักงานทำงานสะดวกมากขึ้นอีกทั้งเป็นมาตรฐานการทำงานที่ดีนำไปสู่เทคโนโลยีทดแทนตำแหน่งงานที่ไม่เกิดมูลค่าได้

61405314 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)
Keyword : 7 QC Tools, 7 Wastes, ECRS Principle

MR. SARAN NARKBOVORNWIJIT : IMPROVEMENT WORK METHOD FOR DEFECT REDUCTION IN POWDER COATING AND INKJET DISC BRAKE PROCESS THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PRACHUAB KLOMJIT, Ph.D.

This thesis aimed to reduce defect and improve work standard in power coating and inkjet disc brake process. Also, defect was caused to be not assembled the set of brake pad and not delivered all sets completely. Lost opportunity cost was 384,800 baht. According to defect data was 81% by chipped product problem and found 85% of cause was product crates fell from the cart, product fell from the conveyor and product fell into the ground. To study work method of power coating and inkjet disc brake process then used cause & effect diagram to find the root cause. After that found root causes were holes in work area, conveyors system and not clarity of work method. To apply ECRS principle and propose ways to improve work method by improved the work area to be flatted, visualized pictures of the work standard in the work area and improved new conveyors from the improvement idea. That was evaluated by the concerned experts see as appropriated and calculated the number of product per row and defined suitable spacing of product then actual implement from experiment. After that defect cost was decreased by 80%, 75% and 66.67% respectively of the above causes. Payback period of improvement work area was 2.5 years and improvement conveyors helped the operator to convenient work directly and could be good work standard to replace position by technology for non-value added activities.

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านความรู้วิชาการ คำแนะนำการทำและเขียนงานวิจัย ทำให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี และขอบคุณประธานกรรมการสอบ อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่มและผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนะในการจัดทำงานวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.บรรพต หอบรรลือกิจ ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาของการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรและสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช) ที่ให้โอกาสและสนับสนุนเงินทุนในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้โอกาสทั้งความรู้และประสบการณ์ทำงานในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอขอบคุณทีมงานบริษัทที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและความร่วมมือเป็นอย่างดี รวมทั้งแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อีกด้วย

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดการทำงานวิจัยเสมอมาและขอบคุณเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจและช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรือผู้ที่เรียนในสาขาที่เกี่ยวข้องไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศรัณย์ นาคบวรวิจิตร

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ ..... 1

1.1.1 กระบวนการผลิตดิสก์เบรกในปัจจุบัน ..... 2

1.1.2 ปัญหาในกระบวนการพ่นสี - บรรจุ ..... 3

1.1.3 การเสียโอกาสการขาย ..... 3

1.1.4 สาเหตุของชิ้นงานบิ่น ..... 4

1.1.5 อัตราการเกิดสาเหตุของเสียเฉลี่ย ..... 5

1.2 วัตถุประสงค์ ..... 5

1.3 ขอบเขตการศึกษา ..... 5

1.4 ประโยชน์คาดว่าได้รับ ..... 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 6

2.1 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC Tools) ..... 6

2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) ..... 11

2.3 หลักการ ECRS ..... 18

2.4 แนวความคิดการปรับปรุง ..... 18

2.5 ต้นทุนในการผลิต ..... 19
2.6 แผนภูมิแสดงการไหลของเงิน ..... 22
2.7 ระยะเวลาการคืนทุน ..... 23
2.8 การเคลื่อนที่ในแนวตรง ..... 24
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน ..... 30
3.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต ..... 30
3.1.1 แผนผังกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต ..... 30
3.1.2 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการพ่นสี ..... 31
3.1.3 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการยิงรหัสผลิต ..... 32
3.2 วิเคราะห์สาเหตุ ..... 35
3.2.1 สาเหตุลังชิ้นงานตกรถเข็น ..... 36
3.2.2 สาเหตุชิ้นงานตกพื้น ..... 36
3.2.3 สาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพาน ..... 37
3.3 เสนอแนวทางปรับปรุง ..... 39
3.4 วิธีการทดลองและวัดผล ..... 42
3.4.1 การทดลองของขนาดชิ้นงานกับระยะห่างชิ้นงาน ..... 43
3.4.2 วิธีการทดลองและคำนวณสูตร ..... 44
3.4.3 การนำสูตรคำนวณไปใช้งานจริง ..... 48
บทที่ 4 อภิปรายผล ..... 50
4.1 การปรับปรุงสาเหตุลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น ..... 50
4.2 การปรับปรุงสาเหตุชิ้นงานตกพื้น ..... 51
4.3 การปรับปรุงชิ้นงานหล่นจากสายพาน ..... 52
4.3.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง ..... 53

4.3.2 สรุปผลการทดลอง ..... 56
4.3.3 เปรียบเทียบการผลิตปัจจุบัน ..... 57
บทที่ 5 สรุปผล ..... 58
5.1 ติดตามผลหลังการปรับปรุง ..... 58
5.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ ..... 60
5.3 ข้อเสนอแนะ ..... 63
รายการอ้างอิง ..... 64
ภาคผนวก ..... 68
ภาคผนวก ก ข้อมูลของการทดลองระยะห่างชิ้นงานบนสายพาน ..... 69
ประวัติผู้เขียน ..... 77

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 แนวทางแก้ไขของสาเหตุที่เกิดขึ้น ..... 40

ตารางที่ 2 การให้คะแนนประเมินโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง ..... 41

ตารางที่ 3 จัดลำดับและเลือกแนวทางปรับปรุงที่เหมาะสม ..... 41

ตารางที่ 4 ตารางสูตรของชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 10 รุ่น โดยเรียงความยาวชิ้นงานจากมากไปน้อย ..... 53

ตารางที่ 5 แสดงค่า $X_3$ ของการวัดจริงกับตารางสูตร ..... 54

ตารางที่ 6 แสดงขนาดชิ้นงานตัวอย่าง ระยะห่างเริ่มต้นและจำนวนชิ้นงานต่อแถว ..... 56

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อแถว แบบเดิมและแบบใหม่ เรียงความกว้างชิ้นงานจากมากไปน้อย ..... 57

ตารางที่ 8 แสดงผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายแต่ละปีของการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน ..... 60

ตารางที่ 9 แสดงผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายแต่ละปีของการปรับปรุงสายพาน ..... 61

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ ตาราง}$) ..... 69

ตารางที่ 11 แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_4$) ..... 71

ตารางที่ 12 แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{2\ วัดจริง}$) ..... 73

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ วัดจริง}$) ..... 75

# สารบัญรูปภาพ

**หน้า**


รูปที่ 1 ดิสก์เบรก ..... 2

รูปที่ 2 ก้ามเบรก ..... 2

รูปที่ 3 กระบวนการผลิตดิสก์เบรก ..... 2

รูปที่ 4 ปัญหาในกระบวนการพ่นสี - บรรจุ ..... 3

รูปที่ 5 ชิ้นงานบิ่น เคมีเสียหาย ..... 4

รูปที่ 6 ข้อมูลสาเหตุของชิ้นงานบิ่นปี 2561 – 2562 (เมย.) ..... 4

รูปที่ 7 แผนภูมิ Control Chart ..... 10

รูปที่ 8 แสดงแผนภูมิการไหลของเงิน ..... 22

รูปที่ 9 แสดงความยาวของลูกศรที่สัมพันธ์กับค่าเงินในแต่ละช่วงเวลา ..... 23

รูปที่ 10 แผนผังกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต ..... 30

รูปที่ 11 ลังชิ้นงานเตรียมพ่นสี ..... 31

รูปที่ 12 พนักงานพ่นสีเรียงชิ้นงานบนสายพาน ..... 31

รูปที่ 13 ชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นสีเข้าเครื่องอบสี ..... 32

รูปที่ 14 แถวชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 1 ของกระบวนการยิงรหัสผลิต ..... 32

รูปที่ 15 ชิ้นงานถูกจัดเรียงบนถาดไม้ ..... 33

รูปที่ 16 พนักงานตั้งค่าเครื่องยิงรหัสผลิต ..... 33

รูปที่ 17 พนักงานจัดทิศทางชิ้นงาน ..... 34

รูปที่ 18 ชิ้นงานไหลผ่านเครื่องยิงรหัสผลิต ..... 34

รูปที่ 19 ชิ้นงานที่ยิงรหัสผลิตแล้ว ..... 34

รูปที่ 20 แถวชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานกระบวนการต่อไป ..... 35

รูปที่ 21 แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) ..... 35

รูปที่ 22 หลุมในพื้นที่ปฏิบัติงาน ..... 36
รูปที่ 23 การหยิบชิ้นงานหลายชิ้น ..... 36
รูปที่ 24 การวางชิ้นงานที่ขอบถาดไม้ ..... 37
รูปที่ 25 การเคลื่อนที่ของชิ้นงานเข้ากระบวนการยิงรหัสผลิต ..... 37
รูปที่ 26 พนักงานหยิบชิ้นงานพักไว้ ..... 38
รูปที่ 27 พนักงานดันชิ้นงานออกจากสายพาน ..... 38
รูปที่ 28 การปรับพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบเสมอกัน ..... 39
รูปที่ 29 กำหนดหยิบชิ้นงานครั้งละ 4 ชิ้น ..... 39
รูปที่ 30 แนวทางการปรับปรุงสายพานแบบใหม่ ..... 42
รูปที่ 31 การปรับปรุงใหม่ 3 สายพานแรก ..... 43
รูปที่ 32 สายพานสีฟ้าคือสายพานปรับปรุงแล้ว ..... 43
รูปที่ 33 การเคลื่อนที่ของชิ้นงานบนสายพานที่ 1 และ 2 ..... 44
รูปที่ 34 แผนผังการไหลของชิ้นงานและตัวแปรคำนวณ ..... 45
รูปที่ 35 จุดถ่ายชิ้นงานมีลักษณะลาดชัน ..... 46
รูปที่ 36 วางแถวชิ้นงานบนสายพานที่ 1 ด้วย $X_{1\ ตาราง}$ ..... 48
รูปที่ 37 ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 2 ..... 49
รูปที่ 38 ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 3 ..... 49
รูปที่ 39 ภาพมาตรฐานกำหนดการซ้อนลังชิ้นงาน ..... 50
รูปที่ 40 การซ้อนจำนวนลังชิ้นงานที่กำหนด ..... 50
รูปที่ 41 ปรับพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบ ..... 51
รูปที่ 42 ภาพมาตรฐานกำหนดการหยิบชิ้นงาน ..... 51
รูปที่ 43 ภาพมาตรฐาน กำหนดการวางชิ้นงานบนถาดไม้ ..... 52
รูปที่ 44 การวางชิ้นงานบนถาดไม้ในเส้นที่กำหนด ..... 52
รูปที่ 45 กราฟความสัมพันธ์ของระยะห่างจริง $X_3$ กับความยาวชิ้นงาน ..... 53

รูปที่ 46 กราฟแสดง $X_1$ กับความกว้างชิ้นงาน ..... 55

รูปที่ 47 จำนวนของเสียเฉลี่ยก่อนและหลังปรับปรุง..... 58

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากเศรษฐกิจโลกในปัจจุบันเกิดการชะลอตัว อย่างสงครามการค้าของจีนและสหรัฐ ยังส่งผลให้หลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย มี GDP ที่ต่ำลงอย่างมาก และอีกทั้งค่าเงินบาทที่แข็งขึ้นอย่างต่อเนื่อง ย่อมส่งผลต่อการลงทุนของนักลงทุนต่างชาติและการส่งออกของผู้ประกอบการไทย ทำให้แนวโน้มต้นทุนของผู้ประกอบการสูงขึ้นและกำไรที่น้อยลง ข้อจำกัดที่ทำให้ผลิตสินค้าและขายได้น้อยลง บางบริษัทที่ต้องการลดต้นทุนภายในจนถึงการปิดกิจการ

การลดต้นทุนการผลิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลกำไรให้เท่าเดิมหรือมากขึ้นได้ และควบคู่กับมาตรฐานการทำงานที่ดี เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้าและบริการในระดับที่ลูกค้าพึงพอใจ

การปรับปรุงมาตรฐานการทำงานแบบเดิม เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันในตลาด ทั้งการปรับปรุงเครื่องจักรให้ผลิตสินค้าคงคุณภาพเดิม ลดของเสีย, การเพิ่มเติมอุปกรณ์และเครื่องจักร เพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดการผลิตปัจจุบัน ในผลประกอบการที่สามารถลงทุน พัฒนามาตรฐานการทำงานได้

ดังนั้นมาตรฐานการทำงานเป็นสิ่งสำคัญของการทำงาน เพื่อผลิตสินค้าได้ตามคุณภาพและสามารถตรวจสอบย้อนกลับว่าคุณภาพสินค้าเกิดความผิดพลาดในข้อกำหนดสินค้ามาจากขั้นตอนใดของกระบวนการผลิต เช่น สภาพเครื่องจักร ความพร้อมทำงานของพนักงาน ตรวจสอบคุณภาพ ฯลฯ

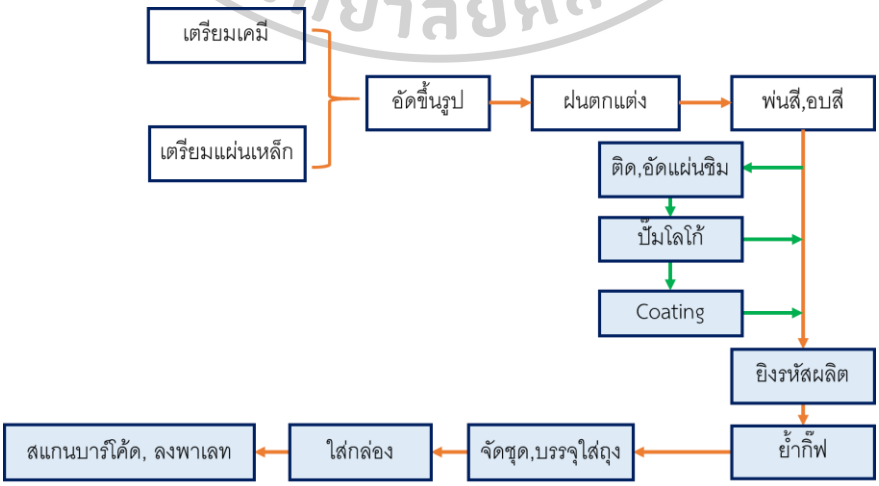
ในกรณีตัวอย่างศึกษาบริษัทผ้าเบรก ทั้งผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ผ้าเบรกทั้งดิสก์เบรกและก้ามเบรกของรถยนต์ รถกระบะ และรถบรรทุก รวมทั้งยังมีศูนย์บริการที่ผู้เชี่ยวชาญดูแลและติดตั้งผ้าเบรกอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศไทย อีกทั้งทางบริษัทพยายามคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานที่หลากหลายของกลุ่มลูกค้า

**รูปที่ 1** ดิสก์เบรก

**รูปที่ 2** ก้ามเบรก

ระบบเบรกของรถยนต์บางรุ่นจะใช้ระบบดิสก์เบรกเฉพาะคู่ล้อหน้าหรือทั้งคู่ล้อหน้าและคู่ล้อหลังด้วย ซึ่ง 1 ชุดดิสก์เบรก มี 4 ชิ้น โดยติดตั้งล้อซ้าย 2 ชิ้นและล้อขวา 2 ชิ้น อีกระบบเบรกคือระบบดรัมเบรก จะติดตั้งคู่ล้อหลังเท่านั้น ซึ่ง 1 ชุดก้ามเบรก มี 4 ชิ้น โดยติดตั้งล้อหลังซ้าย 2 ชิ้นและล้อหลังขวา 2 ชิ้น

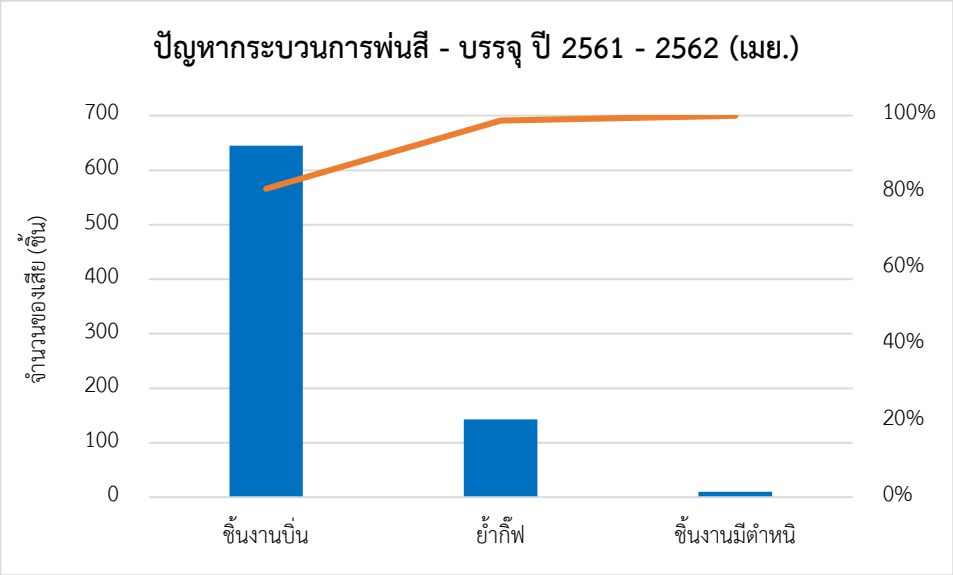
### 1.1.1 กระบวนการผลิตดิสก์เบรกในปัจจุบัน




**รูปที่ 3** กระบวนการผลิตดิสก์เบรก

จากรูปที่ 3 แสดงการไหลของกระบวนการผลิตดิสก์เบรก และกระบวนการผลิตในกล่องสีฟ้าเรียกว่ากระบวนการบรรจุ ลูกศรสีส้มแสดงการลำเลียงชิ้นงานด้วยสายพาน และลูกศรเขียว คือ การนำชิ้นงานออกจากสายพานไปทำงาน คือ ติด, อัดแผ่นชิม , ปั๊มโลโก้, Coating ตามข้อกำหนดของแต่ละผลิตภัณฑ์

### 1.1.2 ปัญหาในกระบวนการพ่นสี - บรรจุ




**รูปที่ 4** ปัญหาในกระบวนการพ่นสี - บรรจุ

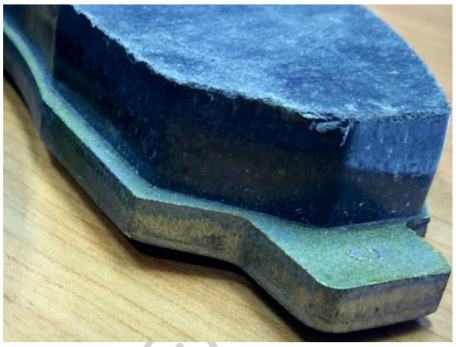
จากรูปที่ 4 พบว่า ปัญหาที่ชิ้นงานเป็นของเสียทั้งหมด 798 ชิ้น แบ่งเป็น ชิ้นงานบิ่น 645 ชิ้น , ย้ำกิ๊ฟเสีย 143 ชิ้น และชิ้นงานมีตำหนิ 10 ชิ้น

### 1.1.3 การเสียโอกาสการขาย

กระบวนการบรรจุ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการส่งมอบให้คลังสินค้า โดยผลิตภัณฑ์ 1 ชุด ประกอบด้วย 4 ชิ้นงานโดยชิ้นงานที่เป็นของเสียจะทำให้ไม่สามารถจัดชุดส่งมอบสินค้าได้ (Make to Order) โดยมีราคาขายตลาดเฉลี่ย 800 บาทต่อชุด

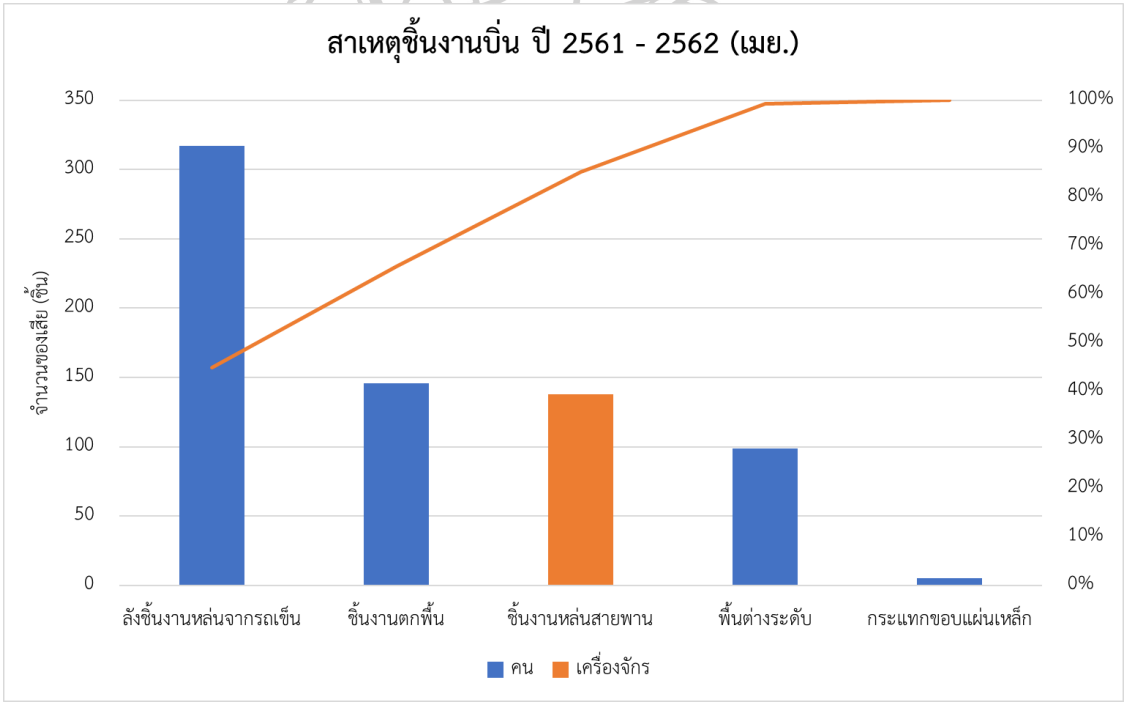
ค่าเสียโอกาสที่ขายได้ คิดเป็น 481 ชุด x 800 บาทต่อชุด = 384,800 บาท

จากรูปที่ 4 เลือกปัญหาที่จะปรับปรุงโดยใช้พาเรโต พบว่า 81% ของของเสีย คือ ชิ้นงานบิ่น 645 ชิ้น ลักษณะของเสียดังรูปที่ 6



**รูปที่ 5** ชิ้นงานบิ่น เคมีเสียหาย

### 1.1.4 สาเหตุของชิ้นงานบิ่น




**รูปที่ 6** ข้อมูลสาเหตุของชิ้นงานบิ่นปี 2561 – 2562 (เมย.)

จากรูปที่ 7 ใช้พาเรโตเพื่อเลือกปรับปรุงสาเหตุปัญหา พบว่า 85 % เกิดจากลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น 317 ชิ้น, ชิ้นงานตกพื้น 146 ชิ้นและชิ้นงานหล่นสายพาน 138 ชิ้น

จาก 85 % ของชิ้นงานบิ่นเป็นพื้นที่ปฏิบัติงานในกระบวนการพ่นสีถึงกระบวนการยิงรหัสผลิต (Inkjet)

**1.1.5 อัตราการเกิดสาเหตุของเสียเฉลี่ย**

จากข้อมูลระยะเวลา 16 เดือนของแต่ละสาเหตุ มีอัตราการเกิดของเสียเฉลี่ยดังนี้

| | |
|---|---|
| 1. ลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น | 20 ชิ้นต่อเดือน |
| 2. ชิ้นงานตกพื้น | 10 ชิ้นต่อเดือน |
| 3. ชิ้นงานหล่นสายพาน | 9 ชิ้นต่อเดือน |

**1.2 วัตถุประสงค์**

1.2.1 เพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต

1.2.2 เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงาน ให้เป็นมาตรฐานและชัดเจน

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

1.3.1 ข้อมูลของเสียได้จากรายงานที่บันทึกย้อนหลังระยะเวลาถึงแผนก่อนปรับปรุง

1.3.2 การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์และเครื่องจักรของบริษัท ส่งผลต่อการดำเนินงานวิจัย

**1.4 ประโยชน์คาดว่าได้รับ**

1.4.1 ข้อมูลของเสียลดลง จากมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน

1.4.2 พนักงานทำงานได้สะดวกมากขึ้น

1.4.3 เป็นข้อมูลสนับสนุนการปรับปรุงเครื่องจักร

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่สนับสนุนการค้นหาความสูญเปล่าและกำหนดวิธีการปรับปรุงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ความเหมาะสมของการปรับปรุงงานอีกด้วย

## 2.1 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC Tools) [1]

7 Qc Tools หรือเครื่องคุมคุณภาพ 7 อย่าง ในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน “การควบคุมคุณภาพการผลิต” เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน นอกจากการแข่งขันทางด้านราคา คุณภาพของสินค้าก็ถือเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญนอกจากจะเป็นการแสดงถึงมาตาฐาน และการประกันคุณภาพของสินค้าแล้ว ยังเป็นกลยุทธ์ในการลดต้นทุนกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญ ซึ่งเครื่องมือในการควบคุมคุณรูปที่เรียกว่า Seven QC Tools ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 7 เครื่องมือ

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet): ใช้ในการบันทึก และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่ามีอาการของเสีย,จำนวนของเสีย, จุดบกพร่องมากน้อยแค่ไหน ซึ่งในการออกแบบ Check Sheet ที่ดีนั้นจะต้องสามารถบันทึกข้อมูลได้ง่าย และ ครบถ้วน เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการขัดเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และหาแนวทางในการแก้ปัญหา

2. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram): ใช้ในการวิเคราะห์ว่าอะไรคือสาเหตุหลัก หรือปัญหาหลัก ที่ส่งผลให้เกิดของเสีย หรือจุดบกพร่อง โดยมากแล้วแผนภูมินี้จะถูกนำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญ หลักการของพาเรโตนั้นใช้หลัก 20/80 – ส่วนน้อย 20 % จะเป็นส่วนสำคัญ อีก 80 % จะเป็นส่วนไม่ค่อยสำคัญ (20% vital few, 80% trivial many) เช่นมีปัญหาอยู่ 20 % เท่านั้นที่สร้างความเสียหายส่วนใหญ่ให้กับกิจการ จึงต้องแก้ตรงนั้นก่อน (ซึ่งอาจจะพิจารณาจากจำนวน หรือ มูลค่าก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม)

3. แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram: CE): หรือที่เราเรียกกันในอีกหลายๆ ชื่อว่าแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือ Ishigawa Diagram เป็นแผนรูปที่ใช้สำหรับพิสูจน์หาสาเหตุของสาเหตุหลักหรือปัญหาหลักที่ได้จากการสร้างแผนภาพพาเรโต โดยเราจะนำสาเหตุหลักหรือปัญหาหลักไว้ที่หัวปลาและจะหาสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดปัญหาหลักนี้ไว้ที่

ก้างปลา และในแต่ละปัญหาย่อยเราจะแตกสาเหตุของสาเหตุย่อยออกมาอีกที (สาเหตุย่อยส่วนมากจะประกอบด้วย คน, วิธีการ, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, สภาพแวดล้อม) โดยใช้หลักการ Why Why Analysis เป็นการถามว่าทำไม ทำไมไปเรื่อย ไม่มีการกำหนดปัญหาย่อย ยิ่งมากยิ่งดี วิธีการนี้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาช่วยกันหาสาเหตุ และกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมถึงผู้รับผิดชอบ

4. กราฟ (Graph): คือ แผนรูปที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจโดยสามารถแบ่งประเภทของกราฟได้ดังนี้

4.1 กราฟแท่ง ใช้เมื่อมีข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยใช้การเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟ แต่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา

4.2 กราฟเส้น ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต ทำนายผลจากข้อมูลในอดีตได้หรือใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

4.3 กราฟวงกลม พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100% แต่ละส่วนที่แบ่งออกมาจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนในแต่ละส่วนประกอบของข้อมูลว่าเป็นกี่ส่วยขององค์ประกอบทั้งหมด

4.4 กราฟใยแมงมุง เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความมากน้อยของแต่ละส่วน โดยกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ใช้เปรียบเทียบก่อน-หลังการปรับปรุง หรือเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

5. แผนภาพกระจาย (Scatter Diagram): เป็นแผนรูปที่ใช้หาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผลกันของปัญหาที่เกิดขึ้น ว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ โดยให้แกนนอนเป็นสาเหตุ และแกนตั้งเป็นผล ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ว่ามีลักษณะแบบใด ซึ่งในการวิเคราะห์ Regression และ Correlation จำเป็นต้องดูลักษณะของความสัมพันธ์ทั้ง X และ Y ว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่ ก่อนจะไปทำการวิเคราะห์ต่อไปโดยนำค่า X และ Y มาทำ Scatter Plot แต่มีข้อจำกัดตรงที่ต้องพิจารณาว่าเป็นข้อมูลแหล่งเดียวกันหรือไม่

6. ฮิสโตแกรม (Histogram): เป็นแผนภาพการกระจายข้อมูล ซึ่งจะแสดงค่ากลางของปัญหา และค่าความแปรปรวนของข้อมูลฮิสโตแกรม ในรูปแบบกราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง “ความถี่” และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับ

จากน้อย ที่ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่า ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม

6.1 แบบปกติ (Normal Distribution) การกระจายของการผลิตเป็นไปตามปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง

6.2 แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type) พบเมื่อกระบวนการผลิตขาดการปรับปรุง/หรือการผลิตไม่ได้ผล

6.3 แบบระฆังคู่ (Double Hump Type) พบเมื่อนำผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร 2 เครื่อง / 2 แบบมารวมกัน

6.4 แบบฟันปลา (Serrated Type) พบเมื่อเครื่องมือวัดมีคุณภาพต่ำ หรือการอ่านค่ามีความแตกต่างกันไป

6.5 แบบหน้าผา (Cliff Type) พบเมื่อมีการตรวจสอบแบบ Total Inspection เพื่อคัดของเสียออกไป

7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart): เป็นแผนภูมิที่เราใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวณการการผลิต โดยเราจะวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีความแปรปรวนผิดปกติ หรือสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก ซึ่งในการทำแผนภูมิควบคุมเราจะใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์หาค่าความผิดปกตินั้น โดยเราจะแบ่งประเภทของแผนภูมิควบคุมเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ ชนิดของแผนภูมิควบคุม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ โดยแบ่งตามข้อมูลที่สนใจ คือ

7.1 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่องหรือ ค่าวัด (Variable Control Chart)

เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมกระบวนการสำหรับผลลัพธ์ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการควบคุมสามารถวัดค่าได้ด้วยการ ชั่ง ตวง วัด เช่น ปริมาณการบรรจุน้ำผลไม้ในขวด อายุการใช้งานของหลอดไฟ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนลูกสูบ เป็นต้น ได้แก่

7.1.1 แผนภูมิ X Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์ในเชิงปริมาณ ซึ่งค่าที่ได้อาจอยู่ในเทอมของความยาว อายุการใช้งาน น้ำหนัก ปริมาณ เป็นต้น

7.1.2 แผนภูมิ R Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแปรผันหรือค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์โดยใช้พิสัยเป็นค่าวัด โดยแผนภูมิ R จะใช้ควบคู่กับแผนภูมิ X เสมอ

7.1.3 แผนภูมิ S Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแปรผันหรือค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ R แต่จะคำนวณค่าวัดการกระจายด้วยค่าสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิ R เมื่อตัวอย่างของกลุ่มย่อยมีขนาดใหญ่

7.1.4 แผนภูมิ MR Chart หรือแผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่ เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคู่กับแผนภูมิ X โดยแผนภูมิ MR Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้ด้วยค่าพิสัยเมื่อขนาดของตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 หน่วย

7.1.5 แผนภูมิ CU-SUM Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์ในเชิงปริมาณเช่นเดียวกับแผนภูมิ X แต่จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าแผนภูมิ X เมื่อคุณสมบัติของผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และใช้ได้เมื่อขนาดตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 หน่วย

7.2 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบช่วงหรือค่านับ (Attribute Control Chart)

เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมกระบวนการสำหรับผลลัพธ์ที่ มีคุณลักษณะที่ต้องการควบคุมหาได้จากการนับ เช่น ผลิตภัณฑ์ดีหรือเสีย ผลิตภัณฑ์ชำรุดหรือไม่ชำรุด ผลิตภัณฑ์ที่มีรอยตำหนิหรือไม่มีรอยตำหนิ ผลิตภัณฑ์บกพร่องหรือไม่บกพร่อง เป็นต้น ซึ่งการพิจารณาคุณลักษณะของผลลัพธ์ เช่น ดีหรือเสียนั้น จะทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะของผลลัพธ์ หรืออาจพิจารณาด้วยการมองด้วยสายตา แผนภูมิควบคุมประเภทนี้ได้แก่

7.2.1 แผนภูมิ p (p Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมสัดส่วนผลลัพธ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (NC)ในกระบวนการ เช่น สัดส่วนชิ้นงานที่แตกหัก สัดส่วนหลอดไฟเสีย เป็นต้น

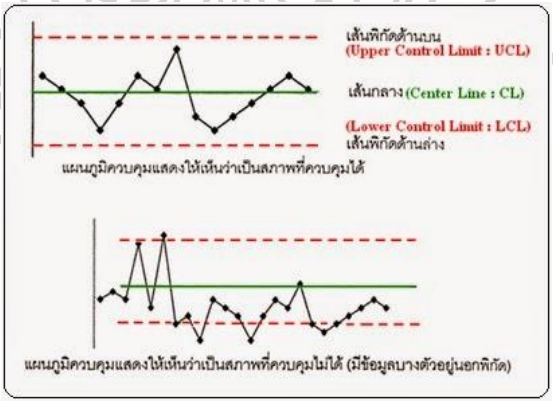
7.2.2 แผนภูมิ pn (pn Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนของผลลัพธ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (NC)ในกระบวนการ ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับแผนภูมิ p

7.2.3 แผนภูมิ c (c Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลลัพธ์เมื่อกลุ่มตัวอย่างย่อยมี ขนาด 1 หน่วย เช่น รอยตำหนิบนผิวชิ้นงาน 1 ชิ้น รอยตำหนิบนผ้า 1 เมตร

7.2.4 แผนภูมิ u (u Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลลัพธ์เช่นเดียวกับแผนภูมิu โดยเป็นแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แต่จะใช้ในกรณีที่จำนวนหน่วยตัวอย่างของกลุ่มย่อยในการ ตรวจสอบแต่ละครั้งไม่เท่ากัน หรือขนาดตัวอย่างที่ตรวจสอบแต่ละครั้งไม่ใช่ 1 หน่วย

**7.3 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม**

โดยปกติแล้ว แผนภูมิควบคุมจะประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL), ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL), และเส้นกลาง (Center line : CL) ระยะห่างจากเส้นกลางถึงขีดจำกัดควบคุมบนจะเท่ากับระยะห่างจากเส้นกลางถึงขีดจำกัดควบคุมล่าง คือเท่ากับ 3 ซิกม่า (3 ) ในกรณีไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจากกระบวนการทั้งหมดจะแทนด้วยค่า S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวอย่างจากกระบวนการ




**รูปที่ 7** แผนภูมิ Control Chart

หลังจากได้ทำการสร้างแผนภูมิ Control Chart แล้วเราสามารถพิจารณาจุดผิดปกติที่เกิดขึ้นในแผนภูมิได้ ซึ่งมีอยู่หลัก 4 ประเภท คือ

7.3.1 อยู่นอกจุดควบคุม (Out of Control) คือ มีบางจุดอยู่นอกเขตควบคุม (±3s) ไปอย่างชัดเจนซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ามีของเสียเกิดขึ้นแล้วในกระบวนการ

7.3.2 เกิดการเกาะกลุ่ม (Run)

7.3.2.1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดปรากฏติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ (Shift) เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ เช่น พัฒนาระบบการทำงานแล้วผลลัพธ์ดีขึ้นกว่าเดิม เป็นต้น

7.3.2.2 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด ขึ้นและลงเป็นแบบแผนอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน (Cycle) เป็นผลมาจากช่วงเวลาหรือช่วงฤดูกาลที่ผลัดเปลี่ยน หมุนเวียนกันไป เช่น การผลัดเปลี่ยนเวร ประสิทธิภาพในการทำงาน เวรเช้าดีกว่าเวรดึก หรือการระบาดของโรคตามฤดูกาล เป็นต้น

7.3.2.3 จุดพิกัดอย่างน้อย 4 ใน 5 จุด ที่อยู่ต่อเนื่องกันใกล้ Central line เป็นผลมาจากการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น ทำให้ความผันแปรในระบบน้อยลง ถึงแม้ค่าเฉลี่ยจะยังเท่าเดิม หรือในทางตรงข้ามอาจมากขึ้นหรือลดลง

7.3.2.3 เกิดแนวโน้ม (Trend) คือ มีบางจุดเรียงตัวกันอย่างต่อเนื่อง 6 จุด ภายในเขตควบคุม (±3s) ซึ่งค่าเฉลี่ยของชิ้นงานที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้กำลังมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ออกจากที่ตั้งไว้ครั้งแรก ดังนั้นควรจะหยุดกระบวนการเพื่อปรับค่าต่างๆ

7.3.2.4 เกิดวัฏจักร (Periodicity) คือ มีบางจุดเรียงตัวสลับขึ้นลงระหว่างเส้น CL เรียงกันทั้งหมด 14 จุด ภายในเขตควบคุม (±3s) ซึ่งแสดงให้ว่าเกิดการหมุนเวียนของเหตุการณ์ต่างๆในกระบวนการ โดยเมื่อครบหนึ่งรอบจะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง จึงอาจใช้ทำนายผลในอนาคตหรือช่วงเวลาที่ผ่านมาได้

**2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) [2]**

2.2.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2.2.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

2.2.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

2.2.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

2.2.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

2.2.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

**2.2.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)**

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

**ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป**

1. เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น
2. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP
3. เกิดการขนย้าย
4. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที
5. ต้นทุนจม
6. ปิดบังปัญหาการผลิต

**การปรับปรุง**

1. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา
2. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร โดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุง

- จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง

- แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำเมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น

- จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

- กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรองาน

- จัดหา/ทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

3. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottle-neck) ในกระบวนการ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

4. ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น

5. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

**2.2.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)**

การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

**ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง**

1. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก

2. ต้นทุนจม

3. วัสดุเสื่อมคุณภาพ (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)

4. สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ)

5. ต้องการแรงงานและการจัดการมาก

**การปรับปรุง**

1. กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน

2. ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control) เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย

3. ใช้ระบบเข้าก่อน ออกก่อน (First in first out) เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

4. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทน เพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

**2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)**

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

**ปัญหาจากการขนส่ง**

1. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน

2. เสียเวลาในการผลิต

3. วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

4. เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

**การปรับปรุง**

1. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน

2. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

3. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

4. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้นไม่ต้องเสียเวลารอนาน

### 2.2.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

**ปัญหาจากการเคลื่อนไหว**

1. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต
2. เกิดความล้าและความเครียด
3. อุบัติเหตุ
4. เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

**การปรับปรุง**

1. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้
2. จัดสภาพการทำงาน (Working condition) ให้เหมาะสม
3. ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
4. ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น
5. ออกกำลังกาย

**2.2.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)**

เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆกันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

**ปัญหาจากกระบวนการผลิต**

1. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน
2. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้นๆ
3. ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

**การปรับปรุง**

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation process chart
2. ใช้หลักการ 5 W 1 H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ
3. หากระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

**2.2.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)**

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

**ปัญหาจากการรอคอย**

1. ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

3. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

**การปรับปรุง**

1. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี

2. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

3. จัดสรรงานให้มีความสมดุล

4. วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม

5. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง

6. ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

### 2.2.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

**ปัญหาจากการผลิตของเสีย**

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

3. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน

4. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

**การปรับปรุง**

1. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
2. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
3. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด (Poka-Yoke)
4. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ
5. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต (Quick response system)

## 2.3 หลักการ ECRS [3]

E = Eliminate คือ การตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป

C = Combine คือ การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือแรงงานในการทำงาน

R = Rearrange คือ การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม

S = Simplify คือ ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น

## 2.4 แนวความคิดการปรับปรุง [4]

### 2.4.1 ขั้นตอนการทำ Kaizen ตามแบบ PDCA

#### 2.4.1.1 คัดเลือกและกำหนดปัญหาที่จะดำเนินการ

ได้จากเครื่องมือ QCDSM, Six Big losses, 4M+1C และ 7 Wastes โดยเริ่มพิจารณาจากเป้าหมายของกิจการหรือกำหนดเกณฑ์การประเมิน เช่น ความรุนแรง (มูลค่าความเสียหาย, ผลกระทบต่อความปลอดภัย), ความเป็นไปได้ของการแก้ไข, การคุ้มทุนของการปรับปรุง, ความเร่งด่วน หรือการประชุมหารือ เพื่อเลือกปัญหาสำคัญก่อน

**2.4.1.2 ทำความเข้าใจปัญหา**

ดูปัญหาในสถานที่จริงว่าปัญหาเกิดขึ้นอย่างไร เพื่อทำความเข้าใจแล้วปรับปรุงไปทางเดียวกันใช้ข้อเท็จจริงพิจารณาและตัดสินใจ จากข้อมูลยอดขาย จำนวนของเสีย เวลาทำงาน เป็นต้น

**2.4.1.3 วางแผนการแก้ไขปัญหา**

จัดอันดับความสำคัญของเป้าหมาย กำหนดวิธีดำเนินงาน ระยะเวลา ผู้รับผิดชอบและงบประมาณ อาจปรับเปลี่ยนได้ตามเหมาะสมตามสถานการณ์ จากหลายๆทางเลือก เช่น ใช้ 5W 1H, ECRS, IE Technique / ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด จากความเป็นได้, ความคุ้มทุน, ผลกระทบที่มีต่อปัญหา / ทำ Action Plan กำหนดปัญหา, สาเหตุและแนวทางแก้ไขปรับปรุง

**2.4.1.4 กำหนดวิธีการที่ได้จากการวิเคราะห์**

ทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นวิธีการปรับปรุงที่ได้ผลจริง อาจมีโครงการรองรับหรือมีวิเคราะห์ว่าเป็นวิธีการปรับปรุงที่ได้ผล

**2.4.1.5 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์**

เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการดำเนินงาน ต้องกำหนดการประเมินแผนงาน ประเมินขั้นตอนการดำเนินงาน และประเมินผลตามแผนงาน เพื่อวิเคราะห์ผลจากการปรับปรุงงานมีมากน้อยอย่างไร มีอุปสรรคใดที่ต้องพิจารณาแก้ไขต่อไป

**2.4.1.6 การจัดทำมาตรฐานเพื่อนำไปปฏิบัติ**

นำผลการประเมินมาพัฒนาแผน อาจมีวิเคราะห์โครงสร้างหรือขั้นตอนทำงานใดที่ควรปรับปรุง พัฒนาได้อีกและสังเคราะห์รูปแบบใหม่ให้เหมาะสม การทำ PDCA สามารถกลับไปแก้ไขเริ่มขั้นที่ 1 ใหม่ได้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ

## 2.5 ต้นทุนในการผลิต [5]

### 2.5.1 ความหมาย

ต้นทุน (cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ

ต้นทุนการผลิต (production cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมทางการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ตามความต้องการของลูกค้า

**2.5.2 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต**

**2.5.2.1 ต้นทุนด้านวัสดุ (material cost)**

เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ, อุปกรณ์, เครื่องมือ ที่ใช้ในการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

1. วัสดุทางตรง (direct material cost) คือ วัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้เพื่อการผลิตโดยตรง โดยส่วนมากมักจะเป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลิตภัณฑ์ เช่น ยางรถยนต์มียางเป็นวัตถุดิบทางตรง, ปากกา มี พลาสติกและหมึกเป็นวัตถุดิบทางตรง เป็นต้น จำนวนในการใช้งานวัสดุ/วัตถุดิบทางตรงนี้จะแปรผันกับหน่วยในการผลิตโดยตรง.

2. วัสดุทางอ้อม (indirect material cost) เช่น วัสดุ, เครื่องมือ, อุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนในการผลิตโดยส่วนมากจะไม่แปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง เช่น กระดาษทราย, ผ้าเช็ดมือ, กาว, ตะปู เป็นต้น.

ในบางครั้งวัสดุทางอ้อมก็อาจถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ของวัสดุทางตรงก็เป็นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายทางการบัญชีของแต่ละองค์กร เช่น มีดกลึงสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี ซึ่งเป็นวัฏดิบทางอ้อม สามารถถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของวัตถุดิบทางตรงก็ได้ อาจเนื่องจากเหตุผลด้านราคาที่สูงและสามารถคำนวณอายุการใช้งานต่อจำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตได้ (tool life) ถึงแม้ว่ามีดกลึงจะไม่ได้ถูกประกอบไปกับชิ้นงานก็ตาม

**2.5.2.2 ต้นทุนด้านแรงงาน (labor cost)**

เป็นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการทำงานและผลิตสินสินค้าเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สามารถแบ่งออกได้คล้ายๆ กับต้นทุนวัตถุ คือค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง และค่าจ่ายด้านแรงงานทางอ้อม ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง (direct labor cost) เช่น ค่าจ้างรายวัน/เงินเดือนของพนักงานฝ่ายผลิต,ซึ่งจะแปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง.

2. ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางอ้อม (indirect labor cost) เช่น เงินเดือนของพนักงานขาย, เงินเดือนของผู้จัดการ, เงินดือนของวิศวกร ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะไม่แปรผันกับปริมาณในการผลิตโดยตรง

3. ค่าใช้จ่ายโรงงานหรือค่าโสหุ้ยในการผลิต (overhead cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากจากค่าใช้จ่ายของวัสดุและค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เช่น ค่าสาธารณูปโภค, ค่าเช่าโรงงาน, ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร, สวัสดิการต่างๆ เป็นต้น

**2.5.3 การคำนวณต้นทุนการผลิต**

ต้นทุนการผลิต = ต้นทุนวัสดุ + ต้นทุนแรงงาน + ค่าโสหุ้ย

**2.5.4 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต**

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เป็นการรวบรวม, แจกแจง, วิเคราะห์และรายงานค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนของต้นทุนต่างๆ ของการผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการบริหารงานและการดำเนินนโยบายของฝ่ายบริหาร.

**2.5.5 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต**

เพื่อกำหนดหาต้นทุนการผลิตที่ใกล้เคียงที่สุด : โดยปกติแล้วต้นทุนการผลิตที่ได้จากการคำนวณจะมีการคลาดเคลื่อนเนื่องจากหลายๆ ปัจจัยในการผลิต เช่น งานเสียต้องผลิตซ้ำทำให้ต้นทุนต่อหน่วยเพิ่มเป็นสองเท่า, กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพให้กระบวนการผลิตล่าช้าส่งผลให้สิ้นเปลืองทรัพยากรนโรงงานเพิ่มขึ้น ต้นทุนแรงงานเพิ่มขึ้น. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะทำให้ทราบถึงจุดที่มีต้นทุนการผลิตที่สูง-ต่ำ รวมถึงสาเหตุและทีมาที่ทำให้ต้นทุนการผลิตที่สูงได้

การควบคุมและลดต้นทุนการผลิต : เมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูง ทำให้เราสามารถหามาตรฐานแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลงได้.

เพื่อตัดสินใจและวางแผนงานต่างๆ : เช่น เมื่อทราบปัญหาที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูง และหลังจากที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการลดต้นทุนการผลิต ทำให้สามารถประมาณการต้นทุนการผลิตและราคาขายที่ต่ำลงมาได้ ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในด้านราคาได้

เพื่อกำหนดกำไรและฐานะทางการเงินของกิจการ : การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะทำให้สามารถประมาณการต้นทุนการผลิตที่แม่นยำ ซึ่งจะทำให้ผู้บริหารสามารถประมาณการผลประกอบการและกำไรของกิจการได้

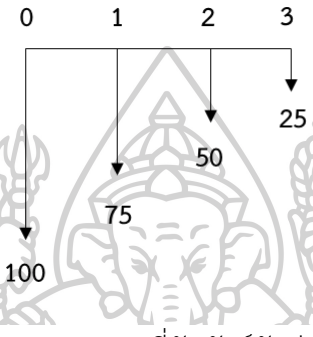
เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินผลและควบคุมการบริหารงาน : สามารถนำผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตมาประเมินผลงานทั้งประสิทธิภาพส่วนของบุคลากรที่ดำเนินงานและผังการบริหารองค์ (organization) เพื่อการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**2.6 แผนภูมิแสดงการไหลของเงิน [6]**

แผนภูมิแสดงการไหลของเงิน Cash-Flow Diagram เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงรายการรับ (Receipts) ลูกศรชี้ขึ้นบนเป็นเครื่องหมาย + และรายจ่าย (Disbursements) ลูกศรชี้ลงล่าง เป็นเครื่องหมาย – โดยแบ่งช่วงเวลาต่างๆออกเป็นช่องๆ

**รูปที่ 8** แสดงแผนภูมิการไหลของเงิน

เวลาที่ 0 เป็นเวลาปัจจุบัน เวลาที่ 1, 2, n เป็นเวลาในอนาคต ส่วนเวลาที่ -1, -2, -n เป็นเวลาในอดีต ส่วนขนาดความยาวของลูกศรก็มีความหมาย คือ ถ้าลูกศรยาวกว่าอันอื่นแสดงว่ามูลค่าเงินสูงกว่า ซึ่งแสดงค่าใช้จ่ายในปีแรกลงทุนมากและค่อยๆ ลดลง (ลูกศรปีที่ 0 จะยาวและสั้นลงในช่วงเวลาต่อมา)




**รูปที่ 9** แสดงความยาวของลูกศรที่สัมพันธ์กับค่าเงินในแต่ละช่วงเวลา

แผนภูมิแสดงการไหลของเงินนั้น บางครั้งมีทั้งรายรับและรายจ่ายที่อยู่ช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องหักลบในแต่ละช่วงเวลาให้เสร็จจะได้ง่ายต่อการคำนวณ ซึ่งเรียกแผนภูมิแสดงการไหลของเงินสุทธิ (Net Cash Flow Diagram)

## 2.7 ระยะเวลาการคืนทุน [6]

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ จำนวนระยะเวลาในลงทุนโครงการ ที่ทำให้มูลค่าการลงทุนสะสมเท่ากับมูลค่าผลตอบแทนในแต่ละปีรวมกัน

วิธีมูลค่าปัจจุบัน ในการหาระยะเวลาคืนทุนที่จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ( Net Present Value) คือ มูลค่าของเงินจากการลงทุนหรือผลตอบแทนที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ดังสมการที่ 2.1

$$Pw = -P + A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(i)(1+i)^n}\right] + F\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right] \qquad (2.1)$$

ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุนได้จากการให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 โดยสุ่มแทนค่า n ลงในสมการ ดังสมการที่ 2.4

$$0 = \sum Pw \tag{2.2}$$

$$0 = -P + A\left(\frac{P}{A}, i\%, n\right) + F\left(\frac{P}{F}, i\%, n\right) \tag{2.3}$$

$$0 = -P + A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(i)(1+i)^n}\right] + F\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right] \tag{2.4}$$

โดยที่ Pw = มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (บาท)

P = มูลค่าเงินปัจจุบัน (บาท)

A = มูลค่าเงินรายปี (บาทต่อปี)

F = มูลค่าเงินในอนาคต (บาท)

i = อัตราดอกเบี้ย (%)

n = ระยะเวลามาตรการ (ปี)

## 2.8 การเคลื่อนที่ในแนวตรง [7]

### 2.8.1 ความเร็ว (velocity)

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ในทิศทางกระจัดทำให้ตำแหน่งของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง หน่วยของความเร็ว คือ เมตรต่อวินาที (m/s) ดังสมการที่ 2.5

$$\vec{V} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta\vec{t}} \tag{2.5}$$

เมื่อ $\vec{v}$ = ความเร็วของวัตถุ (m/s)

$\Delta\vec{s}$ = การกระจัดของวัตถุ (m)

$\Delta\vec{t}$ = เวลาของวัตถุที่ใช้เคลื่อนที่ (s)

### 2.8.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

ความเร่งมีค่าคงตัวและมีทิศลงในแนวดิ่งเสมอ ซึ่งการตกของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก คือ การตกอย่างเสรีโดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจาก แรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งความเร่งนี้เป็นผลจากแรงดึงดูดของโลกเนื่องจากสนามโน้มถ่วง ค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (g) ค่ามาตรฐานคือ 9.8 $m/s^2$

สมการการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ดังนี้

$$v = u + gt$$

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

เมื่อ u = ความเร็วต้น (m/s)

v = ความเร็วปลาย (m/s)

g = ค่าความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก ($m/s^2$)

s = ระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ (m)

t = เวลาของวัตถุที่ใช้เคลื่อนที่ (s)

**2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

สุรีย์รัตน์ พงศ์กิตติทัต (2555) การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับเครื่องปรับอากาศภายในรถยนต์ ปัญหาหลักคือ เกิดจุดคอขวดและไม่มีมาตรฐานการทำงานที่กำหนดอย่างชัดเจน จึงทำให้เกิดความสูญเปล่าขึ้น โดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าเพื่อวิเคราะห์ Lead time และปรับปรุงพัฒนาด้วย Kaizen และทำ Visual Control สู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและควบคุมมาตรฐานการทำงานให้ง่ายขึ้น ควบคุมให้เวลามาตรฐานอยู่ใน Takt Time ปรับปรุงเป็นจุดคอขวดของสายการผลิต ผลการปรับปรุงคือ ทำให้ work in process ลดลง 61.99% ลดพื้นที่ทำงานลง 7.27% ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น 19.14% ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 25.07% ใช้ไคเซนเมื่อ สิงหาคม 2554 ลดเวลาสูญเปล่าจาก 23.17 ชั่วโมง เหลือ 9.695 ชั่วโมง และสิงหาคม 2555 ลดเวลาสูญเปล่าจาก 38.18 ชั่วโมง เหลือ 22.49 ชั่วโมง [8]

ธีระศักดิ์ ทัศนราพันธ์ (2551) การลดต้นทุนของกระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่เป้าหมาย 10 % จากปัญหากระบวนการผลิตที่มีต้นทุนสูงที่เกิดจาก ค่าวัตถุดิบ ค่ากำจัดของเสีย ค่าแรงงานและต้นทุนค่าเสียโอกาส ใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและจัดกลุ่มในความสูญเสีย 7 ประการ จึงใช้การปรับปรุง ECRS และ หลักการ Kaizen ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน และสรุปค่าดำเนินงานทั้งหมด โดยสรุปงานที่ผู้วิจัยทำดังนี้กิจกรรมที่ 1 งานเปลี่ยนถ่านกัมมันต์ในถังกรองถ่านกัมมันต์ โดยลดจำนวนพนักงานลง แล้วทำระบบจ้างเหมาจากบริษัทภายนอก ทำงาน 16 ชั่วโมง/วัน จากเดิม 8 ชั่วโมง/วัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 37.39 % หรือ 2,223,931 บาท/ปี ส่วนกิจกรรมที่ 2 งานทำความสะอาดเรซินประจุลบด้วยด่างและเกลือ โดยลดจำนวนพนักงานจากเดิม 8 คน เหลือ 4 คนและลดเวลาติดตั้งเครื่องมือ ด้วยทำกิจกรรม 5 ส ที่ห้องเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์และลดค่ากำจัดของเสีย โดยแยกน้ำเสียที่ต้องกำจัดออกจากน้ำเสียทั่วไปของโรงงาน 100 % คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 26.45% หรือ 981,338 บาท/ปี [9]

กนกวรรณ ตังรัตนพิทักษ์ (2550) การลดความสูญเสียของกระบวนการผลิตลำโพง โดยใช้การหลักการความสูญเสีย 7 ประการ และใช้ FMEA เพื่อจัดลำดับปัญหาที่ส่งผลกระทบมากนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข ด้านปัญหาที่ส่งผลต่อคุณภาพชิ้นงาน พบว่ามีความสูญเสียจากปัญหาทางเทคนิคและการจัดการ จึงเสนอแผนการปรับปรุง 6 แผน แต่มี 2 แผนที่ใช้ได้จริงพร้อมการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ คือแผนที่ 1 ในกระบวนการการผลิตและการควบคุมคุณภาพ คือ การออกแบบบล็อกเพื่อสะดวกในการทำงานและป้องกันการผิดพลาด, แผนที่ 2 ในการควบคุมดูแลสินค้า โดยใช้

หลัก First in First out สามารถดำเนินงานได้ในระยะเวลาสั้น หลังการดำเนินงานพบว่า ลดความสูญเสียรวมได้ 349,663 บาท แล้วทำแบบสอบถามจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานของทุกแผนกหลังการดำเนินแผนลดความสูญเสีย พบว่าได้รับการสนับสนุนในภาพรวม 80 % ซึ่งคาดว่าจะได้รับอนุมัติภายหลัง การประมาณมูลค่าการดำเนินงานของการลดความสูญเสีย เท่ากับ 720,962 บาท [10]

ชายชาญ แต่งผิว (2554) การลดความสูญเสียในกระบวนการตัดแบ่งเหล็กแผ่นรีดร้อน จากการเก็บข้อมูล Flow Process Chart วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง ข้อมูลกระบวนการผลิตมีเวลาทำงานของเครื่องคือ 37.96 นาทีต่อม้วน และต้องเสียเวลานำเหล็กออกจากเครื่องตัดถึง 30.55% คิดเป็นเวลาที่สูญเสียการผลิตเป็น 3,045,000 บาทต่อเดือน โดยเลือกตัวอย่างของวัสดุ 1 อย่าง เป็นต้นแบบงานวิจัย จากนั้นพบว่ามีขั้นตอนย่อยของการทำงานอยู่ 5 ขั้นตอนย่อย ใช้ทฤษฎีหลักความสูญเปล่า 7 ประการ และใช้หลักปรับปรุงงาน ECRS ปรับปรุงสายพานลำเลียง, ขั้นตอนการทำงาน และคุณภาพของชิ้นงาน โดยใช้วิธีการปรับปรุงส่วนเครื่องจักรให้สามารถนำแผ่นเหล็กออกโดยไม่ต้องหยุดกระบวนการและปรับปรุงวางแผนการผลิต เพื่อลดเวลาการทำงานลง ผลที่ได้คือ จากเวลาเดิม 37.96 นาที/ม้วน เหลือ 30.45 นาทีต่อม้วน คิดเป็น 19.78% และคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ คิดเป็นกำลังผลิตที่เพิ่มขึ้น 1,722,600 บาทต่อเดือน ระยะเวลาคืนทุน 1.03 เดือน [11]

วุฒิพร ศรีไพโรจน์ (2558) การปรับปรุงกระบวนการการผลิตแผงวงจรไฟฟ้ายืดหยุ่นและกำหนดจำนวนพนักงานในสายผลิตให้เหมาะสม เน้นลดความสูญเปล่าในการทำงาน มีผลต่อจำนวนแรงงานในกระบวนการผลิต ใช้ทฤษฎีการศึกษางานและศึกษาเวลา โดยหาเวลามาตรฐานของแต่ละงานย่อย และแผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ วิเคราะห์การทำงานของคน-เครื่องจักร หาประสิทธิภาพการทำงานของคน เพื่อขจัดปัญหาการว่างงานของคนและเครื่องจักร โดยใช้หลักการ ECRS ปรับปรุงลดความสูญเปล่าจากการทำงาน จากการศึกษาพบว่า จากเดิมพนักงาน 23 คนต่อสายการผลิต ลดเหลือ 13 คนต่อสายการผลิต คิดเป็น 43.37% คิดเป็นมูลค่า 1.1 ล้านบาทต่อเดือน และมีการลงทุนด้วยเครื่องจักรทดแทนพนักงาน ก็มีจุดคุ้มทุนในเวลา 6 เดือน และใช้กับกับผลิตภัณฑ์อื่นๆได้อีก [12]

Saima Akter, Farasat Raiyan Yasmin, Md. Ariful Ferdous (2015) อุตสาหกรรมเสื้อผ้าต้องการเพิ่มผลิตภาพโดยที่ใช้ค่าแรงงานไม่เพิ่มขึ้น มีประสิทธิภาพการผลิต 54 %  จึงใช้ทำแผนไคเซ็น เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและผลิตภาพมากขึ้น ลดของเสีย ทั้งจัดการสิ่งไม่จำเป็น, ความปลอดภัย, จัดเก็บวัตถุดิบ, ความสะอาดเครื่องจักร, เครื่องมือซ่อมบำรุงและแผน 5ส ที่มีคะแนน 2.67

จึงใช้ทฤษฎีแผนภูมิก้างปลาเพื่อหาสาเหตุของปัญหาร่วมกับ 5ส ปรับปรุงการทำงาน และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้วย PDCA ผลที่ได้คือ แผนซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องมือการผลิตเพื่อการลดของเสียและเพิ่มคุณภาพสินค้าได้ อีกทั้งยังลดต้นทุนด้วย โดยมีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 61 % คะแนนประเมิน 5ส เป็น 3.83 พร้อมกับปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานให้สะดวกและปลอดภัยซึ่งคณะวิจัยเห็นว่าส่งผลต่อการเพิ่มผลิตภาพอย่างมาก [13]

Ms.Shubhangi and P. Gurway (2016) ศึกษาบริษัทขนาดเล็กผลิตท่อ PVC, HDPE ใช้ Kaizen, 5ส ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต, การสร้างมาตรฐานการทำงานที่ดี ทำให้เกิด Visual control และสร้างให้เกิดเป็นวัฒนธรรมองค์กร เพื่อคงมาตรฐานไว้และพัฒนามาตรฐานต่อไป ใช้ 5ส จัดเรียงเครื่องมือและอุปกรณ์สิ้นเปลืองที่ไม่จำเป็นออกจากพื้นที่ จัดทำการขนถ่ายวัสดุและเก็บรักษาวัสดุทั้งหมด, พื้นที่ปลอดภัย มีป้ายเตือนต่างๆและทำสีแจ้งเตือนพื้นที่ทำงาน บำรุงรักษาเครื่องจักรไม่มีคราบของเหลวและรวมสายไฟให้เรียบร้อย, ตรวจ audit ประจำสัปดาห์ รายงานผลเพื่อปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และลดของเสียใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อหาสาเหตุแล้วแก้ไขวิธีทำงาน ผลที่ได้คือ เวลาเตรียมวัตถุดิบลดลง 3 นาที, Production Time ลดลง 30 นาที, Lead Time ลดลง 4.8 ชั่วโมง, ผลิตภาพมากขึ้น 88.12 %, จัดทำการคำนวณ Safety Stock ที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการผลิตอย่างต่อเนื่องและลดโอกาสที่วัตถุดิบขาดลง 10 % [14]

Rosnah M.Y. and Othman A. (2012) อุตสาหกรรมฉีดพลาสติก จากปัญหาที่ใช้เวลาติดตั้งรวมเครื่องจักรนาน, ทำงานล่าช้า, ส่งมอบลูกค้าล่าช้า, ต้นทุนที่สูญเสียจากของเสียหลังการผลิต เลือกใช้เครื่องมือลีน เช่น VSM, 5ส, Kanban, SMED และอื่นๆ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ สร้างมาตรฐานการทำงานที่สามารถมองเห็นและควบคุมได้ง่าย, ทำให้ลดต้นทุนจากการผลิตและกำจัดของเสีย โดยต้องการปรับปรุงและเป้าหมายที่ต้องการ โดยปัจจุบันผลิตภาพ 78.5%, การส่งมอบตรงเวลาปัจจุบัน 95.2%, เวลาติดตั้งรวมปัจจุบัน 160 นาที, เวลาถือครองสินค้าคงคลังปัจจุบัน 5.79 วัน ผลหลังปรับปรุง คือ ระยะทางไปพื้นที่วางตู้คอนเทรนเนอร์เปล่าลดลง 25 เมตร, เวลาถือครองสินค้าคงคลังลดลง 2.93 วัน, ลดเวลาการติดตั้งโมเดล ทำให้เพิ่มการผลิตสินค้าที่หลากหลายและล็อตที่น้อยได้ สรุปได้ว่า ผลิตภาพเพิ่มขึ้น 94.1%, การส่งมอบตรงเวลาได้ 100%, ลดเวลาติดตั้ง 38.5 นาที, ลดเวลาสินค้าคงคลังเหลือ 2.86 วัน [15]

สุรสิทธิ์ มูลทองชุน และ นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2558) การปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเครื่องจ่ายเครื่องดื่มในรุ่นที่ผลิตมากที่สุด ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มากขึ้น ลดความสูญเปล่า

ต่างๆ ปัจจุบันผลิตได้ 175.69 เครื่องต่อวัน มี 45 ขั้นตอนผลิต ใช้เวลา 25.37 นาทีต่อคน ระยะทาง 28 เมตร และพนักงาน 10 คน ศึกษา Flow Process Chart มีขั้นตอนปฏิบัติงาน, ตรวจสอบ, ขนส่งและการรอทั้งหมด 45 ขั้นตอน แล้วหาเวลามาตรฐานการทำงานร่วมประยุกต์หลัก ECRS ลดขั้นตอนไม่จำเป็น, รวมวิธีทำงานและจัดลำดับงานใหม่ สามารถลดลงเหลือ 35 ขั้นตอน เวลามาตรฐาน 22.04 นาทีต่อคน ลดลง 14 % ระยะทางเหลือ 14 เมตร ลดลง 50 % เพิ่มกำลังการผลิตได้ 204 เครื่องต่อวัน เพิ่มขึ้น 16 % [16]

นัทรมย์ ศรีรัตนพันธ์ และ ณฐา คุปตัษเฐียร (2558) เกิดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปเบาะนั่งรถยนต์ทั้งหมด ชิ้นงานฉีดขาดระหว่างดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ เนื่องจากขอบซีลแข็ง ส่งผลให้มีต้นทุนสูง 335,745 บาท ซึ่งต้องการลดของเสีย เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เมื่อใช้พาเรโตพบว่า 81.24 % เกิดจากส่วนเสริมในแกนอลูมิเนียมฝั่งลงแม่พิมพ์ระหว่างดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ วิเคราะห์ Why-Why และแผนภูมิก้างปลาเกิดจากการดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์พร้อมกันทั้ง 2 ด้าน จึงออกแบบ Poka-Yoke เป็นกลไกที่แกนอลูมิเนียมติดกับชิ้นงานได้และง่ายต่อเอาเข้าดึงออกของชิ้นงาน หลังการปรับปรุงและแก้ไข 4 ครั้ง สามารถลดของเสียลงได้ 100 % หรือ 55,957 บาทต่อเดือน คิดระยะเวลาคืนทุนคือ 1.5 วัน [17]

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

จากสาเหตุของชิ้นงานบิ่นในกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต จะเริ่มศึกษามาตรฐานการทำงานปัจจุบันและวิเคราะห์ความสูญเปล่าในขั้นตอนการทำงาน จากนั้นหาแนวทางปรับปรุงการทำงานที่เหมาะสมโดยร่วมวิเคราะห์กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต และสุดท้ายคือ วิเคราะห์จุดคุ้มทุนที่ปรับปรุงแต่ละโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการปรับปรุงงานของบริษัทต่อไป

**แผนดำเนินงานวิจัย**

3.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต

3.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3.3 เสนอแนวทางปรับปรุง

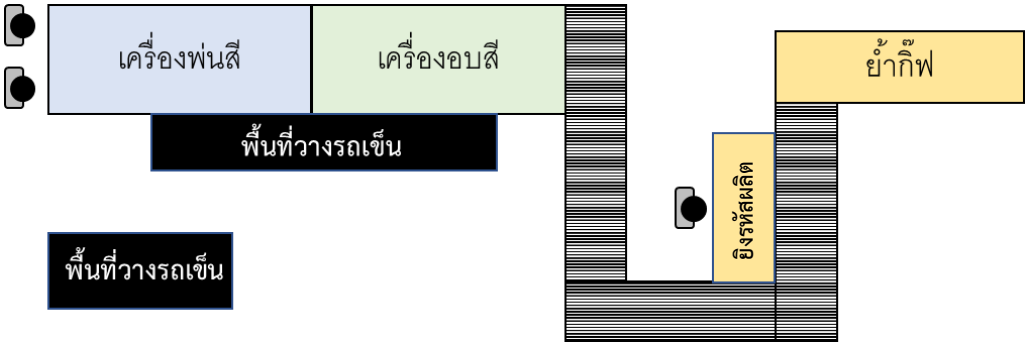
3.4 ทดลองและเก็บผล

3.5 สรุปผลการทดลอง

3.6 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

## 3.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต

### 3.1.1 แผนผังกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต




**รูปที่ 10** แผนผังกระบวนการพ่นสี-ยิงรหัสผลิต

**3.1.1.1 จำนวนพนักงาน**

กระบวนการพ่นสี 2 คน / กะ

กระบวนการยิงรหัสผลิต (Inkjet) 1 คน / กะ

**3.1.1.2 เวลาปฏิบัติงาน ( 8 ชั่วโมง / วัน )**

กะ 1 เวลาทำงาน 08:00 - 17:00 น.

กะ 2 เวลาทำงาน 17:00 - 02:00 น.

**3.1.2 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการพ่นสี**

3.1.2.1 พนักงานนำรถเข็นที่มีชิ้นงานตามใบสั่ง มาเตรียมทำงานหน้าเครื่องพ่นสี และจัดเรียงชิ้นงานลงบนสายพานเครื่องพ่นสี

**รูปที่ 11** ลังชิ้นงานเตรียมพ่นสี

**รูปที่ 12** พนักงานพ่นสีเรียงชิ้นงานบนสายพาน

3.1.2.2 แถวของชิ้นงานถูกลำเลียงด้วยสายพานลำเลียงผ่านเครื่องพ่นสีและเครื่องอบสี

**รูปที่ 13** ชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นสีเข้าเครื่องอบสี

3.1.2.3 พนักงานนำใบสั่งงานมอบให้กระบวนการยิงรหัสผลิต ว่ารุ่นใดที่กำลังจะเข้ากระบวนการยิงรหัสผลิตเป็นรุ่นต่อไป

### 3.1.3 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการยิงรหัสผลิต

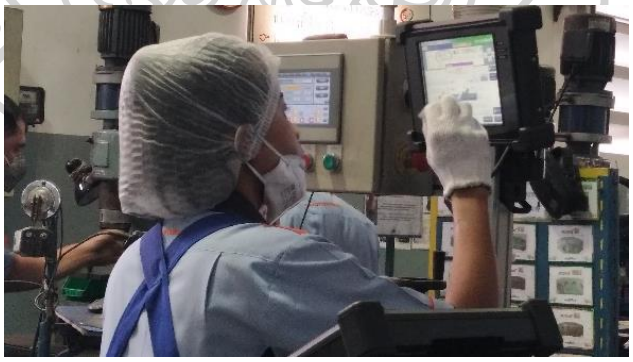
3.1.3.1 ชิ้นงานออกจากเครื่องอบสีดิสก์เบรก ลงสายพานที่ 1

**รูปที่ 14** แถวชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 1 ของกระบวนการยิงรหัสผลิต

3.1.3.2 ชิ้นงานบางรุ่นจะถูกคัดออกจากสายพานลำเลียงไปทำกระบวนการอื่น โดยจัดเรียงบนถาดไม้

**รูปที่ 15** ชิ้นงานถูกจัดเรียงบนถาดไม้

3.1.3.3 พนักงานยิงรหัสผลิตป้อนรหัสผลิต, วันที่ผลิต, ล็อตการผลิต ตามใบสั่งงาน พร้อมปรับขนาดตัวอักษรและความเร็วสายพานของเครื่องยิงรหัสผลิต

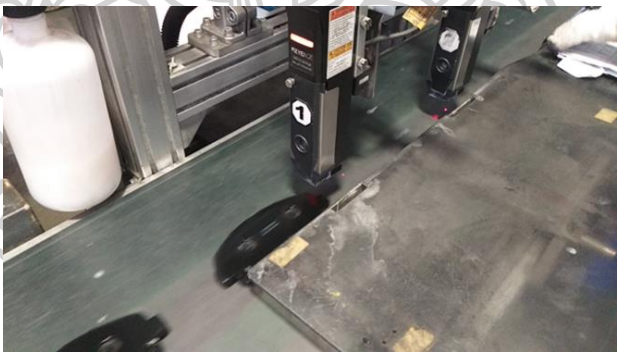


**รูปที่ 16** พนักงานตั้งค่าเครื่องยิงรหัสผลิต

3.1.3.4 ก่อนชิ้นงานจะเคลื่อนที่เข้าเครื่องยิงรหัสผลิต พนักงานจะต้องจัดทิศทางของชิ้นงานให้ถูกต้องและเรียงแถวแนวนอน

**รูปที่ 17** พนักงานจัดทิศทางชิ้นงาน

3.1.3.5 เครื่องยิงรหัสผลิตพ่นหมึกลงบนชิ้นงานที่เคลื่อนที่บนสายพาน ซึ่งคุณภาพของตัวอักษรที่ต้องการ จะสัมพันธ์กับความเร็วสายพานและการตั้งค่าขนาดตัวอักษร



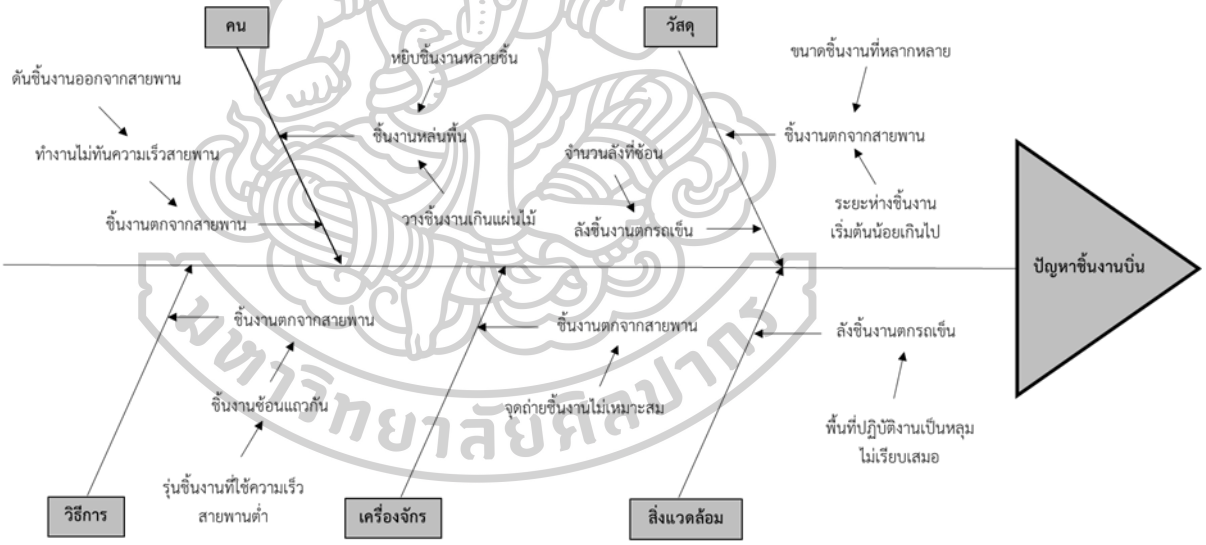
**รูปที่ 18** ชิ้นงานไหลผ่านเครื่องยิงรหัสผลิต

**รูปที่ 19** ชิ้นงานที่ยิงรหัสผลิตแล้ว

3.1.3.6 แถวชิ้นงานเคลื่อนที่บนสายพานเข้ากระบวนการต่อไป

**รูปที่ 20** แถวชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานกระบวนการต่อไป

**3.2 วิเคราะห์สาเหตุ**




**รูปที่ 21** แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram)

แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุรองที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาชิ้นงานบิ่นในกระบวนการพ่นสีและยิงรหัสผลิต ซึ่งสรุปได้ 3 สาเหตุ คือ ลังชิ้นงานตกรถเข็น, ชิ้นงานหล่นจากมือและชิ้นงานตกจากสายพาน ซึ่งจะนำมาอธิบายเป็นรายสาเหตุดังนี้

**3.2.1 สาเหตุลังชิ้นงานตกรถเข็น**

เกิดจากพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน มีหลุม ผิวไม่เรียบเสมอ ทำให้พนักงานเข็นรถเข็นชิ้นงานแล้วตกหลุม ทำให้ลังชิ้นงานตกลงพื้นได้

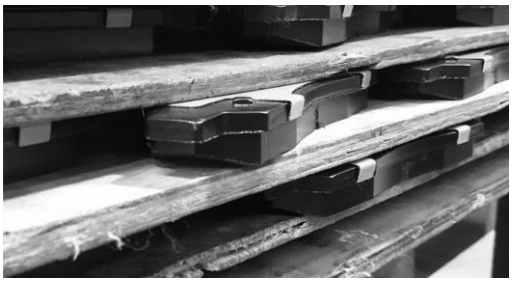
**รูปที่ 22** หลุมในพื้นที่ปฏิบัติงาน

**3.2.2 สาเหตุชิ้นงานตกพื้น**

3.2.2.1 เกิดจากลักษณะของรุ่นชิ้นงานมีรูปทรงหลากหลายและมีน้ำหนักแตกต่างกัน เมื่อพนักงานหยิบชิ้นงานหลายชิ้นโดยไม่ระมัดระวัง ทำให้ชิ้นงานตกกระแทกพื้นได้

**รูปที่ 23** การหยิบชิ้นงานหลายชิ้น

3.2.2.2 การวางชิ้นงานบนถาดไม้ ในบางชิ้นวางใกล้ขอบถาด มีโอกาสที่ชิ้นงานตกกระแทกพื้นระหว่างการทำงานและระหว่างเคลื่อนที่รถเข็นได้

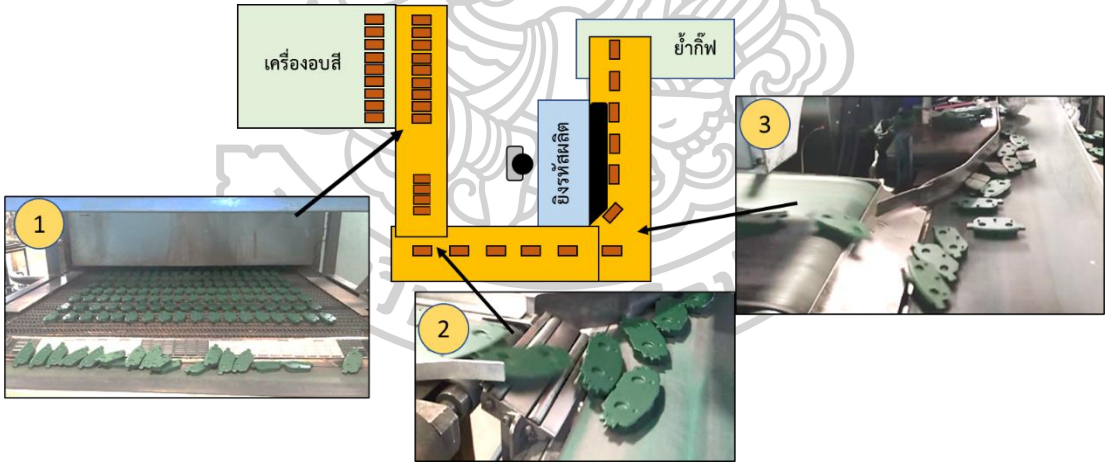


**รูปที่ 24** การวางชิ้นงานที่ขอบถาดไม้

**3.2.3 สาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพาน**

3.2.3.1 เกิดจากจุดถ่ายชิ้นงานและระบบสายพานลำเลียงไม่เหมาะสมกับการทำงาน ทำให้เกิดการซ้อนแถวของชิ้นงาน

3.2.3.2 เกิดจากระยะห่างเริ่มต้นของชิ้นงานไม่เหมาะสม ทำให้ชิ้นงานเกิดการซ้อนแถวมากขึ้น




**รูปที่ 25** การเคลื่อนที่ของชิ้นงานเข้ากระบวนการยิงรหัสผลิต

จากรูปที่ 25 จะเห็นว่าในจุดที่ 1 ชิ้นงานที่เรียงแถวมาจากเครื่องอบสี เมื่อผ่านจุดถ่ายชิ้นงานลงสายพานที่ 1 แถวชิ้นงานเรียงไม่เป็นระเบียบและชิ้นงานซ้อนทับกัน จุดที่ 2 แถวชิ้นงานเคลื่อนที่ลงสายพานที่ 2 เกิดการซ้อนแถว และจุดที่ 3 ชิ้นงานถูกถ่ายลงสายพานที่ 3 ของเครื่องยิงรหัสผลิต พนักงานจะต้องจัดเรียงชิ้นงานให้เป็นระเบียบ ก่อนเข้าเครื่องยิงรหัส

จากการสังเกต ขณะที่ชิ้นงานเคลื่อนที่มาอย่างต่อเนื่อง บางครั้งพนักงานจัดเรียงไม่ทัน จากชิ้นงานที่ซ้อนแถวและกลับทิศทางในปริมาณมาก พนักงานจะหยิบชิ้นงานขึ้นมาพักไว้หรือดันชิ้นงานออกจากสายพานไป แล้วจึงหยิบกลับมาใส่สายพานใหม่ ทำให้มีโอกาสชิ้นงานตกจากสายพานและเกิดของเสียได้ ดังรูปที่ 26 และรูปที่ 27

**รูปที่ 26** พนักงานหยิบชิ้นงานพักไว้

**รูปที่ 27** พนักงานดันชิ้นงานออกจากสายพาน

นอกจากนี้พบว่าขั้นตอนที่จัดทิศทางและจัดเรียงชิ้นงานทุกชิ้น ให้ถูกต้องและเรียงแถว เป็นความสูญเปล่าด้านขั้นตอนที่ไม่จำเป็น (Processing) ด้วย

## 3.3 เสนอแนวทางปรับปรุง

### 3.3.1 สาเหตุลังชิ้นงานตกรถเข็น

การปรับปรุงพื้นผิวพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบเสมอ สะดวกต่อการเข็นรถ แผนปรับปรุงใน เมย. 62

**รูปที่ 28** การปรับพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบเสมอกัน

### 3.3.2 สาเหตุชิ้นงานตกพื้น

3.3.2.1 กำหนด Visual Control ติดภาพมาตรฐาน เพื่อสะดวกต่อการเข้าใจและปฏิบัติตามกำหนดให้หยิบชิ้นงานไม่เกินครั้งละ 4 ชิ้น แผนปรับปรุงใน เมย. 62

**รูปที่ 29** กำหนดหยิบชิ้นงานครั้งละ 4 ชิ้น

3.3.2.2 กำหนด Visual Control ติดภาพมาตรฐาน ที่ตีเส้นขอบการวางชิ้นงานบนถาดไม้ แผนปรับปรุงใน เมย. 62

**3.3.3 สาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพาน**

3.3.3.1 เสนอแนวทางปรับปรุงกระบวนการยิงรหัสผลิต

**ตารางที่ 1** แนวทางแก้ไขของสาเหตุที่เกิดขึ้น

| ปัญหา | สาเหตุของปัญหา | แนวทางแก้ไข |
|---|---|---|
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | ระบบสายพานไม่เหมาะสม<br>ช่องว่างระหว่างชิ้นงานน้อย | ปรับปรุงสายพาน Inkjet |
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | ระบบสายพานไม่เหมาะสม<br>ช่องว่างระหว่างชิ้นงานน้อย | ปรับปรุง Jig |

3.3.3.2 ทำแบบประเมินแนวทางปรับปรุงโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการยิงรหัสผลิตคะแนนคือ พนักงานยิงรหัสผลิต, หัวหน้าหน่วย, วิศวกรผู้ดูแลโครงการและวิศวกรอาวุโส

3.3.3.3 ระบุตัวชี้วัดของการทำแบบประเมิน คือ

ความรุนแรง คือ ผลกระทบที่มีต่อกระบวนการ

Technique คือ ความเป็นไปได้ของแนวทาง

Impact คือ ผลกระทบต่อปัญหา

Cost คือ ความคุ้มค่าของแนวทางปรับปรุง

ใส่ลำดับคะแนนดังนี้ 1 คะแนน = น้อยที่สุด, 2 คะแนน = น้อย, 3 คะแนน = ปานกลาง, 4 คะแนน= มาก และ 5 คะแนน = มากที่สุด โดยคะแนนแต่ละช่องจะนำมาเฉลี่ยของผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การให้คะแนนประเมินโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง

| ปัญหา | ระดับความรุนแรง | แนวทางแก้ไข | Technique | Impact | Cost |
|---|---|---|---|---|---|
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | 4.8 | ปรับปรุงสายพาน Inkjet | 4.0 | 4.0 | 4.3 |
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | 4.8 | ปรับปรุง Jig | 2.3 | 2.8 | 3.3 |

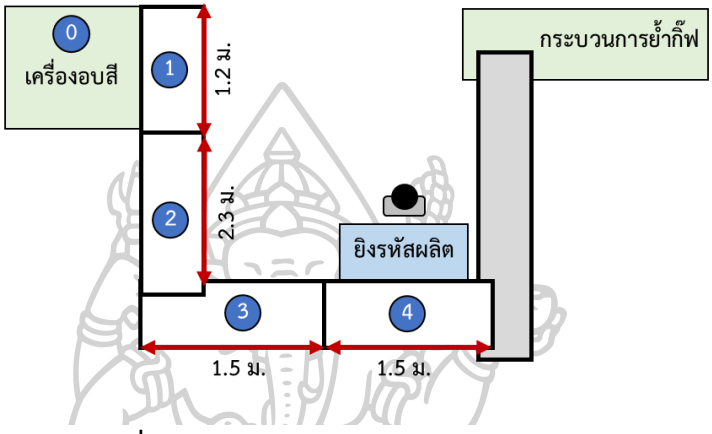
3.3.3.4 นำตัวชี้วัดมาคูณกันและจัดลำดับคะแนนเพื่อเลือกแนวทางปรับปรุง ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** จัดลำดับและเลือกแนวทางปรับปรุงที่เหมาะสม

| ปัญหา | ระดับความรุนแรง | แนวทางแก้ไข | Technique | Impact | Cost | Score | Rank |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | 4.8 | ปรับปรุงสายพาน Inkjet | 4.0 | 4.0 | 4.3 | 323 | 77% |
| ชิ้นงานหล่นจากสายพาน | 4.8 | ปรับปรุง Jig | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 96 | 23% |
| | | | Total Score | | | 419 | 100% |

ดังนั้น แนวทางปรับปรุง ชิ้นงานตกจากสายพาน คือ ปรับปรุงสายพาน Inkjet เพื่อเพิ่มระยะห่างของชิ้นงานให้เหมาะสม ลดปัญหาการชิ้นงานซ้อนกัน ขจัดความสูญเปล่าจากพนักงานยิงรหัสผลิต

### 3.4 วิธีการทดลองและวัดผล

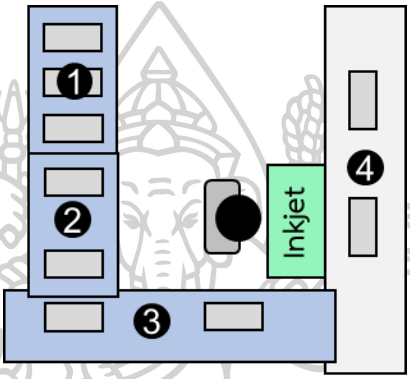



**รูปที่ 30** แนวทางการปรับปรุงสายพานแบบใหม่

จากรูปที่ 30 R-Rearrange การปรับปรุงสายพานเพื่อลดขั้นตอนจัดเรียงชิ้นงาน มีแนวคิดที่จะเพิ่มสายพานที่ 2 และสายพานที่ 3 เพื่อเพิ่มความเร็วสายพานส่งผลระยะห่างชิ้นงานมากขึ้น ลดการซ้อนแถวของชิ้นงาน และย้ายตำแหน่งเครื่องยิงรหัสผลิตมาตำแหน่งใหม่ให้ต่อเนื่องกับสายพานที่ 3

ระหว่างการรวบรวมข้อมูล ทางบริษัทได้ปรับปรุงจุดถ่ายชิ้นงานให้มีความชันน้อยลง ดังรูปที่ 31 และปรับปรุงเพียง 3 สายพานแรก เป็นแผนผังหลังปรับปรุงสายพานแล้ว ดังรูปที่ 32 ซึ่งแตกต่างจากแผนผังก่อนปรับปรุงจากรูปที่ 30 ดังนั้นการออกแบบแผนทดลองและการเก็บข้อมูลจริงจะแสดงของ 3 สายพาน ตัวชี้วัดจะเป็นการซ้อนแถวของชิ้นงานใน 3 สายพาน

**รูปที่ 31** การปรับปรุงใหม่ 3 สายพานแรก




**รูปที่ 32** สายพานสีฟ้าคือสายพานปรับปรุงแล้ว

**3.4.1 การทดลองของขนาดชิ้นงานกับระยะห่างชิ้นงาน**

จากยอดขายสะสม 85% ของปี 2562 คัดชิ้นงานตัวอย่างมา 10 รุ่น รุ่นละ 6 ชิ้น โดยมีความยาวชิ้นงานดังนี้ 0.194, 0.167, 0.155, 0.149, 0.134, 0.122, 0.112, 0.093, 0.089 และ 0.089 เมตร โดยมีความกว้างของชิ้นงานที่แตกต่างกันอีกด้วย

**3.4.1.1 ตัวแปรต้น (การป้อนค่า)**

ความกว้าง, ความยาว ของรุ่นชิ้นงาน และระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_1$)

**3.4.1.2 ตัวแปรควบคุม (ความเร็วของสายพานที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ)**

$V_1$ = 0.102 m/s, $V_2$ = 0.19 m/s, $V_3$ = 0.27 m/s, $V_4$ = 0.165 m/s (ความยาวชิ้นงานไม่เกิน 0.134 เมตร), $V_4$ = 0.187 m/s (ความยาวชิ้นงานมากกว่า 0.134 เมตร)

**3.4.1.3 ตัวแปรตาม (ผลลัพธ์)**

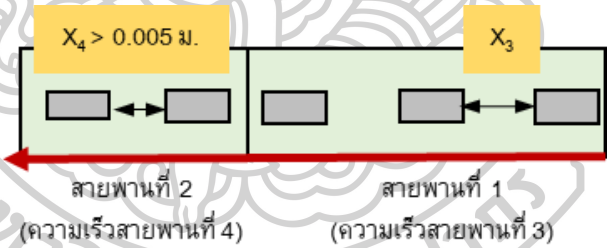
จำนวนชิ้นงานต่อแถว

**3.4.2 วิธีการทดลองและคำนวณสูตร**

นิยามตัวแปรในการทดลอง : ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 1 คือ $X_1$ , ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 คือ $X_3$ ,ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 3 คือ $X_3$ และระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 4 คือ $X_4$

อ้างอิงรูปที่ 32 แผนผังสายพานหลังปรับปรุง ด้วยการวางชิ้นงานด้วย $X_3$ ค่าหนึ่งจากสุ่มทดลอง แล้วปล่อยเข้าอีกสายพาน ด้วย $X_4$ มากกว่า 0.005 เมตร จำนวน 15 ข้อมูลต่อรุ่น แล้วนำค่าเฉลี่ย $X_3$ ป้อนลงตารางสูตร เนื่องจากวัดผลจริงได้แค่ $X_3$ (ลดการซ้อนแถวของชิ้นงาน)

การจัดสายพานทดลองใช้สายพานที่ 1 และ 2 ที่วางสายพานต่อเนื่องกัน จึงจำลองการเคลื่อนที่แถวชิ้นงานด้วยความเร็วสายพานของสายพานที่ 3 และ 4 ตามลำดับ และความเร็วสายพานที่ 4 แบ่งตามความยาวของชิ้นงานเป็น $V_{4.1}$, $V_{4.2}$ ดังรูปที่ 33




**รูปที่ 33** การเคลื่อนที่ของชิ้นงานบนสายพานที่ 1 และ 2

ซึ่งมีวิธีการทดลองและคำนวณสูตรดังนี้

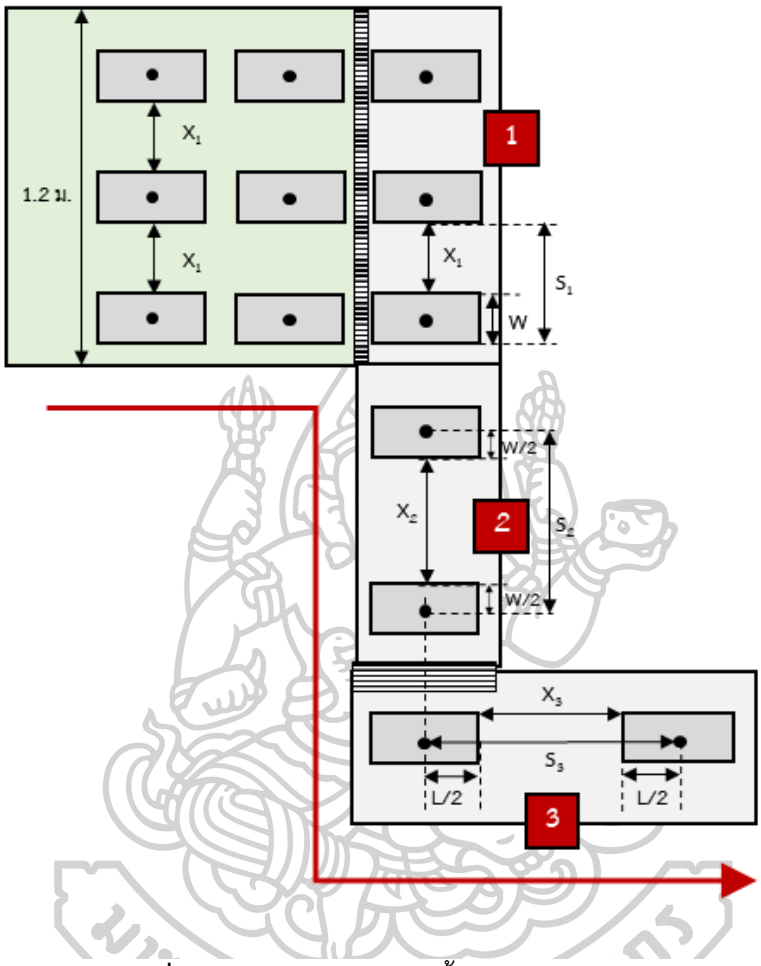
การคำนวณหาระยะห่างชิ้นงาน อ้างอิงสูตรการเคลื่อนที่แนวตรง [7] ดังสมการที่ 3.1

$$V = S / T \qquad (3.1)$$

โดยที่ V = ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)

S = ระยะทางกระจัด (เมตร)

T = เวลา (วินาที)




**รูปที่ 34** แผนผังการไหลของชิ้นงานและตัวแปรคำนวณ

จากรูปที่ 34 เป็นแผนผังการไหลของชิ้นงาน ตั้งแต่เริ่มต้น โดยคำนวณค่าตัวแปรย้อนกลับเพื่อหาระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_1$) ที่เหมาะสม

1. หา $S_3$ = ระยะทางของชิ้นงานบนสายพานที่ 3, ให้ L = ความยาวชิ้นงาน ดังสมการที่ 3.3

$$S_3 = X_3 + (L/2 + L/2) \quad (3.2)$$

$$S_3 = X_3 + L \quad (3.3)$$

2. หา $T_3$ = เวลาของชิ้นงานเคลื่อนที่ลงสายพานที่ 3 (วินาทีต่อชิ้น), $V_3$ คือความเร็วสายพานที่ 3 ดังสมการที่ 3.4

$$T_3 = S_3 V_3 \tag{3.4}$$

3. $T_3$ = เวลาของชิ้นงานเคลื่อนที่ลงสายพานที่ 3 ซึ่งมาจากเวลาของชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($T_2$) ลบเวลาของชิ้นงานบนจุดถ่ายชิ้นงานด้วยลาดชัน ($T_{ลาดชัน}$) จากสมการที่ 3.5 เนื่องจากจุดลาดชันจะมีความเร็วปลายมากกว่าความเร็วต้น ส่งผลให้ $T_3 < T_2$ ดังนั้นหา $T_2$ ได้จากสมการที่ 3.6

$$T_3 = T_2 - T_{ลาดชัน} \tag{3.5}$$

$$T_2 = T_3 + T_{ลาดชัน} \tag{3.6}$$

4. อ้างอิงการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก [7] ดังสมการที่ 3.7 เพื่อหา $T_{ลาดชัน}$

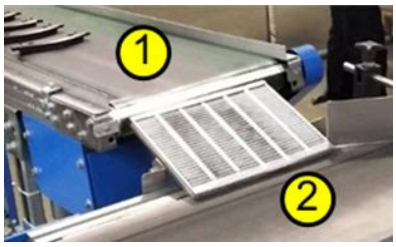
$$S = \left(\frac{u + v}{2}\right) t \tag{3.7}$$

โดย S = ระยะทาง (เมตร), U = ความเร็วต้น(เมตรต่อวินาที), V = ความเร็วปลาย(เมตรต่อวินาที) และ t = เวลา (วินาที) ซึ่งอ้างอิงสมการที่ 3.7 เพื่อแทนตัวแปรคำนวณและหา $T_{ลาดชัน}$ จากสมการที่ 3.9

$$S_{ลาดชัน} = ((V_i + V_f) / 2) * T_{ลาดชัน} \tag{3.8}$$

$$T_{ลาดชัน} = (2 * S_{ลาดชัน}) / (V_i + V_f) \tag{3.9}$$

โดย $S_{ลาดชัน}$ = ความยาวของจุดลาดชัน (เมตร), $V_i$ = ความเร็วต้น(ความเร็วสายพานที่ 2), $V_f$ = ความเร็วปลาย (ความเร็วปลายของชิ้นงานที่ถึงสายพานที่ 3)




**รูปที่ 35** จุดถ่ายชิ้นงานมีลักษณะลาดชัน

จากรูปที่ 35 หาความเร็วปลาย ($V_f$) โดยกำหนดสายพานที่ 2 อ้างอิงเป็นจุดที่ 1 และสายพานที่ 3 อ้างอิงเป็นจุดที่ 2 โดยกฎอนุรักษ์พลังงาน [18] กำหนดแรงเสียดทาน = 0 N ดังสมการที่ 3.10

พลังงานศักย์ = พลังงานจลน์ (3.10)

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2} \; ; E_{p2} = 0 \text{ J} \quad (3.11)$$

$$mgh + \tfrac{1}{2} mv_i^2 = 0 + \tfrac{1}{2} mv_f^2 \quad (3.12)$$

$$V_f = \sqrt{V_i^2 + 2gh} \quad (3.13)$$

โดยที่ $E_{p1}$ = พลังงานศักย์อ้างอิงเป็นจุดที่ 1

$E_{p2}$ = พลังงานศักย์อ้างอิงเป็นจุดที่ 2

$E_{k1}$ = พลังงานจลน์อ้างอิงเป็นจุดที่ 1

$E_{k2}$ = พลังงานจลน์อ้างอิงเป็นจุดที่ 2

m คือ มวลชิ้นงาน (กิโลกรัม)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง 9.8 $m/s^2$

h คือความสูงของจุดถ่ายชิ้นงาน 0.15 เมตร,

$V_i$ คือ ความเร็วต้น (สายพานที่ 2),

$V_f$ คือ ความเร็วปลาย (ชิ้นงานถึงสายพานที่ 3)

5. หา $S_2$ = ระยะทางของชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ได้จากสมการที่ 3.14

$$S_2 = V_2 T_2 \quad (3.14)$$

6. หา $X_2$ = ระยะห่างของชิ้นงาน, ให้ W = ความกว้างของชิ้นงาน ได้จากสมการที่ 3.16

$$X_2 = S_2 - (W/2 + W/2) \quad (3.15)$$

$$X_2 = S_2 - W \quad (3.16)$$

7. ให้ $S_1$ = ความกว้างชิ้นงาน (W) + ระยะห่างเริ่มต้น ($X_1$) โดย $X_1$ ได้จากการป้อนค่าด้วยเงื่อนไข $T_{แถว}$ ไม่เกิน 18 วินาทีต่อแถวและ $S_{แถว}$ ไม่เกิน 1.2 เมตร คำนวณจำนวนชิ้นงานต่อแถวจากสมการที่ 3.17

$$\text{จำนวนชิ้นงาน} = 1.2 / S_1 \tag{3.17}$$

โดยที่ $T_{แถว}$ = เวลาของแถวชิ้นงานบนสายพานที่ 1

$S_{แถว}$ = ความยาวของแถวชิ้นงานบนสายพานที่ 1

8. หา $T_{แถว}$ ไม่เกิน 18 วินาทีต่อแถวเพื่อให้แถวชิ้นงานต่อไปไม่ลงมาซ้อนกันบนสายพานที่ 1 จากสมการที่ 3.18

$$T_{แถว} = T_2 \times \text{จำนวนชิ้นงาน} \tag{3.18}$$

9. หา $S_{แถว}$ ไม่เกิน 1.2 เมตร หากมีค่าใกล้เคียง 1.2 เมตร ก็วางจำนวนชิ้นงานต่อแถวได้มาก จากสมการที่ 3.19

$$S_{แถว} = V_1 T_{แถว} \tag{3.19}$$

### 3.4.3 การนำสูตรคำนวณไปใช้งานจริง

การเปรียบเทียบสูตรคำนวณและการทำงานจริง โดยนำชิ้นงาน 6 ชิ้นของแต่ละรุ่นตัวอย่าง มาวางบนสายพานที่ 1 ด้วยระยะห่างเริ่มต้น ($X_{1\ ตาราง}$) ดังรูปที่ 36

**รูปที่ 36** วางแถวชิ้นงานบนสายพานที่ 1 ด้วย $X_{1\ ตาราง}$

จากการป้อนค่าด้วยการกำหนดให้ $T_{แถว}$ และ $S_{แถว}$ มีค่าไม่เกิน 18 วินาทีต่อแถวและ 1.2 เมตร ตามลำดับ แล้วให้ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 2 ดังรูปที่ 37

**รูปที่ 37** ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 2

ปล่อยแถวชิ้นงานเคลื่อนที่ลงสายพานที่ 3 วัดระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ วัดจริง}$) จำนวน 5 ข้อมูล/ครั้ง แล้ววางชิ้นงานใหม่ วัดซ้ำ 3 ครั้งแต่ละรุ่น วิเคราะห์ผลจากค่าเฉลี่ย $X_{3\ วัดจริง}$ และ $X_{3\ ตาราง}$ ดังรูปที่ 38

**รูปที่ 38** ชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าสายพานที่ 3

# บทที่ 4
# อภิปรายผล

จากปัญหาชิ้นงานบิ่น พบว่า 89 % มาจาก 3 สาเหตุ คือ ลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น, ชิ้นงานตกพื้นและ ชิ้นงานหล่นจากสายพาน ซึ่งได้แก้ไขปัญหาและติดตามผลการแก้ไขดังนี้

## 4.1 การปรับปรุงสาเหตุลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น

4.1.1 ได้ติดภาพมาตรฐานกำหนดการซ้อนจำนวนลังชิ้นงานในพื้นที่ทำงาน โดยไม่วางลังชิ้นงานซ้อนกันเกิน 4 ลัง ยกเว้นใกล้ครบรุ่นผลิตซ้อน 5 ลังได้

**รูปที่ 39** ภาพมาตรฐานกำหนดการซ้อนลังชิ้นงาน

**รูปที่ 40** การซ้อนจำนวนลังชิ้นงานที่กำหนด

4.1.2 การปรับพื้นผิวพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบเสมอ สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายรถเข็น

**รูปที่ 41** ปรับพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบ

**4.2 การปรับปรุงสาเหตุชิ้นงานตกพื้น**

4.2.1 ติดภาพมาตรฐานในพื้นที่ปฏิบัติงาน กำหนดให้หยิบชิ้นงานไม่เกิน 4 ชิ้นต่อครั้ง

**รูปที่ 42** ภาพมาตรฐานกำหนดการหยิบชิ้นงาน

4.2.2 ติดภาพมาตรฐานในพื้นที่ปฏิบัติงาน กำหนดให้เรียงชิ้นงานบนถาดไม้ไม่เกินเส้นที่กำหนด

**รูปที่ 43** ภาพมาตรฐาน กำหนดการวางชิ้นงานบนถาดไม้

**รูปที่ 44** การวางชิ้นงานบนถาดไม้ในเส้นที่กำหนด

## 4.3 การปรับปรุงชิ้นงานหล่นจากสายพาน

หลังการทดลองและเก็บผลในวิธีการปรับปรุงสาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพานแล้วทั้ง 10 รุ่น ชิ้นงานตัวอย่างบนสายพานยิงรหัสผลิต 3 สายพาน จึงสรุปผลได้ตารางสูตรดังตารางที่ 5 ดังนี้

**ตารางที่ 4** ตารางสูตรของชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 10 รุ่น โดยเรียงความยาวชิ้นงานจากมากไปน้อย

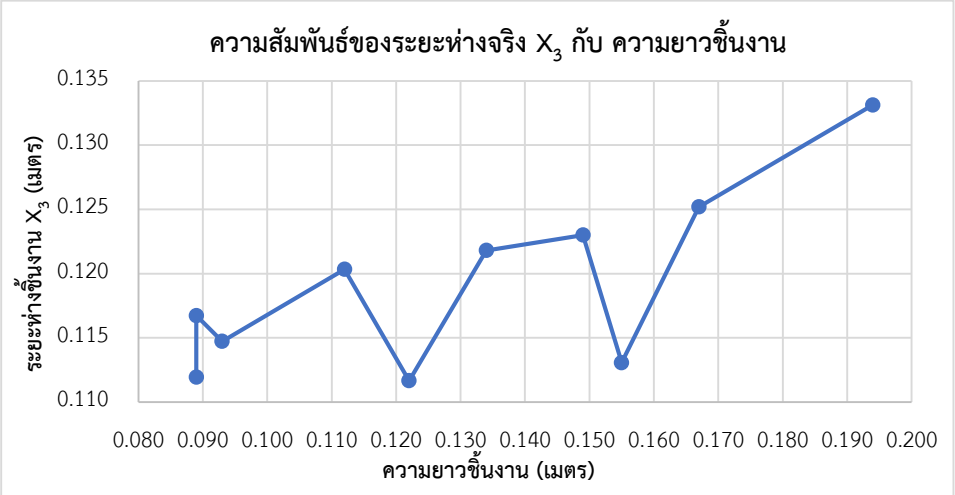
| รุ่น | ความยาว | ความกว้าง | $X_3$ | $S_3$ | $T_3$ | $T_{ลาดชัน}$ | $T_2$ | $S_2$ | $X_2$ | $X_1$* | $S_1$ | จำนวนชิ้นงาน / แถว | $T_{แถว}$ | $S_{แถว}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.194 | 0.068 | 0.136 | 0.330 | 1.22 | 0.07 | 1.29 | 0.248 | 0.180 | 0.055 | 0.123 | 9 | 11.58 | 1.182 |
| 143 | 0.167 | 0.054 | 0.121 | 0.288 | 1.07 | 0.07 | 1.13 | 0.219 | 0.165 | 0.055 | 0.109 | 10 | 11.34 | 1.157 |
| 207 | 0.155 | 0.051 | 0.114 | 0.269 | 1.00 | 0.07 | 1.06 | 0.205 | 0.154 | 0.050 | 0.101 | 11 | 11.70 | 1.193 |
| 171 | 0.149 | 0.061 | 0.114 | 0.263 | 0.98 | 0.07 | 1.04 | 0.201 | 0.140 | 0.040 | 0.101 | 11 | 11.45 | 1.168 |
| 226 | 0.134 | 0.077 | 0.107 | 0.241 | 0.89 | 0.07 | 0.96 | 0.185 | 0.108 | 0.020 | 0.097 | 12 | 11.51 | 1.174 |
| 178 | 0.122 | 0.049 | 0.093 | 0.215 | 0.80 | 0.07 | 0.86 | 0.166 | 0.117 | 0.040 | 0.089 | 13 | 11.20 | 1.143 |
| 174 | 0.112 | 0.046 | 0.100 | 0.212 | 0.79 | 0.07 | 0.85 | 0.164 | 0.118 | 0.040 | 0.086 | 13 | 11.07 | 1.129 |
| 191 | 0.093 | 0.038 | 0.093 | 0.186 | 0.69 | 0.07 | 0.75 | 0.146 | 0.108 | 0.040 | 0.078 | 15 | 11.32 | 1.154 |
| 99 | 0.089 | 0.047 | 0.100 | 0.189 | 0.70 | 0.07 | 0.77 | 0.148 | 0.101 | 0.030 | 0.077 | 15 | 11.49 | 1.172 |
| 420 | 0.089 | 0.037 | 0.100 | 0.189 | 0.70 | 0.07 | 0.77 | 0.148 | 0.111 | 0.040 | 0.077 | 15 | 11.49 | 1.172 |

* ช่องสีเหลืองแสดงตัวแปรต้นที่ป้อนค่าเอง

จากตารางที่ 4 ได้ผลลัพธ์ คือ จำนวนชิ้นงานต่อแถวและระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_1$) ที่จะเอาไปใช้ทำงานจริง ได้จากการป้อนตัวแปรลงในตารางสูตร คือ ความยาว, ความกว้างชิ้นงาน และระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_1$) ที่มีค่าแตกต่างกันแต่ละรุ่น ทำให้มีจำนวนชิ้นงานต่อแถวมากหรือน้อย

### 4.3.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

#### 4.3.1.1 ระยะห่าง $X_3$ และความยาวชิ้นงาน




**รูปที่ 45** กราฟความสัมพันธ์ของระยะห่างจริง $X_3$ กับความยาวชิ้นงาน

จากรูปที่ 45 เรียงความยาวชิ้นงานจากน้อยไปมาก พบว่า ความยาวชิ้นงานช่วง 0.089 - 0.155 เมตร เป็นกลุ่มขนาดชิ้นงานที่มีระยะห่าง $X_3$ ใกล้เคียงกัน และความยาวชิ้นงานช่วง 0.167 - 0.194 เมตร เป็นกลุ่มชิ้นงานที่มีระยะห่างเพิ่มขึ้นตามความยาวชิ้นงาน

#### 4.3.1.2 %ความคลาดเคลื่อนของระยะห่าง $X_3$

หาได้จาก $(X_{วัดจริง} - X_{ตาราง}) * 100 / X_{วัดจริง}$

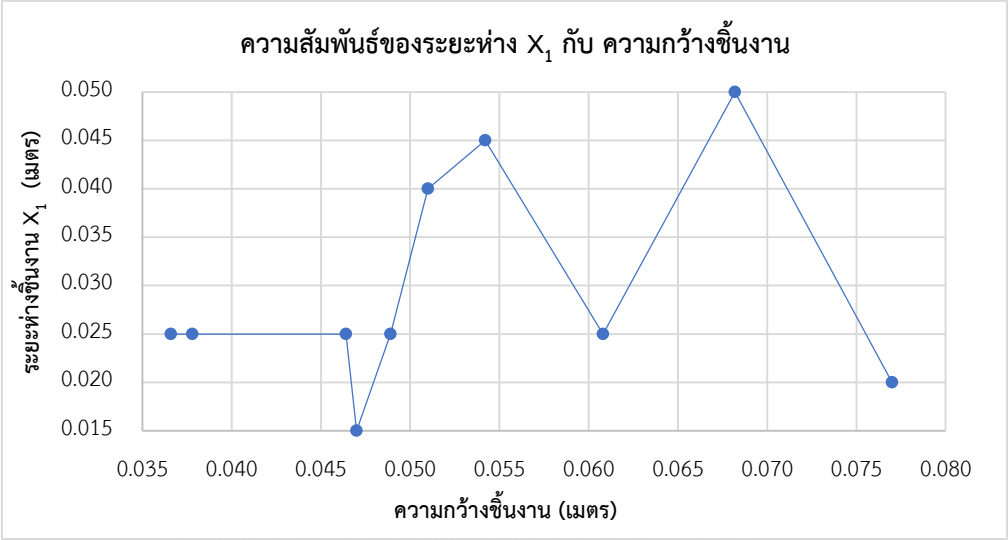
**ตารางที่ 5** แสดงค่า $X_3$ ของการวัดจริงกับตารางสูตร

| รุ่น | $X_{วัดจริง}$ | $X_{ตาราง}$ | % ความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|
| 342 | 0.133 | 0.136 | -2% |
| 143 | 0.125 | 0.121 | 3% |
| 207 | 0.113 | 0.114 | -1% |
| 171 | 0.123 | 0.114 | 7% |
| 226 | 0.122 | 0.107 | 12% |
| 178 | 0.112 | 0.093 | 17% |
| 174 | 0.120 | 0.100 | 17% |
| 191 | 0.115 | 0.093 | 19% |
| 99 | 0.117 | 0.100 | 14% |
| 420 | 0.112 | 0.100 | 11% |

จากตารางที่ 5 เมื่อนำจำนวนชิ้นงาน 6 ชิ้นต่อรุ่นและระยะห่างเริ่มต้นของรุ่นนั้นจากตารางสูตร นำค่าไปใช้งานจริงโดยเรียงแถวชิ้นงานบนสายพานที่ 1 แล้วเคลื่อนแถวชิ้นงานลงสายพานที่ 3 แล้ววัดระยะห่างชิ้นงานจริง $X_{3\ วัดจริง}$ จะเห็นว่า รุ่น 207, 143 และ 342 เป็นกลุ่มความยาวชิ้นงานตั้งแต่ 0.149 – 0.194 เมตร มี %ความคลาดเคลื่อน ตั้งแต่ -1% ถึง 3% แสดงว่า

การใช้ตารางสูตรในการทำงานจริง มีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาแถวชิ้นงานซ้อนกันได้มากกว่ากลุ่มความยาวชิ้นงานตั้งแต่ 0.089 – 0.149 เมตร ที่มี %ความคลาดเคลื่อนสูงกว่า เมื่อค่า $X_{ตาราง}$ ที่ได้จากตารางสูตรเป็นค่าอย่างต่ำแล้ว $X_{วัดจริง} > X_{ตาราง}$ โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $X_{3\ วัดจริง}$ เปิดได้จากภาคผนวก

#### 4.3.1.3 ระยะห่าง $X_1$ และความกว้างชิ้นงาน




**รูปที่ 46** กราฟแสดง $X_1$ กับความกว้างชิ้นงาน

จากรูปที่ 46 เรียงความกว้างชิ้นงานจากน้อยไปมาก จะเห็นว่า ระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_{1\ ตาราง}$) มีข้อมูลที่แกว่งไปมา จึงไม่สัมพันธ์กับความกว้างชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเวลาของชิ้นงานในสายพานที่ 2 ($T_2$) ขึ้นกับความยาวชิ้นงาน เป็นตัวแปรคำนวณให้ $T_{แถว}$ และ $S_{แถว}$ โดยมีค่าไม่เกิน 12.6 วินาทีและ 0.84 เมตร ตามลำดับ การป้อนระยะห่างชิ้นงานเริ่มต้น ($X_{1\ ตาราง}$) มีค่ามากหรือน้อยจะส่งผลต่อจำนวนชิ้นงานต่อแถวและกำลังการผลิต

### 4.3.2 สรุปผลการทดลอง

กำหนดตั้งค่าความเร็วสายพานที่ 1 = 0.102 m/s, ความเร็วสายพานที่ 2= 0.193 m/s และความเร็วสายพานที่ 3 = 0.27 m/s จะได้ผลสรุปดังนี้

**ตารางที่ 6** แสดงขนาดชิ้นงานตัวอย่าง ระยะห่างเริ่มต้นและจำนวนชิ้นงานต่อแถว

| รุ่น | ความยาว (เมตร) | ความกว้าง (เมตร)* | $X_1$ (เมตร)* | จำนวนชิ้นงาน / แถว |
|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.194 | 0.068 | 0.055 | 9 |
| 143 | 0.167 | 0.054 | 0.055 | 10 |
| 207 | 0.155 | 0.051 | 0.050 | 11 |
| 171 | 0.149 | 0.061 | 0.040 | 11 |
| 226 | 0.134 | 0.077 | 0.020 | 12 |
| 178 | 0.122 | 0.049 | 0.040 | 13 |
| 174 | 0.112 | 0.046 | 0.040 | 13 |
| 191 | 0.093 | 0.038 | 0.040 | 15 |
| 99 | 0.089 | 0.047 | 0.030 | 15 |
| 420 | 0.089 | 0.037 | 0.040 | 15 |

* ช่องสีเหลืองแสดงตัวแปรต้นที่ป้อนค่าเอง

จากตารางที่ 6 การใช้ตารางสูตรกับรุ่นอื่นๆ สามารถนำความยาวชิ้นงานรุ่นนั้นมาเทียบเคียงกับความยาวของรุ่นชิ้นงานตัวอย่าง แล้วป้อนค่าความกว้างและระยะห่างเริ่มต้น ($X_1$) ลงในตารางสูตร เพื่อคำนวณได้จำนวนชิ้นงานต่อแถวและระยะห่างเริ่มต้น ($X_1$) อีกทั้งการศึกษานี้ได้การเก็บข้อมูลระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 4 ไว้แล้ว สามารถต่อยอดการปรับปรุงสายพานได้ในอนาคต เพื่อลดขั้นตอนจัดเรียงชิ้นงานได้ต่อไป

### 4.3.3 เปรียบเทียบการผลิตปัจจุบัน

ปัจจุบันการวางชิ้นงานในพ่นสี-อบสี จะวางความยาวแถวชิ้นงานไม่เกิน 1 ม. และมีวิธีการวางจำนวนชิ้นงานต่อแถวแบ่งตามความกว้างของชิ้นงาน ซึ่งในการศึกษานี้ได้เพิ่มความยาวแถวชิ้นงานเป็น 1.2 ม. ซึ่งจะเปรียบเทียบกำลังผลิตที่เปลี่ยนแปลงกับของเดิมได้ดังตารางที่ 7

**ตารางที่ 7** เปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อแถว แบบเดิมและแบบใหม่ เรียงความกว้างชิ้นงานจากมากไปน้อย

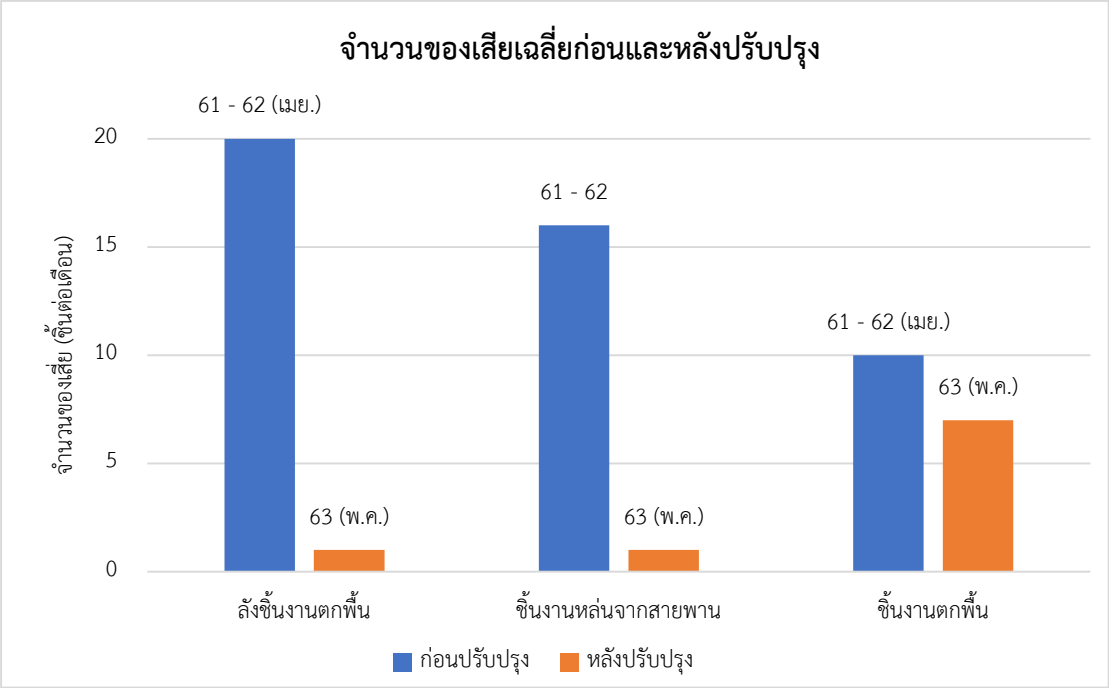
| รุ่น | ความยาว (ม.) | ความกว้าง (ม.) | จำนวนชิ้นงาน/แถว | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | แบบใหม่ (1.2 ม.) | แบบเดิม (1 ม.) | ผลต่าง (ชิ้น) |
| 226 | 0.134 | 0.077 | 12 | 10 | 2 |
| 342 | 0.194 | 0.068 | 9 | 12 | -3 |
| 171 | 0.149 | 0.061 | 11 | 12 | -1 |
| 143 | 0.167 | 0.054 | 10 | 14 | -4 |
| 207 | 0.155 | 0.051 | 11 | 14 | -3 |
| 178 | 0.122 | 0.049 | 13 | 14 | -1 |
| 99 | 0.089 | 0.047 | 15 | 14 | 1 |
| 174 | 0.112 | 0.046 | 13 | 14 | -1 |
| 191 | 0.093 | 0.038 | 15 | 14 | 1 |
| 420 | 0.089 | 0.037 | 15 | 14 | 1 |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | -0.8 |

จากตารางที่ 7 เปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อแถวแบบเดิมและแบบปรับปรุงใหม่ของชิ้นงานตัวอย่าง 10 รุ่น มีจำนวนเฉลี่ยลดลง 0.8 หรือประมาณ 1 ชิ้น

# บทที่ 5
# สรุปผล

จากการแนวทางปรับปรุงเพื่อลดของเสียของชิ้นงานบิ่น จาก 3 สาเหตุ คือ ลังชิ้นงานหล่นจากรถเข็น, ชิ้นงานตกพื้นและชิ้นงานหล่นสายพาน ซึ่งได้สรุปผลและติดตามผลหลังการปรับปรุงจากรายงานของเสีย ดังนี้

## 5.1 ติดตามผลหลังการปรับปรุง




**รูปที่ 47** จำนวนของเสียเฉลี่ยก่อนและหลังปรับปรุง

กราฟแท่งสีฟ้าคือระยะเวลาข้อมูลของเสียก่อนปรับปรุงของแต่ละสาเหตุ ซึ่งสาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพาน เมื่อทราบช่วงที่ปรับปรุงสายพานช่วง ม.ค. 63 จึงได้เก็บข้อมูลเพิ่มเติมจน ธ.ค. 62 และกราฟแท่งส้ม คือ ระยะเวลาข้อมูลของเสียหลังจากปรับปรุงไปแล้วของแต่ละสาเหตุ โดยจะสรุปผลของแต่ละสาเหตุดังนี้

**5.1.1 สาเหตุลังชิ้นงานตกพื้น**

ระยะเวลาก่อนปรับปรุงตั้งแต่ 2561 – 2562 (เมย.) มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 20 ชิ้นต่อเดือน หลังการปรับปรุงเก็บข้อมูลตั้งแต่ 2562 (พ.ค.) ถึง 2563 (พ.ค.) มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 1 ชิ้นต่อเดือน

มูลค่าของเสียคิดเป็น 800 บาทต่อชุด โดยมี 1 ชุด มี 4 ชิ้นงาน แล้วเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงดังนี้

มูลค่าของเสียเฉลี่ยก่อนปรับปรุง 5 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 4,000 บาทต่อเดือน

มูลค่าของเสียเฉลี่ยหลังปรับปรุง 1 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 800 บาทต่อเดือน

ดังนั้นมีรายได้หลังการปรับปรุง 3,200 บาทต่อเดือน คิดเป็น 80 %

**5.1.2 สาเหตุชิ้นงานหล่นจากสายพาน**

ระยะเวลาก่อนปรับปรุงตั้งแต่ 2561 – 2562 มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 16 ชิ้นต่อเดือน หลังการปรับปรุงเก็บข้อมูลตั้งแต่ 2563 (ม.ค.-พ.ค.) มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 1 ชิ้นต่อเดือน

มูลค่าของเสียคิดเป็น 800 บาทต่อชุด โดยมี 1 ชุด มี 4 ชิ้นงาน แล้วเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงดังนี้

มูลค่าของเสียเฉลี่ยก่อนปรับปรุง 4 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 3,200 บาทต่อเดือน

มูลค่าของเสียเฉลี่ยหลังปรับปรุง 1 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 800 บาทต่อเดือน

ดังนั้นมีรายได้หลังการปรับปรุง 2,400 บาทต่อเดือน คิดเป็น 75 %

**5.1.3 สาเหตุชิ้นงานตกพื้น**

ระยะเวลาก่อนปรับปรุงตั้งแต่ 2561 – 2562 (เมย.) มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 10 ชิ้นต่อเดือน หลังการปรับปรุงเก็บข้อมูลตั้งแต่ 2562 (พ.ค.) ถึง 2563 (พ.ค.) มีอัตราเกิดของเสียเฉลี่ย 7 ชิ้นต่อเดือน

มูลค่าของเสียคิดเป็น 800 บาทต่อชุด โดยมี 1 ชุด มี 4 ชิ้นงาน แล้วเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงดังนี้

มูลค่าของเสียเฉลี่ยก่อนปรับปรุง 3 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 2,400 บาทต่อเดือน

มูลค่าของเสียเฉลี่ยหลังปรับปรุง 2 ชุดต่อเดือน คิดเป็น 1,600 บาทต่อเดือน

ดังนั้นมีรายได้หลังการปรับปรุง 1,600 บาทต่อเดือน คิดเป็น 66.67 %

## 5.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

หลังจากมีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานไปแล้ว ทั้งการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานและการทำสายพานลำเลียงใหม่ จึงประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาการคืนทุน

### 5.2.1 ระยะเวลาการคืนทุนของการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน

**ตารางที่ 8** แสดงผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายแต่ละปีของการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน

| ปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน | | | |
|---|---|---|---|
| ช่วงเวลา | ค่าใช้จ่าย | ผลตอบแทน | ผลรวม |
| ปีที่ 0 | -84,720 | - | -84,720 |
| ปีที่ 1 | - | 38,400 | 38,400 |
| ปีที่ 2 | - | 38,400 | 38,400 |
| ปีที่ 3 | - | 38,400 | 38,400 |

จากตารางที่ 8 มูลค่าเงินลงทุนของการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน (P) 84,720 บาท และไม่มีค่าใช่จ่ายซ่อมบำรุง โดยบริษัทภายนอกรับผิดชอบค่าดูแลเอง, รายรับหรือผลตอบแทนจากมูลค่าของเสียที่ลดลง (A) 3,200 บาทต่อเดือน หรือ 38,400 บาทต่อปี ดอกเบี้ยลงทุนรายปี (i) 8 % จากการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่เปลี่ยนลงไปตามช่วงเวลา แทนค่าตัวแปรลงในสมการที่ 5.3 โดยการแทนค่า n ในสมการ NPV ใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0

$$0 = \sum Pw \tag{5.1}$$

$$0 = -P + A\left(\frac{P}{A}, i\%, n\right) \tag{5.2}$$

$$0 = -P + A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(i)(1+i)^n}\right] \quad (5.3)$$

แทนค่าตัวแปร $$0 = -84{,}720 + 38{,}400\left[\frac{(1+0.08)^n - 1}{(0.08)(1+0.08)^n}\right] \quad (5.3)$$

แทนค่า n = 2.523 ลงในสมการที่ 5.3

$$0 \neq -84{,}720 + 38{,}400\left[\frac{(1+0.08)^{2.523} - 1}{(0.08)(1+0.08)^{2.523}}\right] \quad (5.4)$$

$$0 \neq -7.519 \quad (5.5)$$

ดังนั้นการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานมีระยะเวลาการคืนทุน 2.5 ปี

### 5.2.2 ระยะเวลาการคืนทุนของการปรับปรุงสายพาน

**ตารางที่ 9** แสดงผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายแต่ละปีของการปรับปรุงสายพาน

| การปรับปรุงสายพาน | | | |
|---|---|---|---|
| ช่วงเวลา | ค่าใช้จ่าย | ผลตอบแทน | ผลรวม |
| ปีที่ 0 | -160,000 | - | -160,000 |
| ปีที่ 1 | -12,459 | 28,800 | 16,341 |
| ปีที่ 2 | -12,459 | 28,800 | 16,341 |
| ปีที่ 3 | -12,459 | 28,800 | 16,341 |
| ปีที่ 4 | -12,459 | 28,800 | 16,341 |
| ปีที่ 5 | -12,459 | 28,800 | 16,341 |
| ปีที่ n | -12,459 | 28,800 | 16,341 |

จากตารางที่ 9 การทำงานเดิมมี 3 สายพานยิงรหัสผลิต มีการใช้งานและซ่อมบำรุงตามแผนอยู่แล้ว ดังนั้นการปรับปรุงสายพานเป็น 4 สายพาน จึงคิดค่าใช้จ่ายรายปีจากสายพานใหม่ 1 สายพานที่เพิ่มขึ้นมาใหม่จากระบบสายพานเดิม

มูลค่าเงินลงทุนของการปรับปรุงสายพานใหม่ 3 สายพาน (P) 160,000 บาท ต้นทุนแปรผันของ 1 สายพานใหม่ (ค่าพลังงาน 1,659 บาทต่อปี, ค่าซ่อมบำรุงมอเตอร์+แผงควบคุม 6,000 บาทต่อปี, ค่าสายพานลำเลียง (Belt) 4000 บาทต่อปี, ค่าลูกปืน 800 บาทต่อปี รวมเป็นเงิน 124,589 บาทต่อปี) รายรับหรือผลตอบแทนจากมูลค่าของเสียที่ลดลง (A) 2,400 บาทต่อเดือน หรือ 28,800 บาทต่อปี ดอกเบี้ยลงทุนรายปี (i) 8 % จากการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่เปลี่ยนลงไปตามช่วงเวลา แทนค่าตัวแปรลงในสมการที่ 5.6 โดยการแทนค่า n ในสมการ NPV ใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0

$$0 = -P + A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(i)(1+i)^n}\right] \tag{5.6}$$

แทนค่าตัวแปร

$$0 = -160{,}000 + 28{,}800\left[\frac{(1+0.08)^n - 1}{(0.08)(1+0.08)^n}\right] \tag{5.7}$$

แทนค่า n = 19.87 ลงในสมการที่ 5.8

$$0 \neq -160{,}000 + 28{,}800\left[\frac{(1+0.08)^{19.87} - 1}{(0.08)(1+0.08)^{19.87}}\right] \tag{5.8}$$

$$0 \neq -2.31 \tag{5.9}$$

ดังนั้นการปรับปรุงสายพานมีระยะเวลาการคืนทุน 19.87 ปี

มูลค่าของเสียที่ลดได้จากรายได้หลังปรับปรุงสายพานลำเลียง ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนคิด 19.87 ปี โดยคิดดอกเบี้ยรายปี 8 % โดยการปรับปรุงนี้มีการลดจำนวนชิ้นงานเฉลี่ย 1 ชิ้นต่อแถวใน 10 รุ่นตัวอย่าง ผลประโยชน์ไม่ได้เด่นชัดเรื่องการเพิ่มกำลังการผลิตและลดค่าใช้จ่าย ในงานวิจัยนี้คิดรายได้จากการลดของเสียในขอบเขตที่ศึกษา ซึ่งความเป็นจริงต้องคำนึงถึงผลประกอบการโดยรวมของบริษัทด้วย

ดังนั้นการปรับปรุงสายพานและปรับระยะห่างชิ้นงานเป็นพัฒนาระบบการทำงานพื้นฐานที่ดี ช่วยให้พนักงานทำงานได้สะดวกมากขึ้น, ลดความเครียดจากการทำงาน หรือเป็นแนวทางสู่การนำเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถทดแทนตำแหน่งงานที่ไม่ก่อเกิดมูลค่าได้ ลดการเกิดงานผิดพลาดจากคน, ลดการหาคนทดแทนที่ไม่ชำนาญงานในกรณีที่คนประจำตำแหน่งลา จึงส่งผลให้งานเกิดความล่าช้า เกิดข้อผิดพลาดซ้ำซ้อน นอกจากนี้สามารถย้ายคนตำแหน่งยิงรหัสผลิตไปทำตำแหน่งอื่นที่ขาดกำลังคนได้ โดยยังคงได้รับผลประโยชน์ของบริษัทเช่นเดิม

การแก้ไขปัญหาในด้านการจัดการ อาศัยการริเริ่มปฏิบัติและลงมือทำเพื่อเรียนรู้สิ่งที่ผิดพลาดนำกลับไปแก้ไขให้เหมาะสมหรือการลองผิดลองถูก (Trail & Error) ซึ่งเป็นต้นแบบการทำนวัตกรรม จนกระทั่งปฏิบัติจริงได้ตอบวัตถุประสงค์ของโครงการ พร้อมกับมีทฤษฎีหรือหลักการใดๆที่สนับสนุนและเพื่อลบล้างข้อผิดพลาดไป ก่อให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจในเทคโนโลยีที่จะนำมาพัฒนาองค์กรได้ และสิ่งที่สำคัญ คือ การวิพากษ์วิจารณ์ของการทำงานจะช่วยทำให้เกิดระบบที่ร่วมมือกันของหน่วยงาน เพื่อพัฒนาผลงานที่ดีอย่างต่อเนื่องและทำให้เกิดผลิตผลอย่างมีประสิทธิภาพ [19]

**5.3 ข้อเสนอแนะ**

5.3.1 ต้นทุนของผลิตภัณฑ์เป็นความลับของบริษัท จึงใช้ราคาขายเฉลี่ยต่อชุดของตลาดการค้า

5.3.2 บริษัทกำลังพัฒนาระบบการตั้งค่าตัวอักษรอัตโนมัติของกระบวนการยิงรหัสผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้จะสนับสนุนการพัฒนาการทำงานให้เป็นกึ่งอัตโนมัติ - อัตโนมัติได้ หรือลดการใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะส่วนบุคคลที่อาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# รายการอ้างอิง


[1] Logistics Basic. (2557). 7 Qc Tools. สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562, สืบค้นจาก https://logisticbasic.blogspot.com/2014/07/7-qc-tools.html.

[2] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES). สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562, สืบค้นจาก https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/WASTES.htm. เอกสาร Quality of work life through productivity.

[3] GREEDISGOODS. (2561). ECRS คืออะไร. สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562, สืบค้นจาก https://greedisgoods.com/ecrs-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD/.

[4] ประจวบ กล่อมจิตร. (2557). เทคนิคการเพิ่มผลผลิตในองค์กร : หลักการและตัวอย่างการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[5] ยุทธ กัยวรรณ์. (2543). การบริหารการผลิต. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.

[6] ไพบูลย์ แย้มเผื่อน. (2548). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การเคลื่อนที่ในแนวตรง. สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562, สืบค้นจาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item/8781-2018-09-20-06-43-41.

[8] สุรีย์รัตน์ พงศ์กิตติทัต. (2555). “การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับเครื่องปรับอากาศภายในรถยนต์”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีวิศวกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[9] ธีระศักดิ์ ทัศนราพันธ์. (2551). “การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตไฟฟ้าและไอน้ำ”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[10] กนกวรรณ ตังรัตนพิทักษ์. (2550). “การลดความสูญเสียของการผลิตลำโพงในโรงงานตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการจัดการงานวิศวกรรม”.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[11] ชายชาญ แต่งผิว. (2554). “การลดความสูญเสียในกระบวนการตัดแบ่งเหล็กแผ่นรีดร้อน : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[12] วุฒิพร ศรีไพโรจน์. (2558). “การปรับปรุงกระบวนการผลิตและกาลังคนต่อสายการผลิตเพื่อลดต้นทุนแรงงาน”.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[13] Saima Akter, Farasat Raiyan Yasmin, Md. Ariful Ferdous (2015). “Implementation of Kaizen for Continuous Improvement of Productivity in Garment Industry in

Bangladesh”. American Academic & Scholarly Research Journal, 7(3), 229-243

[14] Ms.Shubhangi and P. Gurway (2016). "Implementation of Kaizen as a Productivity Improvement Tool in Small Manufacturing Company” . Journal of information, Knowledge and Research in Mechanical Engineering, 4(1), 760-771.

[15] Rosnah M.Y. and Othman A. (2012), "Lean Manufacturing Implementation in a Plastic Molding Industry" . Master Thesis, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering, University Putra Malaysia, Serdang, Malaysia.

[16] สุรสิทธิ์ มูลทองชุน และ นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร. (2558). "การเพิ่มผลิตภาพการผลิตเครื่องจ่ายเครื่องดื่ม". 6-7 สิงหาคม 2558. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ กรุงเทพฯ. 404-409.

[17] นัทรมย์ ศรีรัตนพันธ์ และ ณฐา คุปตัษเฐียร. (2558). "การออกแบบอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน และระบบป้องกันความผิดพลาด เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตโฟมเบาะรถยนต์ กรณีศึกษา : โรงงานตัวอย่าง". 6-7 สิงหาคม 2558. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ กรุงเทพฯ. 366-377.

[18] สุชาติ สุภาพ. (2561). ฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ : SCIENCE PUBLISHING.

[19] โชคชัย สุทธาเวศ. (2556). “นวัตกรรม: ข้อพิจารณาเชิงศาสตร์กับองค์การและการบริหารนวัตกรรมในประเทศไทย”. สถาบันทรัพยากรมนุษย์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 8(2), 52-77.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## ข้อมูลของการทดลองระยะห่างชิ้นงานบนสายพาน

1. ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 1 ที่จำลองความเร็วสายพานที่ 3 ได้ค่า $X_{3\ ตาราง}$

**ตารางที่ 10** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ ตาราง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 1 ($X_{3\ ตาราง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.091 | 0.089 | 0.085 | 0.098 | 0.008 |
| | 0.088 | 0.060 | 0.090 | | |
| | 0.086 | 0.086 | 0.082 | | |
| | 0.079 | 0.090 | 0.084 | | |
| | 0.087 | 0.086 | 0.089 | | |
| 143 | 0.086 | 0.089 | 0.091 | 0.086 | 0.004 |
| | 0.088 | 0.075 | 0.081 | | |
| | 0.082 | 0.089 | 0.090 | | |
| | 0.086 | 0.084 | 0.086 | | |
| | 0.087 | 0.084 | 0.088 | | |
| 207 | 0.082 | 0.091 | 0.087 | 0.084 | 0.005 |
| | 0.083 | 0.083 | 0.084 | | |
| | 0.089 | 0.083 | 0.075 | | |
| | 0.075 | 0.082 | 0.083 | | |
| | 0.089 | 0.085 | 0.089 | | |
| 171 | 0.089 | 0.069 | 0.085 | 0.082 | 0.010 |
| | 0.079 | 0.086 | 0.071 | | |
| | 0.096 | 0.077 | 0.078 | | |
| | 0.071 | 0.087 | 0.068 | | |
| | 0.095 | 0.074 | 0.098 | | |
| 226 | 0.079 | 0.090 | 0.083 | 0.083 | 0.005 |
| | 0.081 | 0.080 | 0.094 | | |
| | 0.087 | 0.083 | 0.075 | | |
| | 0.083 | 0.081 | 0.085 | | |
| | 0.081 | 0.086 | 0.084 | | |

**ตารางที่ 10 (ต่อ)** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ ตาราง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 1 ($X_{3\ ตาราง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 178 | 0.046 | 0.052 | 0.065 | 0.071 | 0.014 |
| | 0.094 | 0.076 | 0.058 | | |
| | 0.064 | 0.067 | 0.075 | | |
| | 0.050 | 0.051 | 0.051 | | |
| | 0.084 | 0.064 | 0.065 | | |
| 174 | 0.077 | 0.097 | 0.087 | 0.089 | 0.009 |
| | 0.092 | 0.100 | 0.081 | | |
| | 0.092 | 0.094 | 0.094 | | |
| | 0.070 | 0.100 | 0.091 | | |
| | 0.086 | 0.091 | 0.082 | | |
| 191 | 0.085 | 0.087 | 0.067 | 0.074 | 0.016 |
| | 0.069 | 0.083 | 0.089 | | |
| | 0.065 | 0.051 | 0.064 | | |
| | 0.102 | 0.094 | 0.056 | | |
| | 0.054 | 0.062 | 0.079 | | |
| 99 | 0.075 | 0.075 | 0.077 | 0.075 | 0.004 |
| | 0.076 | 0.077 | 0.070 | | |
| | 0.074 | 0.069 | 0.077 | | |
| | 0.077 | 0.077 | 0.069 | | |
| | 0.068 | 0.079 | 0.084 | | |
| 420 | 0.097 | 0.079 | 0.070 | 0.075 | 0.012 |
| | 0.080 | 0.092 | 0.081 | | |
| | 0.046 | 0.075 | 0.069 | | |
| | 0.076 | 0.063 | 0.081 | | |
| | 0.076 | 0.065 | 0.075 | | |

2. ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ที่จำลองความเร็วสายพานที่ 4 ได้ค่า $X_4 > 0.005$ เมตร

**ตารางที่ 11** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_4$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($X_4$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.007 | 0.050 | 0.005 | 0.014 | 0.011 |
| | 0.009 | 0.010 | 0.010 | | |
| | 0.005 | 0.005 | 0.005 | | |
| | 0.009 | 0.005 | 0.008 | | |
| | 0.005 | 0.008 | 0.004 | | |
| 143 | 0.007 | 0.005 | 0.008 | 0.010 | 0.001 |
| | 0.006 | 0.005 | 0.006 | | |
| | 0.006 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.007 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.007 | 0.006 | 0.006 | | |
| 207 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.009 | 0.001 |
| | 0.006 | 0.005 | 0.007 | | |
| | 0.007 | 0.005 | 0.010 | | |
| | 0.007 | 0.006 | 0.005 | | |
| | 0.006 | 0.007 | 0.008 | | |
| 171 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.012 | 0.001 |
| | 0.009 | 0.010 | 0.008 | | |
| | 0.008 | 0.008 | 0.009 | | |
| | 0.010 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.009 | 0.005 | 0.009 | | |
| 226 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.014 | 0.001 |
| | 0.011 | 0.012 | 0.011 | | |
| | 0.010 | 0.009 | 0.010 | | |
| | 0.009 | 0.010 | 0.010 | | |
| | 0.010 | 0.010 | 0.009 | | |

**ตารางที่ 11 (ต่อ)** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_4$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($X_4$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 178 | 0.010 | 0.010 | 0.006 | 0.011 | 0.002 |
| | 0.009 | 0.010 | 0.010 | | |
| | 0.009 | 0.006 | 0.004 | | |
| | 0.011 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.008 | 0.004 | 0.005 | | |
| 174 | 0.010 | 0.010 | 0.003 | 0.016 | 0.019 |
| | 0.005 | 0.010 | 0.007 | | |
| | 0.005 | 0.080 | 0.005 | | |
| | 0.005 | 0.005 | 0.010 | | |
| | 0.005 | 0.005 | 0.006 | | |
| 191 | 0.005 | 0.009 | 0.010 | 0.014 | 0.011 |
| | 0.009 | 0.007 | 0.050 | | |
| | 0.006 | 0.006 | 0.007 | | |
| | 0.005 | 0.007 | 0.008 | | |
| | 0.005 | 0.005 | 0.005 | | |
| 99 | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.011 | 0.001 |
| | 0.008 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.009 | 0.009 | 0.008 | | |
| | 0.008 | 0.006 | 0.008 | | |
| | 0.008 | 0.009 | 0.007 | | |
| 420 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.012 | 0.002 |
| | 0.005 | 0.011 | 0.009 | | |
| | 0.008 | 0.005 | 0.009 | | |
| | 0.008 | 0.008 | 0.008 | | |
| | 0.008 | 0.008 | 0.007 | | |

3. ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($X_{2\ วัดจริง}$)

**ตารางที่ 12** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{2\ วัดจริง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($X_{2\ วัดจริง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.164 | 0.163 | 0.166 | 0.165 | 0.003 |
| | 0.167 | 0.172 | 0.164 | | |
| | 0.165 | 0.166 | 0.164 | | |
| | 0.165 | 0.164 | 0.166 | | |
| | 0.161 | 0.160 | 0.167 | | |
| 143 | 0.154 | 0.158 | 0.154 | 0.153 | 0.002 |
| | 0.154 | 0.153 | 0.150 | | |
| | 0.152 | 0.155 | 0.154 | | |
| | 0.156 | 0.149 | 0.156 | | |
| | 0.153 | 0.150 | 0.152 | | |
| 207 | 0.141 | 0.143 | 0.144 | 0.140 | 0.003 |
| | 0.140 | 0.144 | 0.142 | | |
| | 0.137 | 0.140 | 0.139 | | |
| | 0.141 | 0.137 | 0.136 | | |
| | 0.142 | 0.137 | 0.143 | | |
| 171 | 0.133 | 0.132 | 0.128 | 0.130 | 0.003 |
| | 0.133 | 0.132 | 0.130 | | |
| | 0.135 | 0.129 | 0.129 | | |
| | 0.133 | 0.126 | 0.131 | | |
| | 0.131 | 0.124 | 0.130 | | |
| 226 | 0.095 | 0.104 | 0.108 | 0.107 | 0.005 |
| | 0.117 | 0.110 | 0.109 | | |
| | 0.103 | 0.110 | 0.105 | | |
| | 0.110 | 0.107 | 0.113 | | |
| | 0.099 | 0.107 | 0.110 | | |

**ตารางที่ 12 (ต่อ)** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{2\ วัดจริง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 2 ($X_{2\ วัดจริง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 178 | 0.118 | 0.119 | 0.117 | 0.119 | 0.003 |
| | 0.113 | 0.122 | 0.125 | | |
| | 0.117 | 0.117 | 0.117 | | |
| | 0.122 | 0.120 | 0.120 | | |
| | 0.118 | 0.119 | 0.121 | | |
| 174 | 0.119 | 0.124 | 0.120 | 0.119 | 0.003 |
| | 0.123 | 0.119 | 0.119 | | |
| | 0.119 | 0.119 | 0.120 | | |
| | 0.119 | 0.118 | 0.120 | | |
| | 0.120 | 0.111 | 0.115 | | |
| 191 | 0.102 | 0.112 | 0.112 | 0.110 | 0.004 |
| | 0.115 | 0.112 | 0.109 | | |
| | 0.114 | 0.113 | 0.111 | | |
| | 0.110 | 0.111 | 0.103 | | |
| | 0.110 | 0.112 | 0.108 | | |
| 99 | 0.104 | 0.102 | 0.094 | 0.101 | 0.004 |
| | 0.103 | 0.103 | 0.104 | | |
| | 0.100 | 0.107 | 0.102 | | |
| | 0.103 | 0.098 | 0.099 | | |
| | 0.097 | 0.098 | 0.094 | | |
| 420 | 0.113 | 0.106 | 0.112 | 0.111 | 0.004 |
| | 0.112 | 0.110 | 0.107 | | |
| | 0.113 | 0.116 | 0.112 | | |
| | 0.111 | 0.106 | 0.115 | | |
| | 0.115 | 0.105 | 0.112 | | |

4. ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 3 ($X_{3\ วัดจริง}$)

**ตารางที่ 13** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ วัดจริง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 3 ($X_{3\ วัดจริง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 342 | 0.130 | 0.130 | 0.138 | 0.133 | 0.005 |
| | 0.135 | 0.144 | 0.131 | | |
| | 0.135 | 0.130 | 0.129 | | |
| | 0.131 | 0.135 | 0.139 | | |
| | 0.124 | 0.135 | 0.131 | | |
| 143 | 0.124 | 0.135 | 0.134 | 0.125 | 0.011 |
| | 0.145 | 0.115 | 0.122 | | |
| | 0.105 | 0.124 | 0.124 | | |
| | 0.147 | 0.112 | 0.123 | | |
| | 0.127 | 0.118 | 0.123 | | |
| 207 | 0.125 | 0.113 | 0.108 | 0.113 | 0.007 |
| | 0.108 | 0.111 | 0.114 | | |
| | 0.106 | 0.112 | 0.109 | | |
| | 0.113 | 0.109 | 0.113 | | |
| | 0.115 | 0.108 | 0.132 | | |
| 171 | 0.114 | 0.136 | 0.109 | 0.123 | 0.014 |
| | 0.109 | 0.147 | 0.115 | | |
| | 0.146 | 0.112 | 0.131 | | |
| | 0.122 | 0.136 | 0.131 | | |
| | 0.116 | 0.106 | 0.115 | | |
| 226 | 0.106 | 0.120 | 0.130 | 0.122 | 0.011 |
| | 0.119 | 0.119 | 0.131 | | |
| | 0.112 | 0.123 | 0.116 | | |
| | 0.125 | 0.122 | 0.117 | | |
| | 0.105 | 0.140 | 0.142 | | |

**ตารางที่ 13 (ต่อ)** แสดงข้อมูลของระยะห่างชิ้นงาน ($X_{3\ วัดจริง}$)

| รุ่น | ระยะห่างชิ้นงานบนสายพานที่ 3 ($X_{3\ วัดจริง}$) (เมตร) | | | ค่าเฉลี่ย (เมตร) | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 178 | 0.112 | 0.122 | 0.100 | 0.111 | 0.008 |
| | 0.116 | 0.114 | 0.111 | | |
| | 0.110 | 0.120 | 0.100 | | |
| | 0.110 | 0.118 | 0.105 | | |
| | 0.121 | 0.116 | 0.100 | | |
| 174 | 0.118 | 0.112 | 0.126 | 0.120 | 0.006 |
| | 0.124 | 0.118 | 0.122 | | |
| | 0.114 | 0.118 | 0.115 | | |
| | 0.120 | 0.119 | 0.121 | | |
| | 0.135 | 0.124 | 0.119 | | |
| 191 | 0.112 | 0.123 | 0.109 | 0.115 | 0.007 |
| | 0.121 | 0.116 | 0.123 | | |
| | 0.105 | 0.120 | 0.110 | | |
| | 0.106 | 0.120 | 0.114 | | |
| | 0.110 | 0.108 | 0.124 | | |
| 99 | 0.091 | 0.109 | 0.105 | 0.117 | 0.011 |
| | 0.130 | 0.117 | 0.124 | | |
| | 0.124 | 0.132 | 0.115 | | |
| | 0.120 | 0.115 | 0.112 | | |
| | 0.125 | 0.125 | 0.107 | | |
| 420 | 0.105 | 0.109 | 0.119 | 0.112 | 0.015 |
| | 0.105 | 0.120 | 0.095 | | |
| | 0.108 | 0.150 | 0.126 | | |
| | 0.106 | 0.100 | 0.125 | | |
| | 0.109 | 0.089 | 0.113 | | |

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | นาย ศรัณย์ นาคบวรวิจิตร |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 14 กันยายน 2538 |
| **สถานที่เกิด** | กรุงเทพมหานคร |
| **วุฒิการศึกษา** | วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 83/72 ม.3 ถ.บางกรวย-จงถนอม ต.มหาสวัสดิ์ อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130 |

มหาวิทยาลัยศิลปากร