การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์

โดย
นางสาวสุจิตรา บัวผัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์

โดย
นางสาวสุจิตรา บัวผัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE ELECTRONICS INDUSTRY

By

MISS Sujitra BUAPHAN

A 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 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์
โดย	สุจิตรา บัวผัน
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 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)

620920053 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต, การศึกษางาน, แผนภูมิคนและเครื่องจักร, หลักการ ECRS

นางสาว สุจิตรา บัวผัน: การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

การศึกษาค้นคว้างานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำหนดมาตรฐานจำนวนพนักงานที่ใช้ต่อสายการผลิตให้เหมาะสม ส่งผลให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น โดยมุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าจากการทำงานของพนักงานให้น้อยลง ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนแรงงานในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา คือ การผลิตสมาร์ทโฟน ซึ่งการศึกษาค้นคว้างานวิจัยนี้ได้นำหลักการ การศึกษางานและศึกษาเวลาในการทำงาน วิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการทำงานของคนและเครื่องจักร และนำหลักการ ECRS เข้ามาวิเคราะห์และหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการทำงาน จากผลการศึกษาพบว่า กระบวนการที่สนใจในการแก้ปัญหา สามารถปรับปรุงและกำหนดมาตรฐานของจำนวนพนักงานได้โดยพิจารณาจากจำนวนพนักงานเดิมที่ใช้ 38 คนต่อสายการผลิต ลดลงเหลือ 35 คนต่อสายการผลิต ซึ่งคิดเป็น 7.89% ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนแรงงานลงจากประมาณ 2,394,000 บาทต่อเดือน เหลือ 2,205,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 7.89% ซึ่งในการปรับปรุงสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นในระยะยาวได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

620920053 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)
Keyword : Productivity, Work study, Man-Machine Chart, ECRS

MISS SUJITRA BUAPHAN : PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE ELECTRONICS INDUSTRY THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PRACHUAB KLOMJIT

This independent study aims to improve production process and suitably standardize the number of operator of a production line leading to an increment of working efficiency. The reduction of waste from operator work was determined in order to reduce the labor cost. Case of interest was Smartphone manufacturing. This study applied the theories of work study and time study including Man-Machine activity chart and ECRS techniques to analyze and determine the alternative improvement for reducing the waste from work. The results show that the standard number of operators for production line was reduced from 38 to 35 persons/production line or 7.89%. Consequently, the labor cost was reduced from 2,394,000 to 2,205,000 bahts/month, approximately, or 7.89%. The improvement could apply to production of other model in long term.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษางานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนและให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่องของ รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของการศึกษางานวิจัยด้วยการแนะนำหลักการและให้ความรู้ในการทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบรายละเอียดของงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จอย่างสมบูรณ์ และขอขอบคุณคณะกรรมการที่ให้คำแนะนำในการศึกษางานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่แหล่ม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ สำหรับคำแนะนำในการปรับปรุงงานวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน และพนักงานปฏิบัติการฝ่ายผลิตของบริษัทกรณีศึกษา และให้ความช่วยเหลือในการปรับปรุงสายการผลิต เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่สนับสนุนและให้กำลังใจในทุก ๆ เรื่องเป็นอย่างดี ผู้วิจัยหวังว่าการศึกษาค้นคว้างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา หรือกระบวนการผลิตเพิ่มเติมต่อไป

สุจิตรา บัวผัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง 10
สารบัญภาพ 15
บทที่ 1 17
บทนำ 17
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 17
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 20
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 20
1.4 วิธีการดำเนินงาน 20
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 21
บทที่ 2 22
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 22
2.1 ระบบการผลิต (Production system) 22
2.2 อัตราผลผลิต (Productivity) 23
2.3 การศึกษางาน (Work Study) 26
2.4 ความสูญเปล่าในการผลิต 37
2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) 39
2.6 การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม 43

2.7 การยศาสตร์ (Ergonomics) 46
2.8 หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว (Motion Economy) 48
2.9 แนวคิดแบบลีน (Lean) 52
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 61
บทที่ 3 64
วิธีดำเนินการวิจัย 64
3.1 ข้อมูลทั่วไปของสายการผลิต 64
3.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิต 65
3.3 การศึกษาการทำงาน 87
3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสายการผลิต 92
บทที่ 4 112
ผลการดำเนินการวิจัย 112
4.1 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4 ... 113
4.2 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14 122
4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน T6 และ T7 134
บทที่ 5 140
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 140
5.1 ผลจากการดำเนินงานหลังจากปรับปรุงสายการผลิต 140
5.2 มาตรฐานจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต 142
5.3 เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องจักร 144
5.4 การลดต้นทุนการผลิตในส่วนค่าใช้จ่ายของพนักงาน 145
5.5 ข้อเสนอแนะ 146
รายการอ้างอิง 147

ประวัติผู้เขียน 150

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างตารางใบบันทึกการจับเวลา 33

ตารางที่ 2 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น 35

ตารางที่ 3 แผนภูมิและกลุ่มของแผนภูมิ 43

ตารางที่ 4 สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัวสำหรับแผนภูมิกระบวนการไหล 44

ตารางที่ 5 ประเภทของการเคลื่อนไหว 51

ตารางที่ 6 ชุดเครื่องมือของลีน 56

ตารางที่ 7 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M1 67

ตารางที่ 8 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M2 68

ตารางที่ 9 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M3 69

ตารางที่ 10 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M4 69

ตารางที่ 11 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M5 70

ตารางที่ 12 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M6 70

ตารางที่ 13 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M7 71

ตารางที่ 14 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M8 71

ตารางที่ 15 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M9 72

ตารางที่ 16 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M10 72

ตารางที่ 17 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M11 73

ตารางที่ 18 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M12 74

ตารางที่ 19 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M13 74

ตารางที่ 20 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M14 75

ตารางที่ 21 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M15 75

ตารางที่ 22 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M16 76
ตารางที่ 23 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M17 76
ตารางที่ 24 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M18 77
ตารางที่ 25 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S1..... 77
ตารางที่ 26 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S2..... 78
ตารางที่ 27 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S3..... 78
ตารางที่ 28 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S4..... 79
ตารางที่ 29 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S5..... 79
ตารางที่ 30 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S6..... 80
ตารางที่ 31 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S7..... 80
ตารางที่ 32 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S8..... 81
ตารางที่ 33 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S9..... 82
ตารางที่ 34 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T1..... 82
ตารางที่ 35 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T2..... 83
ตารางที่ 36 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T3..... 83
ตารางที่ 37 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T4..... 84
ตารางที่ 38 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T5..... 84
ตารางที่ 39 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T6..... 84
ตารางที่ 40 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T7..... 85
ตารางที่ 41 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T8..... 86
ตารางที่ 42 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T9..... 86
ตารางที่ 43 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T10 87
ตารางที่ 44 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงาน 89

ตารางที่ 45 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น 90
ตารางที่ 46 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสม (N) ของแต่ละสถานีงาน 91
ตารางที่ 47 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M5 93
ตารางที่ 48 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M6 93
ตารางที่ 49 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M7 94
ตารางที่ 50 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S3 94
ตารางที่ 51 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S4 94
ตารางที่ 52 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M9 94
ตารางที่ 53 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M10 95
ตารางที่ 54 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M11 95
ตารางที่ 55 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M12 95
ตารางที่ 56 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M13 96
ตารางที่ 57 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M14 96
ตารางที่ 58 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T6 96
ตารางที่ 59 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T7 97
ตารางที่ 60 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M5 98
ตารางที่ 61 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M6 99
ตารางที่ 62 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M7 100
ตารางที่ 63 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S3 101
ตารางที่ 64 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S4 102
ตารางที่ 65 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M9 103
ตารางที่ 66 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M10 104
ตารางที่ 67 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M11 105

ตารางที่ 68 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M12 106
ตารางที่ 69 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M13 107
ตารางที่ 70 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M14 108
ตารางที่ 71 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการทดสอบของสถานีงาน T6 109
ตารางที่ 72 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการทดสอบของสถานีงาน T7 110
ตารางที่ 73 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M5. 114
ตารางที่ 74 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M5 . 115
ตารางที่ 75 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M6. 115
ตารางที่ 76 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M6 . 116
ตารางที่ 77 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M7. 116
ตารางที่ 78 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M7 . 116
ตารางที่ 79 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน S3.. 117
ตารางที่ 80 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน S3... 117
ตารางที่ 81 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M5 118
ตารางที่ 82 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M6 119
ตารางที่ 83 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M7 120
ตารางที่ 84 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S3..... 121
ตารางที่ 85 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M9. 124
ตารางที่ 86 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M9 . 124
ตารางที่ 87 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M10
..... 125
ตารางที่ 88 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M10125
ตารางที่ 89 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M11
..... 126

ตารางที่ 90 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M11126
ตารางที่ 91 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M13 127
ตารางที่ 92 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M13127
ตารางที่ 93 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M14 128
ตารางที่ 94 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M14128
ตารางที่ 95 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M9 129
ตารางที่ 96 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M10 130
ตารางที่ 97 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M11 131
ตารางที่ 98 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M13 132
ตารางที่ 99 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M14 133
ตารางที่ 100 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการทดสอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน T7 . 136
ตารางที่ 101 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการทดสอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน T7 .. 136
ตารางที่ 102 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน T7 137
ตารางที่ 103 แผนงานการปรับปรุง 138
ตารางที่ 104 การเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานกับรอบเวลาที่ลูกค้าต้องการหลังการปรับปรุง . 141
ตารางที่ 105 เปรียบเทียบจำนวนพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต 143
ตารางที่ 106 เปรียบเทียบเวลาว่างงานของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต 144
ตารางที่ 107 เปรียบเทียบเวลาว่างงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต .. 145
ตารางที่ 108 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายของพนักงานต่อเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง 146

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ยอดจำหน่ายโทรทัศน์และสมาร์ทโฟนไตรมาสที่ 1 17
ภาพที่ 2 ยอดจำหน่ายคาดการณ์โทรทัศน์และสมาร์ทโฟน 18
ภาพที่ 3 จำหน่ายสมาร์ทโฟนไตรมาสที่ 1 19
ภาพที่ 4 องค์ประกอบการศึกษางาน 26
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของการศึกษาการทำงานและวัดผลงาน 27
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภูมิและไดอะแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน 30
ภาพที่ 7 แนวคิดการตั้งคำถามสองระดับขั้น 30
ภาพที่ 8 เวลาเผื่อ (Allowances) 36
ภาพที่ 9 องค์ประกอบของเวลามาตรฐานสำหรับงานทั่วไปที่ทำด้วยมือ 37
ภาพที่ 10 ตัวอย่างแผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart) 45
ภาพที่ 11 ขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานแนวระนาบของผู้ปฏิบัติงาน 50
ภาพที่ 12 ขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานแนวตั้งของผู้ปฏิบัติงาน 50
ภาพที่ 13 แนวคิดผลิตแบบลีน 53
ภาพที่ 14 ส่วนประกอบของลีน 60
ภาพที่ 15 สมาร์ทโฟนระบบ Android ของบริษัทกรณีศึกษา 64
ภาพที่ 16 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process) 65
ภาพที่ 17 กระบวนการผลิตสมาร์ทโฟน 66
ภาพที่ 18 กราฟรอบเวลาผลิตที่วัดได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการผลิต 92
ภาพที่ 19 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบชิ้นส่วน 3 กลุ่มที่สนใจศึกษา 112
ภาพที่ 20 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4 113
ภาพที่ 21 รางลูกกลิ้งเพื่อส่งฐานประกอบชิ้นงาน 114
ภาพที่ 22 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14 122

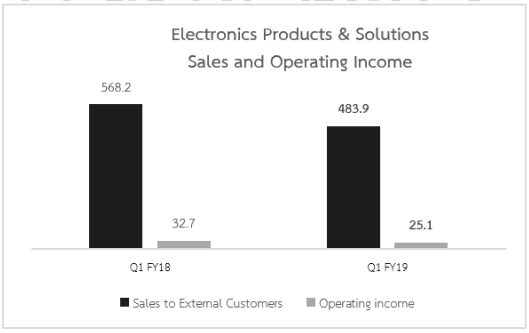
ภาพที่ 23 รวมอุปกรณ์ช่วยในการประกอบ 123
ภาพที่ 24 แผนผังสายการผลิตกระบวนการทดสอบอัตโนมัติสถานีงาน T6 และ T7 134
ภาพที่ 25 รางลูกกลิ้งเพื่อส่งชิ้นงาน..... 135
ภาพที่ 26 ที่วางชิ้นงานระหว่างรอเครื่องจักร 135
ภาพที่ 27 รอบเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง..... 138
ภาพที่ 28 รอบเวลาการทำงานหลังการปรับปรุง 138
ภาพที่ 29 รอบเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง..... 142
ภาพที่ 30 รอบเวลาการทำงานหลังการปรับปรุง 142

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ตลาดธุรกิจ Electronics Products & Solutions (EP&S) นั้น นับวันการแข่งขันจะเริ่มรุนแรงและเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งทางการตลาด ธุรกิจประเภท Electronics Products & Solutions (EP&S) คือการรวมแผนกธุรกิจ Imaging Products & Solutions (ฝ่ายกล้อง), Home Entertainment & Sound (โทรทัศน์และเครื่องเสียง) และ Mobile Communications (โทรศัพท์และอุปกรณ์โทรคมนาคม) โดยธุรกิจ Mobile Communications (โทรศัพท์และอุปกรณ์โทรคมนาคม) เป็นการผลิตสมาร์ทโฟนให้กับลูกค้า ภายใต้เครื่องหมายการค้า แล้วส่งให้กับบริษัทต่าง ๆ ทั้งในเอเชีย ยุโรป และอเมริกา ในส่วนของฝ่าย Electronics Products & Solutions (EP&S) กลุ่มธุรกิจนี้มียอดจำหน่าย 483.9 พันล้านเยน (ประมาณ 137,178.6 ล้านบาท) แสดงในภาพที่ 1 พบว่ายอดจำหน่ายลดลงจากปีที่แล้ว 14.84% และมีกำไรลดลง 23.24% เหลือ 25.1 พันล้านเยน (ประมาณ 7,116.3 ล้านบาท) ซึ่งทางบริษัทกรณีศึกษาระบุว่าหลัก ๆ แล้วมาจากยอดจำหน่ายโทรทัศน์และสมาร์ทโฟนที่ลดลง แสดงในภาพที่ 2 พบว่าบริษัทกรณีศึกษาปรับลดยอดจำหน่ายคาดการณ์ของปีการเงิน 2019 ลงเหลือ 2,160 พันล้านเยน (ประมาณ 612,554.2 ล้านบาท)



Mobile Communications	Q1 FY18	Q1 FY19	Change (Bin Yen)	%Change
Sales to External Customers	568.2	**483.9**	-84.3	-14.84%
Operating income	32.7	**25.1**	-7.6	-23.24%

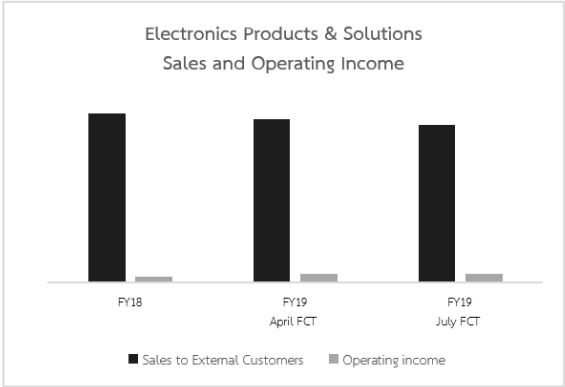
Q1 FY2019 (year-on-year)

Sales: 84.2 bin yen (14.84%) significant decrease

(-) Decrease in unit sales of televisions, smartphones and digital cameras

ภาพที่ 1 ยอดจำหน่ายโทรทัศน์และสมาร์ทโฟนไตรมาสที่ 1

ที่มา: se-update ปี พ.ศ. 2562



Mobile Communications	FY18	FY19 April FCT	FY19 July FCT
Sales to External Customers	2,320.60	2,240	**2,160**
Operating income	76.5	121	**121**

FY2019 Forecast (change from April forecast)

Sales: 84.2 bin yen (14.84%) significant decrease

(-) Lower than expected unit sales of televisions, smartphones and digital cameras

ภาพที่ 2 ยอดจำหน่ายคาดการณ์โทรทัศน์และสมาร์ทโฟน

ที่มา: se-update ปี พ.ศ. 2562

บริษัทกรณีศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร จึงจำเป็นต้องนำเทคนิคการเพิ่มผลผลิตทางอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหานี้ และเป็นที่มาของปัญหาและงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องมาจากยอดจำหน่ายสมาร์ทโฟนที่ลดลง โดยมีผลประกอบการรวมทั้งไตรมาสที่ 1 ของปี 2562 (Y2019 Q1) แสดงในภาพที่ 3 พบว่าบริษัทกรณีศึกษาจำหน่ายสมาร์ทโฟนไปทั้งหมด 9 แสนเครื่อง เนื่องจากสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่เพิ่งได้เริ่มวางจำหน่ายช่วงปลายไตรมาสแล้ว โดยพวกเขาได้ปรับลดยอดจำหน่ายคาดการณ์ของทั้งปีการเงินนี้เหลือเพียง 4 ล้านเครื่อง จากเดิมที่คาดการณ์ไว้เมื่อต้นปีการเงินที่ 5 ล้านเครื่อง จึงจะทำการศึกษาหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการมาเป็นแนวทางในการปรับปรุง

Unit sales of key products (Million units)

Business	FY17	FY18					FY19						
		Q1	Q2	Q3	Q4	FY	Q1	Q2	Q3	Q4	FY	Apr FCT	Jul FCT
PlayStation®4	19.0	3.2	3.9	8.1	2.6	17.8	3.2					16.0	15.0
TVs	12.4	2.6	2.8	3.8	2.1	11.3	2.0					11.0	10.5
Digital cameras	4.4	1.0	0.9	1.1	0.6	3.6	0.8					3.0	3.0
Smartphones	13.5	2.0	1.6	1.8	1.1	6.5	0.9					5.0	4.0

ภาพที่ 3 จำหน่ายสมาร์ทโฟนไตรมาสที่ 1

ที่มา: se-update ปี พ.ศ. 2562

ในการที่จะสามารถตอบสนองความต้องการและสภาวะการแข่งขันของตลาดได้ มีความจำเป็นที่จะต้องลดต้นทุน หรือค่าใช้จ่าย ในกระบวนการทางธุรกิจและกระบวนการผลิต ซึ่งมีความจำเป็นต้องทำการกำจัดความสูญเปล่า โดยทำการกำจัดหรือลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มออกไปจากกระบวนการ และสามารถลดต้นทุนเพื่อสร้างโอกาสในการแข่งขันได้สูงยิ่งขึ้น

ดังนั้นยุทธศาสตร์ด้านสมาร์ทโฟนของบริษัทกรณีศึกษาในตอนนี้จึงเป็นการปรับลดขนาดของธุรกิจลง ถอนตัวจากภูมิภาคที่แข่งขันไม่ไหวอย่างตะวันออกกลาง อเมริกากลาง-ใต้ รวมถึงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และปิดโรงงานผลิตสมาร์ทโฟนในประเทศจีน ปัจจุบันเหลือฐานผลิตในประเทศไทยเพียงที่เดียว โดยบริษัทกรณีศึกษาคาดว่าจะกลับมาทำกำไรจากสมาร์ทโฟนได้ในอีก 2 ปีข้างหน้า หรือปีการเงิน 2020

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมา บริษัทกรณีศึกษามีความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการแก้ไขไว้ดังนี้ เริ่มจากการศึกษาเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอนการทำงาน และกำหนดเป้าหมายการผลิตใหม่ ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อกำหนดมาตรฐานของจำนวนพนักงานในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการออกแบบกระบวนการผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงการทำงานในบางขั้นตอน และกำจัดขั้นตอนที่ไม่มีความจำเป็นออกจากกระบวนการ สามารถทำให้การผลิตเกิดความสมดุลมากที่สุด เพิ่มผลผลิต สร้างมาตรฐาน และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้กับบริษัทกรณีศึกษาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาวิธีการทำงาน (Work Study) ของสายการผลิตสมาร์ทโฟน โดยเทคนิคการวิเคราะห์หน่วยการทำงาน (Work Elements) และการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time)

1.2.2 ปรับปรุงสายการผลิตสมาร์ทโฟนเพื่อเพิ่มผลผลิต นำแนวคิดการผลิตแบบลีนมาใช้ในการจัดการ รวมทั้งลดการสูญเสียในสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ในการวางจำนวนพนักงานของสายการผลิตที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับบริษัทผลิตสมาร์ทโฟนกรณีศึกษานั้น มีการผลิตสมาร์ทโฟนที่มีความหลากหลาย ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตเฉพาะในสายการประกอบของสมาร์ทโฟนเท่านั้น ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process) จนถึงกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ (Test Function) ซึ่งในกรณีศึกษาจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1.3.1 การศึกษาการทำงานและเวลาของการทำงาน เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาในสายการประกอบของสมาร์ทโฟน

1.3.2 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์กระบวนการ ขั้นตอน และวิธีการผลิต เพื่อหาแนวทางลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น เทคนิค ECRS การจัดสมดุลสายการผลิต และกระบวนการผลิตแบบลีน เป็นต้น

1.3.3 ดัชนีวัดความสำเร็จ คือ จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิต (Direct Labor) ที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษากระบวนการผลิตปัจจุบันของสายการประกอบสมาร์ทโฟน

1.4.3 เก็บรวบรวมข้อมูลด้านกระบวนการผลิต ทั้งขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์

1.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล เพื่อหาความสูญเปล่าของพนักงานที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต

1.4.5 วางแผนและกำหนดแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหา ปรับปรุงกระบวนการผลิตและจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต นำไปสู่การลดต้นทุนของบริษัทกรณีศึกษา

- กำหนดรูปแบบการปรับปรุงและขั้นตอนการทำงานในสายการผลิต โดยใช้การวิเคราะห์การทำงานของคน - เครื่องจักร (Man - Machine Chart) เพื่อลดเวลาการรอคอยงานที่มากเกินไป

- ออกแบบและดำเนินปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต โดยมุ่งเน้นการลดเวลาของกระบวนการทำงาน

1.4.6 แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนการ

1.4.7 ประเมินผลการทำงานหลังการแก้ไข และปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการประเมินผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

1.4.8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.4.9 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 อัตราการผลิตของกระบวนการเท่าเดิมกับการใช้ทรัพยากรแรงงานที่ลดลง โดยลดพนักงาน 3 คนต่อสายการผลิต จากเดิม 38 คนต่อสายการผลิต เหลือเพียง 35 คนต่อสายการผลิต

1.5.2 ใช้เป็นต้นแบบเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิต ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์รุ่นอื่น ที่มีกระบวนการผลิตที่คล้ายกันของบริษัทกรณีศึกษาในอนาคต

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบแนวความคิดทางทฤษีและเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยแยกออกเป็นประเด็นดังนี้

2.1 ระบบการผลิต (Production system)

2.2 อัตราผลผลิต (Productivity)

2.3 การศึกษางาน (Work Study)

2.4 ความสูญเปล่าในการผลิต

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2.6 การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม

2.7 การยศาสตร์ (Ergonomics)

2.8 หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว (Motion Economy)

2.9 แนวคิดแบบลีน (Lean)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิต (Production system)

ระบบการผลิต หมายถึง การนำเอาทรัพยากรต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ คน เงิน วัตถุดิบ เครื่องจักร ทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ (Process) ทรัพยากรนั้นให้เป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ (Output) ที่ต้องการในด้านปริมาณ คุณภาพและเวลาตามที่กำหนดไว้ ซึ่งหลังจากที่มีการผลิตก็จะมีข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตเกิดขึ้น เพื่อใช้ในการควบคุมและประเมินผลของการผลิต และนำมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ก็จะต้องมีการปรับปรุงปัจจัยนำเข้า หรือกระบวนการผลิต เพื่อให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งในระบบการผลิตหรือการปฏิบัติการใด ย่อมมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายเกิดขึ้น ซึ่งอยู่เหนือของการควบคุมของผู้บริหาร ซึ่งทำให้ผู้บริหาร

จำเป็นต้องมีแนวทางในการรับมือกับสิ่งนี้ เพื่อให้ระบบการผลิตมีอย่างต่อเนื่องและตอบสนองความต้องการได้ (ณัสญ์ศยา สิทธิโชควโรดม, 2552) ซึ่งระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) *ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง* เป็นการผลิตที่เน้นปริมาณมาก ๆ (Mass Production) ซึ่งเหมาะกับการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งการผลิตแบบต่อเนื่องจะเป็นการทำหน้าที่ซ้ำ ๆ ซึ่งจะให้พนักงานเกิดความชำนาญในกระบวนการผลิตนั้น ๆ

(2) *ระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง* เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นในการผลิต สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลาย โดยจัดการผลิตเป็นกลุ่มๆ เมื่อผลิตชิ้นส่วนนั้น ๆ ก็จะนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.2 อัตราผลผลิต (Productivity)

อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนของหน่วยผลผลิตต่อหน่วยกำลังหรือวัสดุที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต หรืออัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งทรัพยากรที่ใช้รวมถึงที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ และแรงงาน

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้ (Output)}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ (Input)}}$$

2.2.1 การเพิ่มผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงทางด้านโลกาภิวัตน์ โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐกิจได้ส่งผลโครงสร้างของระบบการผลิตและกระจายสินค้า และส่งผลต่อผู้ซื้อในกระบวนการห่วงโซ่อุปทาน แนวคิดการเพิ่มผลผลิตจึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นหลาย ๆ ด้าน ทั้งการลดปัจจัยนำเข้า หรือการลดต้นทุนการผลิต และการวิเคราะห์กระบวนการสร้างคุณค่า เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์และบริการ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในทุก ๆ ด้าน ทำให้ความคาดหวังและความต้องการของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งจากสมการของการคำนวณหาอัตราผลผลิตแล้ว อาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงผลิตภาพคือ การเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์ต่อทรัพยากรที่ใช้ ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุงผลิตภาพ 5 ทางดังนี้

(1) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง
(2) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม
(3) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นแต่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

(4) คงปริมาณผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง

(5) ลดปริมาณผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

2.2.2 การลดต้นทุน

การเพิ่มกำไรให้กับองค์กรนั้นเป็นเป้าหมายหลักที่องค์กรต้องการมากที่สุด แต่การเพิ่มผลกำไรนั้นก็สามารถทำได้ 2 ส่วน คือ

(1) *การเพิ่มราคาขาย* ซึ่งคงจะทำได้ยาก เพราะลูกค้าคงเลือกที่จะไปซื้อกับผู้ประกอบการรายอื่น ที่มีคุณภาพใกล้เคียงและมีราคาถูกกว่า ยกเว้นเสียแต่ว่าผู้ผลิตมีอยู่รายเดียว

(2) *การลดต้นทุน* โดยสิ่งสำคัญก็คือ เมื่อลดต้นทุนแล้ว คุณภาพสินค้าก็จะต้องไม่ลดลงและยังตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

ซึ่งการลดต้นทุนดูเป็นทางออกที่ดีที่สุดในการเพิ่มกำไรให้กับองค์กร เพราะหากสามารถลดต้นทุนได้โดยสินค้าหรือบริการยังคงมีคุณภาพที่ดีไม่เปลี่ยนแปลง ก็จะสามารถลดราคาขายเพิ่มโอกาสในการแข่งขันและเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้มากขึ้น ผลกำไรก็จะมากขึ้น แต่เพื่อผลกำไรในระยะยาว ผู้ผลิตยังคงควรที่จะเพิ่มคุณค่าของสินค้าและบริการไปอย่างต่อเนื่อง สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำการลดต้นทุนในการผลิตมีดังนี้

- บริษัทมีผลกำไรมากขึ้น
- บริษัทมีโอกาสในการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น
- พนักงานในองค์กรมีขวัญกำลังใจดีขึ้น เนื่องจากอยู่ในองค์กรที่มีผลกำไรและมั่นคง
- พนักงานในองค์กรได้รับผลตอบแทนจากกำไรนั้นด้วย

2.2.3 ประสิทธิผลและประสิทธิภาพ (Effectiveness and Efficiency)

ประสิทธิผลในการทำงาน คือ ตัวบ่งชี้ในการบรรลุตามเป้าหมายในการทำงานนั้น ๆ เช่น บริษัทผลิตพัดลม ตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะผลิตพัดลมให้ได้ 500 ตัวต่อวัน ดังนั้นประสิทธิผลในการผลิตหมายถึง การผลิตพัดลมให้ได้ตามเป้าหมาย แต่ถ้าผลิตไม่ถึง 500 ตัวต่อวัน ก็เรียกว่าไม่มีประสิทธิผล แต่บางครั้งบริษัทอาจผลิตได้ตามเป้าหมายแต่อาจสิ้นเปลืองทรัพยากรไปอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องมีประสิทธิภาพเป็นตัววัดความสำเร็จในการทำงานอีกตัวหนึ่ง

ประสิทธิภาพในการทำงาน คือ ตัววัดการใช้ทรัพยากรในการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ว่ามีการใช้ทรัพยากรเพียงใดในการผลิต ดังนั้นผู้จัดการที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือผู้ที่ผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ด้วยต้นทุนค่าทรัพยากรต่ำสุด

สรุปได้ว่า การบรรลุถึงเป้าหมายในการผลิตหรือไม่ แสดงได้โดยประสิทธิผล ในขณะการผลิตที่ใช้ทรัพยากรดีเพียงไร แสดงได้โดยประสิทธิภาพ ส่วนอัตราผลผลิตที่เป็นมาตรวัดที่รวมเอาทั้งค่าประสิทธิผลและประสิทธิภาพอยู่ในตัวเลขเดียวกัน เนื่องจากประสิทธิผลนั้นเกี่ยวข้องกับผลผลิตที่เป็นเป้าหมายในการทำงานและประสิทธิภาพเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากร

2.2.4 เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต

เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนส่วนใหญ่เป็นเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรม อุตสาหการ เป็นเทคนิคซึ่งมีการเผยแพร่และนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายและได้ผลมานานแล้ว ดังนั้นงานด้านเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุน จึงเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมอุตสาหการโดยตรง (ดาริน เปรมปรีชา, 2560) เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุนพอสรุปได้ดังนี้

(1) เทคนิคเกี่ยวกับการวางแผนและควบคุมการผลิต
(2) เทคนิคในการควบคุมคุณภาพ
(3) เทคนิคเกี่ยวกับการควบคุมสินค้าคงคลัง
(4) เทคนิคการศึกษาการทำงาน
(5) เทคนิคการวิจัยดำเนินงาน
(6) เทคนิคการควบคุมต้นทุน
(7) เทคนิคเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์
(8) เทคนิคการวางผังโรงงาน
(9) เทคนิคการขนถ่ายวัสดุ
(10)เทคนิคการจัดระบบข่าวสารสารสนเทศ
(11)เทคนิคเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษา
(12)เทคนิคการใช้เครื่องมือในอุตสาหกรรม
(13)เทคนิคการประหยัดพลังงาน
(14)เทคนิคเรื่องความปลอดภัยในอุตสาหกรรม
(15)เทคนิคการกำจัดของเสียในอุตสาหกรรม
(16)การบริหารงานบุคคล

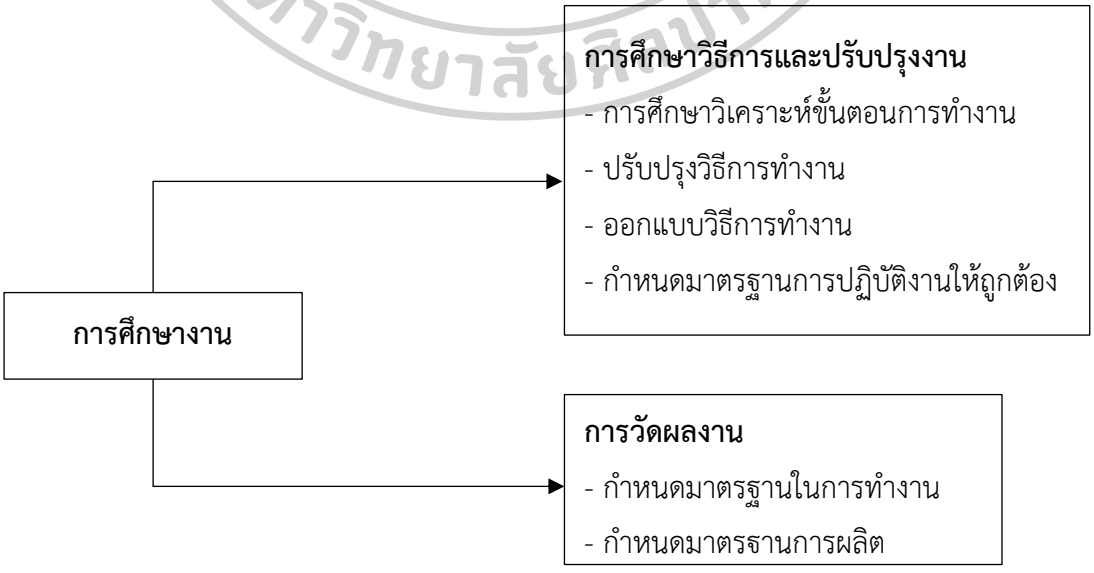
2.3 การศึกษางาน (Work Study)

การศึกษางาน เป็นหลักการที่ใช้กันยาวนานในวงการอุตสาหกรรม เพื่อการปรับปรุงผลผลิตให้ประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมการผลิต จนได้รับการขยายไปประยุกต์ใช้ในด้านธุรกิจด้านอื่น ๆ อีกหลายด้าน ซึ่งการศึกษางาน หมายถึง เทคนิคของการวิเคราะห์ขั้นตอนทำงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดผลผลิตที่คุ้มค่าที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ทั้งยังนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน และหามาตรฐานของการทำงานในกระบวนการต่าง ๆ(ผศ. รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552)

การศึกษางาน (Work Study) เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกพนักงานทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของการทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่ ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงซึ่งการศึกษางานประกอบด้วยเทคนิค 2 อย่าง ดังแสดงในภาพที่ 4 คือ

(1) *การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)* เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการทำงานเดิม

(2) *การวัดงาน (Work Measurement)* เป็นการศึกษาเพิ่มกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ที่เป็นประโยชน์ในมุมต่าง ๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับปรุงสมดุลของสายการผลิต เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงจูงใจหรือกำหนดมาตรฐานการผลิต (Production Standard)



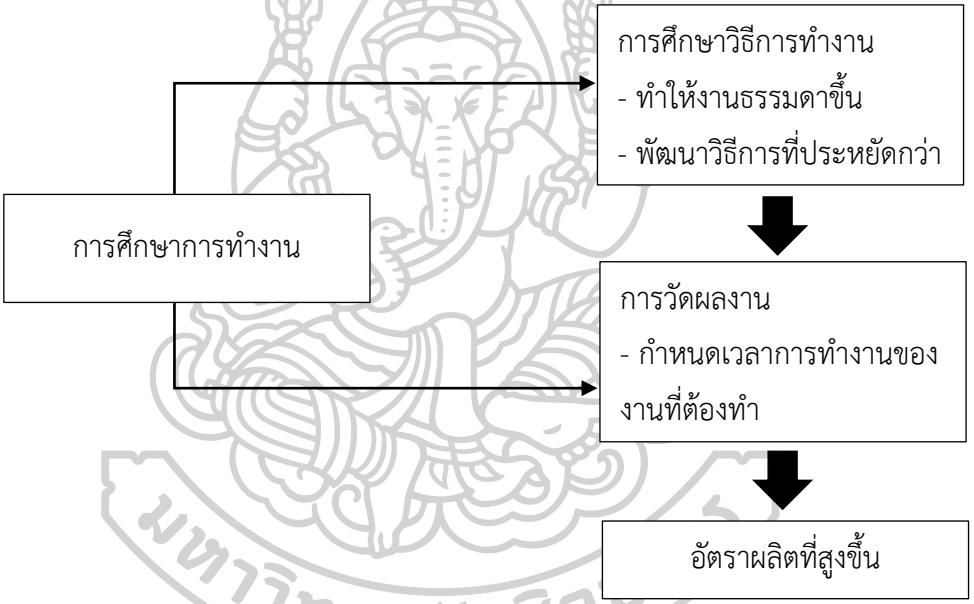
ภาพที่ 4 องค์ประกอบการศึกษางาน

2.3.1 ความสัมพันธ์และวิธีของการศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงานมีวิธีการแบ่งการศึกษาของการทำงานและการวัดผลงาน โดยมีความสัมพันธ์กันดังแสดงในภาพที่ 5 คือ

• *การศึกษาวิธีการทำงาน* เป็นการบันทึกและวิเคราะห์วิธีการทำงานที่เป็นอยู่หรือที่เสนอแนะไว้อย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือเพื่อการพิจารณาประยุกต์ใช้งานง่ายขึ้น รวมถึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย

• *การวัดผลงาน* เป็นการประยุกต์วิธีการที่ใช้สร้างเวลาการทำงานให้กับคนงานที่ต้องทำตามคุณสมบัติในการทำงานที่กำหนดให้ในระดับปฏิบัติงานที่ตั้งไว้



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของการศึกษาการทำงานและวัดผลงาน

การศึกษาวิธีการทำงานจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด โดยการศึกษาวิธีการทำงานเกี่ยวข้องกับการลดส่วนของงาน การวัดผลงานเกี่ยวข้องกับการลดเวลาไร้ประสิทธิภาพ ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานเวลาการทำงานของงานหนึ่ง ๆ จึงได้ทำภายหลังจาการศึกษาวิธีการทำงาน อันนำมาซึ่งวิธีการทำงานที่ดีกว่า

การศึกษาการทำงานและการวัดผลงานมีวิธีที่แยกย่อยออกไป แม้ว่าการวัดผลงานจะทำหลังการศึกษาวิธีการทำงานก็ตาม ในกรณีวิธีการบางอย่างของการวัดผลงาน เช่น วิธีการสุ่มตัวอย่างของงานที่ทำอาจหาได้ก่อน เพื่อกำหนดเวลาไร้ประสิทธิภาพก่อนที่จะทำการศึกษาวิธีทำงานต่อไป

นอกจากนี้วิธีการศึกษาเวลาทำงาน ยังมีประโยชน์ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของงานจากวิธีการทำงานที่ต่างกัน

2.3.2 ขอบเขตของการศึกษางาน

การศึกษางานเป็นศาสตร์ที่ใช้ศึกษากระบวนการการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) *การพัฒนาการทำงานที่ดีกว่า หรือการออกแบบวิธีการทำงาน (Work Method Design)* เพื่อนำเอาแรงงาน เครื่องจักร และวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการผลิตและการขนส่ง ในขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการแก้ไขปัญหาทั่วไปมาใช้ (General Problem Solving Process)

(2) *การจัดตั้งวิธีการการทำงานที่เป็นมาตรฐาน* คือ การนำวิธีที่มีการพัฒนาหรือออกแบบนั้นออกมาใช้ โดยจะแตกแยกออกเป็นงานย่อย ๆ ซึ่งอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น การเคลื่อนไหวของมือ ขนาดและรูปร่างของวัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ เป็นต้น เพื่อให้ได้มาตรฐานงานที่ตั้งไว้

(3) *การหาเวลามาตรฐาน* คือ การหาเวลาในการทำงานมาตรฐานสำหรับพนักงานที่ได้การฝึกมาทำงานที่กำหนดด้วยความเร็วปกติ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งพนักงานที่ได้นั้นจะเป็นมาตรฐานในการทำงานซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการจัดตารางการผลิต การวางแผนการผลิต การประเมินต้นทุน การควบคุมต้นทุนแรงงานและอื่น ๆ

(4) *การฝึกพนักงาน* การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีที่สุด ต้องให้พนักงานรู้จักวิธีใช้ ดังนั้นการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา จึงเน้นถึงการนำเอาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วนำมาใช้งาน และฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีมาตรฐานจนได้เวลาที่กำหนด

2.3.3 ประโยชน์ของการศึกษางาน

(1) เป็นเครื่องมือช่วยในการเพิ่มผลผลิต โดยการจัดระบบการทำงานใหม่

(2) การศึกษางานอย่างเป็นระบบ ทำให้มองเห็นองค์ประกอบหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

(3) เป็นเครื่องมือในการกำหนดมาตรฐานของงาน ซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนและควบคุมการผลิต

(4) ช่วยให้ลดต้นทุนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน

(5) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นได้

(6) ช่วยให้เข้าใจถึงลักษณะของปัญหาได้ดี จึงช่วยให้มองเห็นงานที่ไร้ประสิทธิภาพและความบกพร่องในกระบวนการทำงาน

2.3.4 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

การศึกษาวิธีการทำงาน หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการศึกษาและบันทึกวิธีการทำงานเดิม หรือที่จะเสนอแนะขั้นใหม่อย่างมีขั้นตอนและตรวจตราอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยมีแนวทางการศึกษาวิธีการทำงานแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การเลือก การบันทึก การวิเคราะห์ การพัฒนา การกำหนดมาตรฐาน การนำไปใช้ และการดำรงรักษา ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

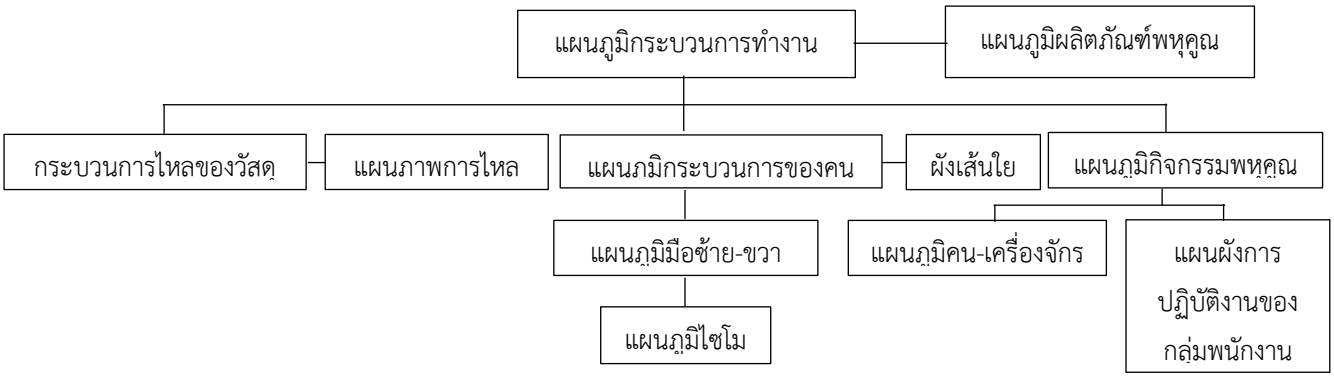
2.3.4.1 เลือกงานที่จะศึกษา การเลือกงานที่จะมาทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานนั้น ควรมีสิ่งที่บอกเหตุว่าสมควรได้รับการปรับปรุงดังนี้

(1) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนค่าใช้จ่าย เช่น การใช้วัสดุอย่างสิ้นเปลืองโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มเท่าที่ควร งานที่มีการเสียเวลารอคอยในกระบวนการผลิตและทำให้เกิดต้นทุนแห่งการสูญเสีย งานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อยครั้ง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายยาวไกล ใช้แรงงานคนทำงานมากกว่าการใช้เครื่องทุ่นแรง เป็นต้น

(2) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น เมื่อมีการกำหนดวิธีการทำงานใหม่ โดยใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง จำเป็นต้องมีการศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้สามารถใช้เครื่องจักรได้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือกรณีที่มีเครื่องจักรเดิมมีความด้อยประสิทธิภาพและมีความจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องให้สูงขึ้น โดยนำเทคโนโลยีมาช่วย

(3) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับพนักงาน สิ่งบอกเหตุว่างานนั้นสมควรได้รับการศึกษาวิธีการทำงาน คือการที่พนักงานขาดงานบ่อย หรือมีอัตราลาออกสูง บ่อยครั้งที่พนักงานพบกับภาวะเครียดจากการทำงาน น่าเบื่อหน่ายการทำงานซ้ำซากจำเจ การปรับปรุงให้เหมาะสมตามหลักเศรษฐศาสตร์แห่งการเคลื่อนไหว จะช่วยให้พนักงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในการศึกษางานใด ๆ หากจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ ก็ควรจะพิจารณาถึงปฏิกิริยาของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับวิธีการงานนั้น ว่ามีการต่อต้านมากน้อยเพียงใด ควรเลือกงานที่เมื่อเกิดการปรับเปลี่ยนวิธีการแล้ว เกิดปฏิกิริยาต่อต้านน้อยที่สุด

2.3.4.2 การบันทึกวิธีการทำงาน คือขั้นตอนการบันทึกการทำงานจริงที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งการบันทึกนั้นต้องง่ายต่อการอ่าน สามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที ควรใช้แผนภูมิ และไดอะแกรมใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อพัฒนาการทำงานที่ดีขึ้น แผนภูมิและไดอะแกรมมาตรฐานที่อยู่ด้วยกันหลายชนิด ที่สามารถช่วยในการบันทึกวิธีการทำงานสำหรับการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภูมิและไดอะแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน

2.3.4.3 การวิเคราะห์ เป็นกระบวนการพิจารณารายละเอียดของข้อมูลที่บันทึกไว้ โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ซึ่งการตั้งคำถามมีอยู่สองลักษณะด้วยกัน คือ คำถามปิด และคำถามเปิด ซึ่งสำหรับการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการเดิมที่มีมาตรฐานอยู่แล้วมักจะใช้คำถามสำเร็จรูป (Checklist) ที่ตั้งไว้เป็นระบบที่ต่อเนื่องกัน ส่วนคำถามปิดจะประกอบด้วย 5W+1H ซึ่งเป็นเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อวัตถุประสงค์ตรวจตราอย่างละเอียด เพื่อให้ทราบต้นเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้น การตั้งคำถามจะแบ่งออกเป็นสองระดับ คือ การตั้งคำถามเบื้องต้นและการตั้งคำถามขั้นที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 แนวคิดการตั้งคำถามสองระดับขั้น

2.3.5 การวัดงาน (Work Measurement)

การวัดงาน (Work Measurement) คือ เทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยของเวลา หรือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานนั้น ซึ่งการกำหนดเวลามาตรฐานได้นั้นนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ก็เพื่อสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณหาผลผลิตมาตรฐานในการผลิต จากสมการดังนี้

$$\text{ผลผลิตมาตรฐาน (จำนวนชิ้น)} = \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่มีในการทำงาน}}{\text{เวลามาตรฐานในการผลิตต่อชิ้น}}$$

ซึ่งข้อมูลของผลผลิตมาตรฐานเป็นข้อมูลสำคัญในการบริหารจัดการโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อการนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตและความคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคำนวณค่าประสทธิภาพในการทำงานของการผลิตได้จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตมาตรฐาน}} \times 100$$

เป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของการทำงานภายในโรงงาน สำหรับนิยามของการวัดงาน (Work Measurement) เป็นระบบการจัดการที่ออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) วิเคราะห์ปริมาณของต้นทุนค่าแรง

(2) กำหนดเวลามาตรฐานเวลาสำหรับปฏิบัติงาน

(3) วัดและวิเคราะห์ความแปรปรวนจากมาตรฐาน

(4) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานและมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง

2.3.6 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ การวัดงานโดยใช้เครื่องมือวัดเวลา และปรับค่าตามการแปรเปลี่ยนจากเวลาปกติ ซึ่งผลที่ได้เป็นหน่วยของเวลา คือ นาทีหรือวินาที ที่คนงานหนึ่ง ๆ สามารถทำงานได้ตามวิธีที่กำหนดให้ เวลาที่ได้ก็คือเวลามาตรฐาน กล่าวคือในการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานก็ต้องมีผลวัดเวลาการทำงานเดิมเพื่อให้ได้ข้อมูลของผลผลิตเดิม และเมื่อมีการปรับปรุงงานใหม่ก็ต้องอาศัยการกำหนดเวลามาตรฐานเพื่อกำกับมาตรฐานงานที่กำหนดไว้ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับข้อมูลการศึกษาเดิม

การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นวิธีการการศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการจับเวลาด้วยเครื่องมือบันทึกเวลา แผงบันทึกข้อมูล และอาจมีกล้องถ่ายวีดีโอ ด้วยในบางกรณี ซึ่งขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรงแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

2.3.6.1 การจดบันทึกข้อมูล ก่อนการจับเวลาควรรจะมีการบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการศึกษา โดยบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์มให้ครบและถูกต้องเพื่อใช้อ้างอิงในภายหลัง บันทึกสภาพแวดล้อมของสถานที่ทำงาน ตลอดจนวิธีการทำงานที่เป็นอยู่ และในขณะที่มีการจับเวลาถ้ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นก็ให้บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นตามความจริง

2.3.6.2 การแบ่งงานออกเป็นงายย่อย เมื่อผู้ศึกษางานได้จดบันทึกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับงาน สถานที่ทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานแล้ว ขั้นต่อไป คือ การบันทึกวิธีการเพื่อจับเวลา เนื่องจากศึกษาวิธีการจะเป็นการทำงานซ้ำ ๆ ซึ่งทำให้ได้ผล

ผลิตชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ เมื่อครบรอบการทำงาน บางครั้งจะมีงานอื่นเข้าแทรก เช่น การตรวจสอบคุณภาพ การจดรายละเอียดงาน ดั้งนั้นให้เพื่อแน่ใจว่าการทำงานในแต่ละรอบเหมือนกัน จึงแบ่งรายละเอียดของงานออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ต่อเนื่องกัน งานแต่ละขั้นตอนเรียกว่า งานย่อย (Elements) เพื่อให้ตรวจสอบวิธีการทำงานในแต่ละรอบง่ายและสะดวกขึ้น ซึ่งมีหลักการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ดังนี้

(1) งานย่อยจะต้องมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดแน่นอน และแบ่งแยกชัดเจน จุดสิ้นสุดของงานย่อยเรียกว่า “Break Point” จุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป

(2) เวลาของงานย่อยควรสั้น แต่ก็ไม่สั้นจนกระทั่งจับเวลาไม่ได้ ปกติเวลาของงานย่อยควรอยู่ระหว่าง 0.04 วินาที (2.4 วินาที) ถึง 0.33 นาที (20 วินาที) ถ้าเวลาของงานย่อยสั้นเกินไปควรรวมหลายงานย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อให้เวลาเพียงพอในการจับเวลาและจดบันทึก

(3) งานย่อยที่ทำด้วยมือ (Manual Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร (Machine Element) งานย่อยที่ทำด้วยมือใช้เวลาไม่คงที่จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงาน แต่งานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักรมักจะคงที่ เพราะป้อนชิ้นงานหรือผลิตเข้าเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ

(4) งานย่อยที่คนงานทำในขณะเครื่องจักรทำงาน (Inside Work Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่คนงานทำงานในขณะเครื่องจักรหยุด (Outside Work Element) เพราะงานที่คนงานทำในขณะเครื่องจักทำงาน ถ้าคนทำงานเสร็จก่อนเครื่องจักรหยุดก็ไม่ทำให้เวลาของครบรอบงานที่เพิ่มขึ้น แต่คนงานก็ยังเหนื่อย

(5) งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรผัน งานย่อยคงที่ (Constant Element) คือ งานย่อยที่ทำแล้วมีเวลาทำงานคงที่ เช่น การหมุนสกรู การเปิดดสวิตซ์เครื่องจักร การจัดชิ้นงานที่มีเวลาทำงานไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ เครื่องมือหรือวิธีการผลิต เช่น การเลื่อยไม้ด้วยมือ เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดและความแข็งของเนื้อไม้ เป็นต้น

(6) งานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวให้จับเวลาแยกออกจากงานย่อยที่เกิดประจำ งานย่อยที่เกิดเป็นครั้งคราวเป็นงานย่อยที่ไม่ได้เกิดขึ้นทุกรอบการทำงาน ได้แก่ การเปลี่ยนมีดกลึง การรับคำแนะนำจากหัวหน้างาน การพูดคุยกับผู้ตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น

2.3.6.3 การสังเกตและจดเวลา เมื่อได้แบ่งงานออกเป็นงานย่อยแล้ว ก่อนจับเวลาต้องศึกษาวิธีการทำงานจนแน่ใจว่าตรงกับงานย่อยที่ได้แบ่งไว้ จากนั้นเริ่มต้นจับเวลา การจับเวลามี 2 วิธีดังนี้

(1) *การจับเวลาแบบต่อเนื่อง* คือ การจับเวลาโดยเริ่มต้นจับเวลานาฬิกา จับเวลาเริ่มต้นที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยทีหนึ่ง ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาจับเวลาแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มโดยไม่ต้องทำการหยุดเวลา เมื่อสิ้นสุดงานย่อยถัดไปก็อ่านเวลาจากนาฬิกาอีกเวลาที่ได้จะต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานย่อยต้องมาคำนณภายหลังโดยเอาเวลาที่จดบันทึกได้ลบออกด้วยเวลาก่อนหน้านี้ก็จะได้เวลางานย่อยนั้น ๆ

(2) *การจับเวลาแบบย้อนกลับ* คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นเวลาของแต่ละงานย่อยที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยจะอ่านเวลาบันทึกลงในฟอร์ม จากนั้นตั้งเวลาที่ 0 อีกเมื่อเริ่มงานย่อยถัดไป การจับเวลาแบบวิธีนี้จะได้เวลาทำงานแต่ละงานย่อย ซึ่งจะบันทึกในช่องเวลาเท่านั้น มีข้อดีคือ ไม่ต้องมาคำนวณเวลาของงานย่อย แต่มีข้อเสียคือ เวลาที่จดบันทึกอาจจะมีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เนื่องจากจะต้องปรับเวลามาเป็น 0 ใหม่ในทุก ๆ ครั้งที่เริ่มงานย่อย ดังนั้นการจับเวลาแบบสะสม คือ การจับเวลาที่คล้ายกับวิธีที่ 2 เพียงแต่ใช้นาฬิกา 2 เรือนหรือ 3 เรือน ที่มีกลไกเชื่อมโยงถึงกัน ในขณะที่นาฬิกาเรือนที่ 1 เริ่มเดิน นาฬิกาเรือนที่ 2 จะหยุด ถ้านาฬิกาเรือนที่ 2 เริ่มเดิน นาฬิกาเรือนที่ 1 จะหยุด ทำให้สามารถอ่านเวลาของงานย่อยแต่ละงานได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการกดนาฬิกากลับไปเริ่มที่ 0 ใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างตารางใบบันทึกการจับเวลา

ใบบันทึกการจับเวลา
TIME STUDY OBSERVATION SHEET

Page NO.
TS. NO.

ชื่อผลิตภัณฑ์ Reflexx 60	กระบวนการ Packing	วันที่ 16/09/2548	
รุ่น size M		เวลาเริ่ม สิ้นสุด	
ขนาดการผลิต	ขั้นตอน Packing	ผู้ปฏิบัติงาน	
แผนก Inspection & Packing		ชาย หญิง รายงาน	
สาย	วิธีการ ปัจจุบัน ปรับปรุง	ผู้จับเวลา กิตติ อภัยนันกูร	
รายงานสถานที่ทำงาน อากาศเย็นสบาย มีแสงสว่างเพียงพอ		เครื่องจักร :	
		อุปกรณ์ :	

ลำดับ	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R.T.	Rating	N.T.
1	หยิบถุงมือไส่ละกล้วยครบ100ชิ้น	1.55	1.92	1.82	1.95	1.40	1.52	1.55	1.58	1.75	1.67			
2	พับกล่อง	0.10	0.10	0.10	0.12	0.15	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10			
3	นำถุงมือใส่ละกล้วยครบจุดลงกล่องที่	0.18	0.23	0.20	0.22	0.18	0.17	0.25	0.22	0.23	0.25			
	พับไว้ ปิดให้เรียบร้อย แล้วนำไปใส่													
	ในกล่องใหญ่													

2.3.6.4 การคำนวณหาจำนวนรอบการทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยเดียวกันของแต่ละรอบงานย่อยมีความแตกต่างบ้างไม่มากก็น้อย ซึ่งเวลาที่ต่างกันเกิดขึ้นเนื่องจากการวางชิ้นงาน และอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ต่างกัน ความไม่แม่นยำในการอ่านค่าจากนาฬิกา

จับเวลาจุดสิ้นสุดของงานย่อยไม่แน่นอน ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ทำงานย่อยชนิดเดียวกันมีมาก ความเชื่อถือของข้อมูลนั้นจะน้อยลง ฉะนั้นจำนวนข้อมูลจะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้ข้อมูลเชื่อถือได้ ดั้งนั้นจำนวนรอบในการจับเวลาจึงต้องมากตามไปด้วย แต่ถ้าเวลามีความแตกต่างกันน้อยจำนวนรอบในการจับเวลาก็น้อยตามไปด้วย จำนวนรอบในการจับเวลาของแต่ละงานย่อยขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลและการยอมให้มีความผิดพลาดไปจากความจริงมากน้อยเพียงใด โดยปกติจะใช้ระดับความเชื่อมั่นได้ 95% และความผิดพลาดของข้อมูลได้ไม่เกิน ±5% การคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลาจะใช้หลักสถิติเข้ามาช่วย โดยถือว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ ดังนี้

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95% และความผิดพลาดไม่เกิน ±5% หมายความว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ 95% เมื่อคำนวณจำนวนรอบของงานย่อยจนครบ ให้เลือกจำนวนรอบที่มากที่สุดเป็นจำนวนรอบที่ต้องจับเวลาของจำนวนนั้น เพราะจะทำให้ข้อมูลทั้งหมดมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ต้องการ

2.3.6.5 การคำนวณหาจำนวนรอบที่ต้องการจับเวลาโดยประมาณ ในการคำนวนจำนวนรอบที่ต้องการจับเวลาของแต่ละงานย่อย มีความยุ่งยากและเสียเวลามาก ดังนั้นจึงใช้หลักการสถิติอย่างเดียวกันนี้แต่ดัดแปลงเล็กน้อยให้อยู่ในรูปของตาราง ดูได้จากตารางที่ 2 ซึ่งช่วยให้การหางานย่อยแต่ละชนิดง่ายขึ้นด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 2 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น

$\frac{R}{X}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10	$\frac{R}{X}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10	$\frac{R}{X}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

อ้างอิงตารางจาก หนังสือการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)

หลักการหาจำนวนรอบที่ต้องจับเวลาโดยประมาณ จากตารางที่ 2 มีดังนี้

(1) ทำการจับเวลาของการทำงานเบื้องต้น

- ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 10
- ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 5

(2) หาค่าพิสัย (R, Range) คือ ค่าสูงสุดกลุ่ม (H) – ค่าต่ำสุดของกลุ่ม (L)

(3) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$, Average) ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่ม หารด้วยจำนวนข้อมูล (5 หรือ 10) หรืออาจจะหาค่าประมาณได้จากค่าสูงสุด + ค่าต่ำสุดของกลุ่มแล้วหารด้วย 2 $= \frac{H+L}{2}$

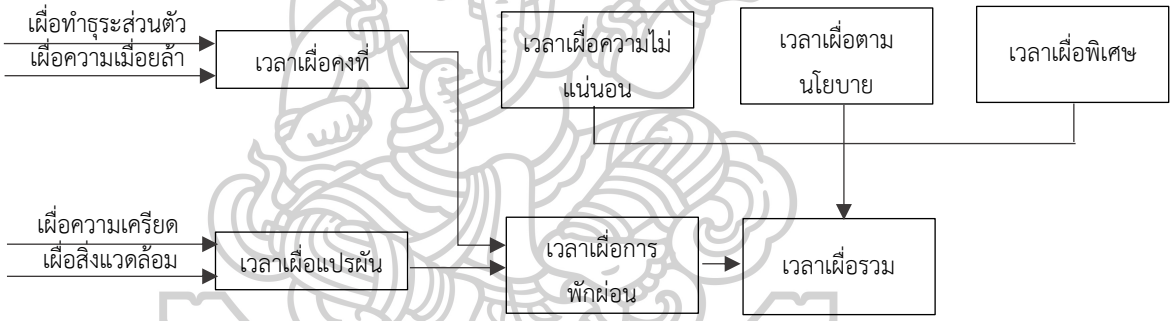
(4) คำนวณหา R / $\bar{X}$

(5) อ่านค่า N ซึ่งเป็นจำนวนรอบที่เหมาะสมจากตาราง ซึ่งตรงกับค่าคำนวณหา R / $\bar{X}$ ที่คำนวณไว้

2.3.6.6 เวลาพื้นฐาน คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานหนึ่ง ๆ ให้แล้วเสร็จ โดยเทียบกับอัตรามาตรฐานของผู้ศึกษาเวลา ถ้าการประเมินค่าของผู้ศึกษาเวลามีความเที่ยงตรงทุก ๆ ครั้งที่จับเวลา และการประเมินค่าที่ได้จากงานย่อยเดียวกันย่อมให้ผลลัพธ์ที่มีค่าคงที่เสมอ ค่าคงที่นี้เรียกว่า เวลาพื้นฐาน

$$\text{เวลาที่ได้จากการจับเวลา} = \frac{\text{อัตราความเร็ว}}{\text{มาตรฐานการประเมิน}} = \text{ค่าคงที่หรือเวลาพื้นฐาน}$$

2.3.6.7 เวลาเผื่อ (Allowances) ในการทำงานใด ๆ แม้ว่าจะพยายามจัดวิธีการทำงานให้ดีที่สุดแล้วก็ตาม แต่คนงานก็ยังมีความเมื่อยล้า ความเครียดเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังมีการไปทำธุระส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ ไปดื่มน้ำ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มเวลาเผื่อเข้าไปในงานด้วย ดังแสดงในภาพที่ 8 คือเวลาทำธุระส่วนตัวอยู่ระหว่าง 5-7% ของเวลาพื้นฐาน ส่วนเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าขึ้นอยู่กับชนิดของงาน งานทั่วไปที่เป็นงานเบาให้ 4% ของเวลาพื้นฐาน งานที่หนักต้องให้เวลาพักเหนื่อยมากขึ้นตามส่วน เนื่องจากสภาพการทำงานมีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงไม่มีเวลาเผื่อที่เป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตามการตรวจสอบดูว่าเวลาเผื่อให้กับคนงานนั้นเพียงพอกับความต้องการของคนงานหรือไม่ แล้วทำการปรับให้เหมาะสม



ภาพที่ 8 เวลาเผื่อ (Allowances)

2.3.6.8 เวลามาตรฐาน คือ เวลาที่ใช้งานหนึ่ง ๆ ให้แล้วเสร็จด้วยความสามารถในการทำงานมาตรฐาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

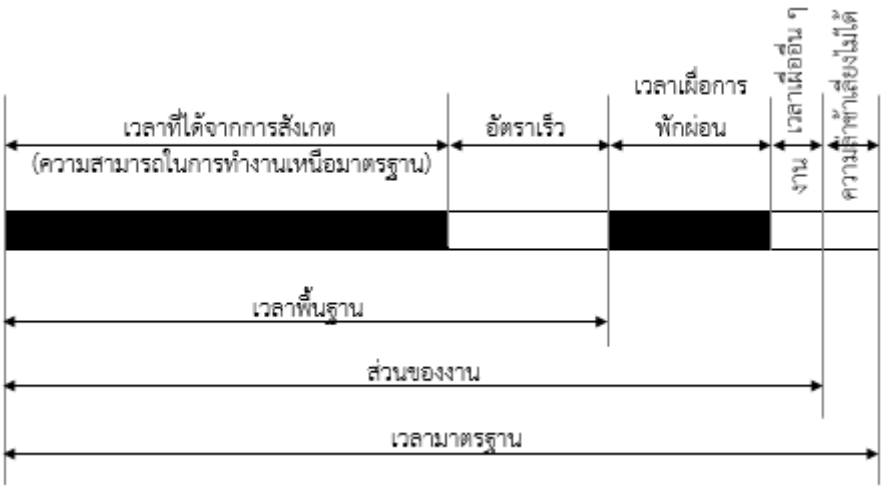
เวลามาตรฐาน = เวลาพื้นฐาน + เวลาเผื่อ

การคำนวณเวลามาตรฐานทำได้ 2 วิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาเผื่อ

(1) กำหนดเวลาเผื่อเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลาพื้นฐาน

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาพื้นฐาน} + \left(\text{เวลาพื้นฐาน} \times \frac{\%\ \text{เวลาเผื่อ}}{100} \right)$$

องค์ประกอบของเวลามาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 องค์ประกอบของเวลามาตรฐานสำหรับงานทั่วไปที่ทำด้วยมือ

(2) กำหนดเวลาเผื่อเป็นนาที/วัน

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาพื้นฐาน} \times \frac{100}{100 - \%\ \text{เวลาเผื่อ}}$$

2.4 ความสูญเปล่าในการผลิต

ความสูญเปล่า คือ การกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไปไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่น ๆ แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง หรือการกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการนั่นเอง การที่จะบอกได้ว่าการกระทำนั้นมีคุณค่าหรือไม่ ให้ตัดสินใจที่สินค้าหรือบริการว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าสินค้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั่นถือว่าการกระทำนั้นไม่มีคุณค่าต่อตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งกิจกรรม ได้เป็น 2 ส่วน คือ

(1) กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity : VA)

(2) กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non-Value Added Activity : NVA)

ซึ่งความสูญเปล่ามีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ

- การผลิตมากเกินไป (Overproduction)
- การรอคอย (Waiting)
- การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting)
- การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Inappropriate Processing)
- การเก็บสินค้ามากเกินไป (Unnecessary Inventory)
- การเคลื่อนที่/การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions)
- ของเสีย (Defect)

2.4.1 หลักการ ECRS

จากขั้นตอนการวิเคราะห์โดยการตั้งคำถามจะนำไปสู่การปรับปรุงงาน โดยอาศัย 4 หลักการในการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

(1) *ขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate All Unnecessary Work)* หลักการนี้เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามแล้วพบว่าไม่มีความจำเป็นต้องทำอีกต่อไป เนื่องจากวัตถุประสงค์ได้เปลี่ยนไปจากเดิม หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของการทำงาน จนทำให้วัตถุประสงค์เดิมของงานไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป แม้เทคนิคการตัดงาน (Eliminate) จะเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงงาน แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะกระทำได้เลย เพราะงานทุกงานมักจะมีวัตถุประสงค์กำกับเสมอ แนวทางในการขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกให้พิจารณาดังนี้

- เลือกงานที่มีปัญหาด้านต้นทุน ถ้าสามารถขจัดงานนี้ออกได้จะทำให้ลดต้นทุนค่าแรงทางตรง วัตถุดิบ และค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การผลิตลงได้ หากใช้เทคนิคตั้งคำถามแล้วพบว่าเป็นงานที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป ก็สมควรตัดทิ้งก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้มาก
- กรณีที่ได้คำตอบนั้นว่างานยังมีความจำเป็นที่ต้องทำ เพราะมีวัตถุประสงค์และเหตุผลที่แน่นอนในการสร้างมูลค่า ให้แยกแยะวัตถุประสงค์ให้เด่นชัดว่างานนั้นมีประโยชน์อย่างใดเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐานและป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการขจัดงานนั้น
- ในกรณีที่วัตถุประสงค์ของงานที่ไม่ชัดเจนว่าคืออะไร ให้พิจารณาโดยตั้งคำถามว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าขจัดงานนี้ออกไป ถ้าผลออกมาแล้วพบว่าการที่ไม่ทำงานงานนั้นก่อให้เกิดผลเสีย ก็ควรพิจารณาวัตถุประสงค์ของงาน เพื่อลดในส่วนงานย่อยที่ไม่กระทบต่องานนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาคือ หากหาวัตถุประสงค์ของงานไม่พบหรือยังไม่ชัดเจนให้ตั้งคำถามว่า “ทำไม” “ทำไม” และ “ทำไม” ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

(2) *รวมขั้นตอนปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (Combine Operation of Element)* ในกระบวนการผลิต โดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย ๆ หลายขั้นตอนด้วยกัน หลักการดังกล่าวเกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบวิธีการทำงาน เพื่อให้งานในแต่ละสถานี มีขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งงานตามความชำนาญของพนักงาน ดังนั้นหลักการรวมงานจึงเกิดขึ้นเพื่อช่วยลดการทำงานและเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง

(3) *การสลับสับเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงาน (Change Sequence of Operations)* ในการผลิตสินค้าใหม่ มักจะเริ่มต้นการผลิตในปริมาณน้อยและค่อย ๆ ขยายปริมาณการผลิตที่

เพิ่มขึ้นจนเต็มประสิทธิภาพ เมื่อสายการผลิตมีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงานแบบเดิมอาจไม่มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่เปลี่ยนไป เช่น เส้นทางการเคลื่อนย้ายของงานที่ต้องย้อนกลับไปกลับมาเนื่องจากจำนวนเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น จำนวนผลิตที่เพิ่มขึ้นกว่าเดิม เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัตถุเนื่องจากระยะทางที่ยาวไกล การทดสอบด้วยวิธีตั้งคำถามอย่างละเอียดเพื่อดูว่า จะสามารถสับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ได้หรือไม่ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น การใช้แผนภูมิและไดอะแกรมต่าง ๆ บันทึกการทำงานจะช่วยให้เห็นว่ามีการเสียเวลาในขั้นตอนใด และสมควรจะเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างไรเพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัตถุ และทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว

(4) *ทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify Necessary Operations)* ในการวิเคราะห์โดยการตั้งคำถามเพื่อปรับปรุงงาน จะเริ่มตั้งแต่ขจัดงานที่ไม่จำเป็น รวมขั้นตอนการปฏิบัติงานและสลับสับเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานแล้ว ท้ายที่สุดจะเหลืองานที่จำเป็น แต่ในการปรับปรุงนั้นคือการพิจารณาหาวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายกว่าและสะดวกรวดเร็วกว่า การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การทำงานให้ง่ายขึ้น ควรเริ่มต้นจากคำถามในทุกเรื่องที่เกี่ยวกับงาน เช่น วิธีการทำงาน วัตถุดิบที่ใช้ เครื่องมือ สภาพแวดล้อมในการทำงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ การได้มาซึ่งวิธีการที่ง่ายขึ้นจำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ของนักวิเคราะห์อย่างยิ่ง

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

จากความซับซ้อนของสายการผลิตและการไม่มีประสิทธิภาพของสายการผลิต ทำให้เกิดปัญหาด้านต่าง ๆ ในสายการผลิต เช่น การทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพของพนักงานในสายการผลิต การเกิดการรอคอยในสายการผลิต เป็นต้น โดยสิ่งที่จะช่วยในการจัดการปัญหาเหล่านี้ที่เกิดขึ้นได้อย่างดี คือ การจัดสมดุลสายการผลิต ผลดีในการจัดสมดุลสายการผลิตนั้น เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการแบ่งงานแต่ละขั้นการทำงานให้รวดเร็วต่อการปฏิบัติงานของพนักงานหรือเครื่องจักรต่าง ๆ ในสายการผลิต โดยช่วงเวลาระหว่างขั้นงานเหล่านั้นจะถูกแบ่งตามความเหมาะสมในการปฏิบัติงานและจำนวนของพนักงานที่ต้องการในการปฏิบัติงานจะถูกจัดให้เหมาะสมในแต่ละกลุ่มงาน เพื่อให้สามารถบริหารจัดการได้ทั่วถึง โดยจะมีการมอบหมายงานออกเป็นสถานีงาน จัดพนักงานให้ร่วมรับผิดชอบและจัดการในกลุ่มย่อยนั้น ๆ

โดยสิ่งที่สำคัญในการจัดสมดุลของสายการผลิตนั้นก็คือ การคำนึงถึงรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) โดยรอบเวลาในการผลิตนั้น หมายถึงค่าเวลาสูงสุดที่มอบหมายให้งานในแต่ละสถานีงานทำก่อนที่จะเคลื่อนงานนั้นออกจากสถานีงาน ดังนั้นเวลาในการปฏิบัติงานจริงของแต่ละสถานี

งานควรมีความใกล้เคียงกัน สายการผลิตที่มีความสมดุลจะมีการไหลอย่างต่อเนื่องในแต่ละกิจกรรมตลอดทั้งสายการผลิต เพื่อให้เกิดการลดเวลาว่างงานของพนักงานให้เหลือน้อยที่สุด หรือคือการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้แรงงานของพนักงานให้มากขึ้น จุดที่มักจะก่อให้เกิดปัญหาในการจัดสมดุลสายการผลิต คือ ความยากลำบากในการจัดงานที่มีช่วงเวลาการผลิตเดียวกัน เนื่องจากมีความเป็นไปไม่ได้ที่จะรวมงานในแต่ละกลุ่มงานเข้าด้วยกัน รวมทั้งความแตกต่างในด้านการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และเป็นงานที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีเฉพาะในการผลิต

ในทางการปฏิบัติจริงแล้วเวลาว่างงานที่เกิดขึ้นของแต่ละขั้นงานอาจจะไม่เท่ากันทุกสถานีงาน เนื่องจากบางสถานีอาจจะมีความสามารถในการผลิตมากกว่าสถานีอื่น เมื่อมีสถานีงานที่มีอัตราการผลิตเร็วกว่าสถานีงานอื่น ๆ แล้วจะทำให้เกิดการรอในสถานีงานนั้นเกิดขึ้น หรือถ้าพยายามลดการว่างงานโดยการทำงานในสถานีงานนั้นอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการที่สายการผลิตไม่สมดุลจึงควรได้รับการปรับปรุง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการการใช้แรงงานและเครื่องมืออย่างเต็มที่

หลักโดยทั่วไปในการจัดสายสมดุลของสายการผลิตมีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การกำหนดและแบ่งงานย่อยของสายการผลิต

หมายถึง การวิเคราะห์และแยกแยะว่าในการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยงานย่อยอะไรบ้าง แต่ละงานย่อยใช้เวลาทำเท่าไร การแบ่งงานย่อยนี้ควรแบ่งเป็นงานย่อยที่สุดเท่าที่จะย่อยได้ อีกนัยหนึ่งคือแบ่งเวลาย่อยที่ใช้ในการทำงานน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ เพราะจะทำให้สมดุลสายการผลิตทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

(2) การกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน

ในขั้นตอนการกำหนดความสัมพันธ์ว่างานใดควรทำก่อน งานใดควรทำหลังอย่างไร ลักษณะการทำก่อนหลังนี้จะถูกกำหนดโดยธรรมชาติในการผลิตของงานนั้น ๆ การแสดงสัมพันธ์ก่อนหลังของการทำงานย่อยแต่ละงานมักนิยมใช้ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence diagram)

(3) การกำหนดจำนวนต่ำสุดของสถานีการผลิตที่ต้องการ

เมื่อกำหนดแบ่งแยกงานย่อย การกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงานแล้วขั้นตอนถัดไป คือการคำนวณจำนวนต่ำสุดของสถานีการผลิตที่ต้องการ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$\text{จำนวนสถานีงานการผลิตที่ต่ำสุด} = \frac{\text{เวลาการผลิตทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตต่อหน่วย} \times \text{จำนวนการผลิตที่ต้องการต่อวัน}}{\text{เวลาที่มีการผลิตต่อวัน}}$$

ซึ่งจำนวนสถานีการผลิตที่ต่ำสุดนี้เป็นค่าทางทฤษฎี เมื่อทำการจัดสายการผลิตอาจทำไม่ได้ คือต้องใช้สถานีการผลิตที่มากกว่าที่คำนวณได้ ดังนั้นการคำนวณจำนวนการผลิตที่ต่ำที่สุดจึงเป็นเพียงการคำนวณเพื่อเป็นเกณฑ์โดยคร่าวๆ ในเบื้องต้นเท่านั้น

(4) การกำหนดงานย่อยกับแต่ละสถานีการผลิต

หมายถึง การจัดว่าสถานีการผลิตใดควรทำงานย่อยใดบ้าง โดยจะต้องพิจารณาจากลำดับการทำงานก่อนหลังที่ได้กำหนดไว้แล้วจากขั้นตอนที่ (2) ประกอบกับการใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตต่าง ๆ ที่กล่าวในหัวข้อเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต

(5) คำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิตที่ได้

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจในส่วนรูปแบบของกระบวนการผลิต อีกทั้งในส่วนของเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต รวมไปถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อใช้เป็นหลักการในวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพต่อไป

การจัดสมดุลสายงานการผลิต (Production Line Balancing) จัดเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่มักถูกนำไปใช้กับงานที่มีลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Line) เช่น การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ไฟฟ้า เครื่องครัว เป็นต้น ในการดำเนินงานแบบต่อเนื่องนี้ ถ้าผลของอัตราการผลิตของแต่ละสถานีงานทำงานมีความแตกต่างกัน ผลผลิตที่ได้ก็ย่อมได้น้อยกว่าที่ควร ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยที่เกิดจากความชำนาญของแต่ละบุคคล หรือการแบ่งภาระงานที่ไม่เหมาะสม

การจัดสมดุลสายงานการผลิต (Production Line Balancing) หมายถึง การพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่าง ๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละชิ้นนั้นเท่า ๆ กัน หากว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตไม่เท่ากันแล้วนั้น อัตราการผลิตสินค้าจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่มีการใช้เวลามากที่สุดนั่นก็คือ ลักษณะงานคอขวด (Bottleneck) ซึ่งเวลาที่ใช้ในสถานีงานที่เป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของสินค้า จะถูกเรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ซึ่งหมายถึง เวลาระหว่างที่สินค้าดำเนินการเสร็จออกแต่ละชิ้น ซึ่งจะเท่ากับเวลาของสถานีงานที่ช้าที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเกิดการรอคอยขึ้นในสถานีงานที่ใช้เวลาการผลิตน้อยกว่า ก่อให้เกิดสูญเสียอัตราการผลิต หรือการว่างงานเกิดขึ้น หรืออาจจะมีของคงค้างปริมาณมากรอที่จะผ่านสถานีงานที่ช้านั้น โดยที่เราจะต้องพยายามทำให้เกิดขึ้นได้น้อยที่สุด ปกติแล้วเป็นการจัดสมดุลสายงานการผลิต ลำดับขั้นตอนงานต่าง ๆ รวมไปถึงเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละชิ้นของงานนั้น ต่อจากนั้นพยายามรวมขั้นตอนงานเข้าด้วยกันให้เป็นสถานีงาน โดยพยายามให้เกิดเวลาว่างทั้งหมดน้อยที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนของสถานีงานมาก หรือน้อยไปอาจจัดใหม่โดยให้รอบเวลาในการผลิตมากขึ้นหรือน้อยลง

2.5.1 เป้าหมายของการจัดสมดุลสายการผลิต

เป้าหมายหลักของการทำการจัดสมดุลสายการผลิตนั้นมุ่งเน้นไปในส่วนของจำนวนตำแหน่งงานที่น้อยที่สุด ในขณะที่จำนวนการผลิตคงที่ (Fixed Production for Optimum Operator) รวมไปถึงในส่วนของผลผลิตที่ได้ต้องมากเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าโดยที่มีการใช้พนักงานเท่าเดิม (Fixed Operator for Maximum Production)

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หมายถึง การลดเวลาว่างของคนงานในสถานีงานของสายการผลิต โดยพยายามทำให้เวลาที่ใช้ในสายการผลิตของแต่ละสถานีเท่ากันหรือเกิดความสมดุลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การจัดสมดุลสายการผลิตมีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดและแบ่งงานก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน
2. กำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน
3. คำนวณจำนวนต่ำสุดของสถานีงานการผลิตที่ต้องการ
4. กำหนดงานย่อยที่ต้องทำให้กับสถานีงานการผลิต
5. คำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิตที่ได้

ในอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าแบบต่อเนื่อง (Continuous Production) จะมีการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Element) และมีพนักงานทำงานเฉพาะขั้นตอน หรืออาจจะทำหลาย ๆ ขั้นตอนรวมกัน ซึ่งสินค้ากึ่งสำเร็จรูป (Semi finished Product) จะไหลมาตามสายพานผ่านพนักงานที่ประจำแต่ละสถานีงาน (Work Station) ที่ทำงานเฉพาะของตนเองจนได้สินค้าสำเร็จรูป ลักษณะแบบนี้เรียกว่า ระบบสายงานผลิต

เนื่องจากแต่ละสถานีงานมักจะเกิดความเหลื่อมล้ำในปริมาณงานและเวลาการทำงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการจัดสมดุลสายงานการผลิตเพื่อจัดให้แต่ละสถานีงานให้เหมาะสม โดยพิจารณาการใช้งานในการทำงานแต่ละสถานีงานให้ใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน ซึ่งจะลดเวลาสูญเปล่า (Idle Time) อันเกิดจากการรอคอยชิ้นงาน การล่าช้าของงานให้น้อยที่สุด การจัดสมดุลสายงานการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การจัดสมดุลสายงานการประกอบ (Assembly Line Balancing)
2. การจัดสมดุลสายงานการผลิตประกอบ (Fabrication Line Balancing)

2.5.2 ปัญหาของการจัดสมดุลสายงานการผลิต

ปัญหาที่สำคัญของการจัดสมดุลสายงานการผลิต คือ การจัดลำดับของการประกอบใหม่ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการไหลของสายงาน ดังนั้นการรวมขั้นตอนงานเข้าด้วยกันและประกอบที่สถานีงานเดียวกัน จะต้องมีความสอดคล้องกับลำดับก่อนหลังเพื่อลดความสูญเปล่าในการทำงาน จากข้างต้นสามารถแจกแจงเป็น 2 ปัญหา คือ

1. หาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด เมื่อกำหนดเวลาสูงสุดในการทำงานของแต่ละสถานีงาน
2. หาเวลาสูญเปล่าที่น้อยที่สุด เมื่อกำหนดจำนวนสถานีงานสูงสุด

2.6 การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม

การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม จะให้หลักการศึกษาการทำงานโดยใช้แผนภูมิต่าง ๆ ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มแผนภูมิเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ และ (2) กลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนภูมิและกลุ่มของแผนภูมิ

กลุ่มแผนภูมิ	แผนภูมิ
1. วิเคราะห์กระบวนการ	1.1 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Process chart) 1.2 แผนภูมิกระบวนการปฏิบัติงาน (Operation process chart) 1.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) 1.4 แผนภูมิการประกอบ (Assembly process chart) 1.5 แผนภูมิผลิตภัณฑ์พหุคูณ (Multi-product process chart) 1.6 แผนภูมิการเดินทาง (Travel chart)
2. วิเคราะห์กิจกรรม	2.1 แผนภูมิกิจกรรม (Activity chart) 2.2 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ (Multiple activity chart) 2.3 แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine chart) 2.4 แผนภูมิการทำงานของสองมือโดยละเอียด (Simo chart)

หลักการที่นำมาใช้ ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) และแผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine chart) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Charts)

แผนภูมิกระบวนการไหลใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำอธิบายลงในแผนภูมิ การิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัวสำหรับแผนภูมิกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
○	Operation การปฏิบัติงาน	การปฏิบัติงานบนชิ้นงานเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน
□	Inspection การตรวจสอบ	การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดูเพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน
⇨	Transportation การขนส่ง	การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
D	Delay การคอย	การล่าช้าของงานเนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นตอนไปดำเนินการต่อ
▽	Storage การเก็บ	การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่ายควรมีคำสั่งหรือหนังสือจากผู้เกี่ยวข้อง

2.6.2 แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine chart)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งอาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องจักรขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลารอคอยของคนหรือเครื่องจักร เพื่อศึกษาดูว่าควรต้องมีการลดหรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ แผนภูมิประเภทนี้วิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลา แสดงในลักษณะ Bar chart และตารางสรุปเวลาการทำงานดังแสดงในภาพที่ 10

การวิเคราะห์จะใช้กราฟแท่งแทนกิจกรรมแต่ละประเภท โดยใช้การระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนการทำกิจกรรมหรือทำงาน และการว่างงานหรือการรอคอย คือการแสดงว่าพนักงานไม่มีกิจกรรม เกิดการรอคอย หรือเมื่อเครื่องจักรไม่ได้เดินเครื่อง

ประโยชน์ของงการใช้แผนภูมิคน-เครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานหลายคน หรือการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

(1) ลดรอบเวลาทำงาน

(2) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

(3) ลดการเสียเวลารอคอย

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องทดสอบแรงกด	สถานะ	เวลา(วินาที)
นำชิ้นงานออกจาก Transfer tool	▨	2.0	ว่าง		2.0
นำชิ้นงานอ่านหมายเลขแล้วใส่เครื่อง	▨	2.2			2.2
กดสวิตช์	▨	0.7			0.7
ว่าง		15.8	ทดสอบชิ้นงาน	▨	15.8
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง	▨	0.8	ว่าง		0.8
ใส่ชิ้นงานบน Transfer tool	▨	1.5			1.5
ส่ง Transfer tool พร้อมงานไปสถานีถัดไป	▨	1.0			1.0
รวม		24.0	รวม		24.0

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

ภาพที่ 10 ตัวอย่างแผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart)

ที่มาจากจาก รศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2550)

2.7 การยศาสตร์ (Ergonomics)

2.7.1 คำจำกัดความ

การยศาสตร์ (Ergonomic) มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ ergon ที่แปลว่า งาน กับ nomos ที่แปลว่า กฎ ดังนั้น การยศาสตร์ (Ergonomic) หมายถึง หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับส่วนอื่นของระบบ และเป็นการประยุกต์ที่ใช้ทฤษฎี หลักการข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ เพื่อยกระดับสภาพการทำงานและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (The International Ergonomics Association, 2000) โดยหลักการของการยศาสตร์เป็นการหาจุดที่เข้ากันได้ดีที่สุดระหว่างผู้ปฏิบัติงาน กับสภาพการทำงาน ที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลผลิตสูงสุด (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื้อโสม ติงสัญชลี, 2538)

2.7.2 ความสำคัญของการยศาสตร์

การยศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อกระบวนการทำงานไม่ว่าจะเป็นต่อผู้ที่ปฏิบัติงานนั้น หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปถึงความสำคัญของการยศาสตร์ได้ดังนี้

(1) การออกแบบการเปลี่ยนแปลงการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การมีคุณภาพชีวิตที่ดี ตลอดจนได้คุณภาพของงาน

(2) การออกแบบเปลี่ยนแปลงสถานที่ทำงาน การวางผังโรงงาน โดยมุ่งเน้นความสะดวกสบาย ความรวดเร็วในการทำงาน การอำนวยความสะดวก และการบำรุงรักษา

(3) การออกแบบเปลี่ยนแปลงวิธีในการทำงาน รวมถึงการนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน การจัดสรรทรัพยากรคนให้เข้ากับเครื่องจักรแต่ละชนิดตามความสามารถและความชำนาญ

(4) การควบคุมปัจจัยทางกายภาพในสภาพที่ทำงานให้มีความปลอดภัย เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกต่อประสิทธิภาพในการผลิต

การที่ไม่นำความรู้ทางการยศาสตร์ไปใช้ในกิจการอุตสาหกรรมนั้น อาจก่อให้เกิดผลเสียดังนี้

- ผลผลิตโดยรวมลดลง
- สูญเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยไม่จำเป็น
- ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากขึ้น
- อัตราการขาดงาน และลาออกสูงขึ้น
- คุณภาพของงานลดลง

- ผู้ปฏิบัติงานมีความล้าและความเครียดเพิ่มขึ้น
- อัตราความผิดพลาดและอุบัติเหตุ มีโอกาสเกิดมากขึ้น

สรุปถึงประโยชน์ของการนำหลักการศาสตร์ไปใช้ในการทำงานได้ 4 ข้อหลักดังนี้

- ช่วยส่งเสริมสุขภาพของคนงานให้ดียิ่งขึ้น
- ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน
- ช่วยเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน
- ช่วยเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ทราบถึงความสามารถ ขีดจำกัด และคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติต่าง ๆ ของมนุษย์ แม้ได้ทราบแล้วว่าการนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานนั้น มีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีเหตุผลบางประการที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์ไปใช้ได้ หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จ

สาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น สามารถสรุปสาเหตุได้ดังนี้

1) การใช้หลักการทางการยศาสตร์แบบไม่ถูกต้อง เป็นการนำหลักการทางกศาสตร์ไปใช้โดยที่มิได้ตรวจสอบถึงความเหมาะสมของกระบวนการว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะการทำงานหรือไม่ การกระทำเช่นนี้เรียกว่า การยศาสตร์ผีดิบ (Voodoo Ergonomic)

2) การคิดว่าการยศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องทราบโดยจิตสำนึก (Common Sense) ไม่ต้องมีหลักการทางวิชาการใด ๆ เป็นพิเศษ สามารถทราบได้ด้วยตัวเองจากจิตสำนึก (Common Sense) ว่าสิ่งใดเป็นการทำงานที่ถูก หรือผิดสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งแนวความคิดเช่นนี้ทำให้ไม่เห็นความสำคัญของการยศาสตร์เท่าที่ควร

3) การนำการยศาสตร์เข้ามาใช้ในการทำงานนั้น บางครั้งจำเป็นต้องมีการลงทุน แต่ผู้ที่มีอำนาจการตัดสินใจมักมองว่าการนำการยศาสตร์มาใช้ ไม่เกิดประโยชน์กับองค์กรแต่เป็นการให้ประโบชน์กับคนงานมากว่า ดังนั้นผู้มีอำนาจจึงมีอุปสรรคในการตัดสินใจลงทุน

4) การมองว่าการยศาสตร์เป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าโดยขาดการตรวจสอบที่ดีว่า การลงทุนเพื่อการนำยศาสตร์มาใช้นั้นคุ้มค่ากับต้นทุนหรือไม่ หรือมีการตรวจสอบความคุ้มทุนที่ไม่ถูกต้อง เพราะผลกระทบของการนำการยศาสตร์มาใช้นั้นค่อนข้างกว้าง และอาจใช้เวลานานกว่าจะได้รับประโยชน์

จากข้อมูลข้างต้นสรุปว่า การประยุกต์ใช้หลักการทางยศาสตร์ในงานก่อสร้าง มีประโยชน์ต่อทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้อง แต่การประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์มาใช้แต่ไม่ได้ผล แสดงให้

เห็นว่าการนำหลักการทางการยศาสตร์มาใช้นั้น ต้องมีการวางแผน และการให้ความร่วมมือกันของทุก ๆ ฝ่าย

2.8 หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว (Motion Economy)

มีอยู่หลายหลักการที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว หลักการเหล่านี้พัฒนาขึ้นมาจากประสบการณ์ เป็นหลักในการปรับปรุงวิธีการทำงานของสถานที่ปฏิบัติงาน ผู้ที่ใช้คนแรกคือ แฟรงค์ กิลเบรธ ซีเนียร์ ผู้เป็นต้นกำเนิดการศึกษาการเคลื่อนไหว ต่อมาได้ถูกขยายให้ใหญ่ขึ้น โดยผู้ทำงานอยู่ในสาขานี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศาสตราจารย์บาร์นส์ หลักการเหล่านี้อาจจัดรวมกันได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- การใช้โครงร่างของมนุษย์
- การจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน
- การออกแบบเครื่องมือ

หลักการเหล่านี้มีประโยชน์ทั้งในโรงงานหรือห้องสำนักงาน เพราะเป็นพื้นฐานอย่างดียิ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น และลดความเหนื่อยล้าของงานที่ทำด้วยมือลงเสนอโดยศาสตราจารย์บาร์นส์ ที่จะบรรยายต่อไปนี้

2.8.1 การใช้โครงร่างของมนุษย์

(1) มือทั้งสองจะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ในเวลาเดียวกัน

(2) มือทั้งสองข้างจะต้องไม่ว่างงานเวลาเดียวกันยกเว้นตอนพักงาน

(3) การเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองข้างจะต้องเหมือนกันแต่ในทิศทางตรงข้าม และจะต้องเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน

(4) การเคลื่อนไหวของมือและลำตัวให้ใช้ประเภทของการเคลื่อนที่ต่ำสุดที่สามารถทำให้การทำงานได้ผลเป็นที่พอใจ

(5) ให้ใช้โมเมนตัมของคนงานช่วยในการทำงาน แต่ในกรณีที่ต่อต้านกับกล้ามเนื้อของคนงานขณะทำงานต้องลดโมเมนตัมลงให้เหลือน้อยลงสุด

(6) การเคลื่อนไหวแบบวงโค้งต่อเนื่อง จะนิยมใช้มากกว่าการเคลื่อนไหวแบบเส้นตรงแล้วมีมุมหักเบี่ยงทิศทางอย่างกระทันหัน

(7) การเคลื่อนที่อย่างอิสระสามารถทำได้เร็วกว่า ง่ายกว่า และแม่นยำกว่าการเคลื่อนที่อย่างเคร่งเครียดหรือควบคุมบังคับ

(8) จังหวะท่าทีจำเป็นมากในการปฏิบัติงานอย่างราบเรียบสม่ำเสมอ และการปฏิบัติงานอย่างอัตโนมัติในงานที่มีการกระทำซ้ำกัน งานจะต้องจัดวางอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดการง่ายและทำได้อย่างธรรมชาติในเวลาปฏิบัติงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(9) งานจะต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่การเคลื่อนไหวของดวงตา อยู่ในขอบเขตที่สะดวกสบาย ดวงตาเวลามองงานขณะปฏิบัติงานอยู่ จะต้องไม่เปลี่ยนโฟกัสบ่อย ๆ

2.8.2 การจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน

(1) ตำแหน่งที่แน่นอน ต้องจัดเตรียมไว้สำหรับวางเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในงาน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดนิสัย เคยชินขึ้นเมื่อหยิบเครื่องมือหรือวัสดุนั้น ๆ บ่อยครั้ง

(2) เครื่องมือหรือวัสดุที่ใช้งานจะต้องจัดเตรียมตำแหน่งที่แน่นอนเอาไว้ เพื่อจะได้ไม่ค้นหาวุ่นวายเวลาใช้

(3) ใช้กล่องหรือภาชนะเก็บของ เพื่อนำของนั้น ๆ ไปไว้ใกล้กับผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด ถ้ากรณีที่ใช้ส่งวัสดุโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก จุดปลายท้ายที่ส่งวัสดุมาต้องอยู่ใกล้ตัวผู้ใช้วัสดุนั้นให้มากที่สุดเช่นกัน

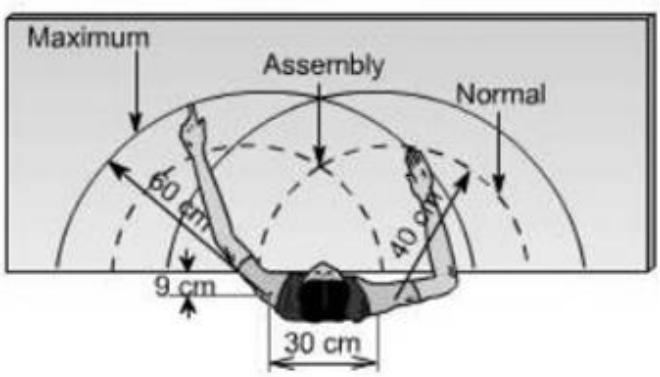
(4) เครื่องมือ วัสดุ และเครื่องควบคุมบังคับ ต้องจัดเรียงอยู่ภายในบริเวณปฏิบัติงานที่กว้างที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 11 และภาพที่ 12 และให้อยู่ใกล้ผู้ปฏิบัติงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(5) เครื่องมือและวัสดุต้องจัดเรียงให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดลำดับขั้นตอนของการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงานได้ดีที่สุด

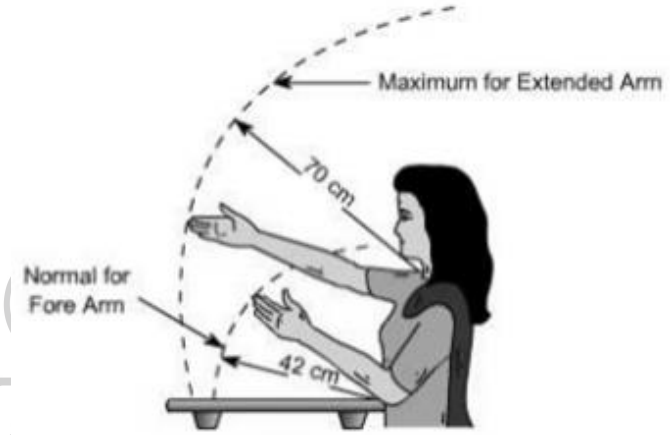
(6) ควรใช้วิธีทิ้งลงข้างล่าง หรือใช้เครื่องดีดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกไปจากบริเวณปฏิบัติงาน เพื่อคนงานจะได้ไม่ต้องใช้มือผลักดันผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้นออกไป

(7) ต้องจัดหาแสงสว่างให้เพียงพอบริเวณปฏิบัติงาน และต้องจัดหาเก้าอี้นั่งทำงานชนิดที่เหมาะสมและมีความสูงพอดี เมื่อนั่งทำงานแล้วจะได้ท่านั่งที่สวยและสบาย ความสูงของบริเวณปฏิบัติงานและเก้าอี้ควรขยับขยายได้เพื่อไว้ใช้ในที่นั่งทำงานสลับกับยืนทำงาน

(8) สีของบริเวณที่ปฏิบัติงานต้องตัดกันกับงานที่กระทำ เพื่อลดความเมื่อยล้าของนัยน์ตา



ภาพที่ 11 ขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานแนวระนาบของผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 12 ขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานแนวตั้งของผู้ปฏิบัติงาน

2.8.3 ออกออกแบบเครื่องมือ

(1) งานที่ต้องใช้มือถือเอาไว้ควรขจัดออกไป ในเมื่อสามารถใช้จิกหรือฟิกซ์เจอร์ทำแทนได้

(2) ใช้เครื่องมือ 2 ชิ้น หรือมากกว่าเข้าร่วมการทำงานในทุกโอกาสที่สามารถทำได้

(3) ในกรณีที่นิ้วมือทุกนิ้วที่เคลื่อนไหวในการทำงาน เช่น เวลาพิมพ์ดีดควรจะแผ่กระจายน้ำหนักนิ้วตามความสามารถตามธรรมชาติของนิ้วมือ

(4) เหล็กข้อเหวี่ยง ซึ่งใช้สำหรับหมุนเครื่องมือที่ถ่ายทอดการหมุนหรือไขควงขนาดใหญ่ ๆ ต้องออกแบบให้มีขนาดที่ผิวของมือสัมผัสเครื่องมือประเภทนี้ให้มากที่สุด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดโดยเฉพาะกรณีต้องออกแรงหมุนมาก

(5) คานงัด พวงมาลัย กากบาดและพวงมาลัยวงกลม ต้องวางในตำแหน่งที่ผู้ใช้งานเมื่อใช้งานแล้วการเปลี่ยนตำแหน่งของลำตัวผู้ใช้งานเกิดขึ้นน้อยที่สุด หรือในตำแหน่งที่ทำให้เกิด “ความได้เปรียบเชิงกล”

2.8.4 ประเภทของการเคลื่อนไหว

กฎที่สี่ในหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว คือการเคลื่อนไหวของร่างกายต้องพยายามใช้ประเภทต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ประเภทการเคลื่อนไหวนี้ได้สร้างขึ้นตามแนวแกนหมุนต่าง ๆ ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประเภทของการเคลื่อนไหว

ประเภท	แกนหมุน	อวัยวะที่เคลื่อนไหว
1	ข้อนิ้วมือ	นิ้วมือ
2	ข้อมือ	มือและนิ้วมือ
3	ข้อศอก	แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ
4	หัวไหล่	แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือและนิ้วมือ
5	ท้อง	ลำตัวช่วงบน แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือและนิ้วมือ

จะเห็นว่าการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่อยู่เหนือประเภทที่ 1 จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของประเภทต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนไหวต่ำกว่าลงไป ถ้าใช้ประเภทการเคลื่อนไหวต่ำจะประหยัดแรงกว่าถ้าจัดวางทุกสิ่งทุกอย่างที่ต้องการในการทำงานในตำแหน่งที่ง่ายต่อการเอื้อม ไปหยิบจับแล้วสามารถทำให้ใช้ประเภทการเคลื่อนไหวที่ต่ำได้ง่าย ส่งผลทำให้เกิดการประหยัดแรงขึ้นดังกล่าวข้างต้น

2.8.5 ข้อสังเกตอื่น ๆ เกี่ยวกับการวางผังสถานที่ปฏิบัติงาน

(1) ถ้างานที่มือแต่ละข้างเป็นงานที่คล้ายกัน การป้อนวัสดุหรือชิ้นส่วนแก่มือทั้งสองข้างควรแยกออกจากกัน

(2) ถ้าใช้สายตาในการเลือกวัสดุหรือชิ้นส่วน วัสดุหรือชิ้นส่วนนั้นจะต้องวางในตำแหน่งบริเวณที่เมื่อใช้สายตามองแล้วการเคลื่อนไหวของศีรษะต้องน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

(3) รูปร่างลักษณะของวัสดุจะมีอิทธิพลอย่างมาก ในการกำหนดตำแหน่งที่วางในการวางผังสถานที่ปฏิบัติงาน

(4) การจับเครื่องมือขึ้นมาจะต้องมีผลกระทบกระเทือนน้อยที่สุดต่อจังหวะการเคลื่อนไหวหรือต่อความสอดคล้องกันของการเคลื่อนไหว คนงานจะต้องสามารถหยิบเครื่องมือหรือวางเครื่องมือลงโดยที่มือจะเคลื่อนที่ส่วนหนึ่งของงานไปยังส่วนต่อไปของงาน ในวิถีทาง

ธรรมดา การเคลื่อนที่โดยธรรมชาติจะต้องเป็นวิถีโค้ง ไม่ใช้เส้นตรง ดังนั้นการเคลื่อนที่ของเครื่องมือจะต้องอยู่ในวิถีโค้ง ซึ่งไม่มีวัสดุหรือสิ่งของใดขวางทางอยู่

(5) การหยิบเครื่องมือขึ้นมาหรือวางกลับที่เดิมต้องทำโดยง่าย ถ้าเป็นไปได้ควรจะให้เครื่องมือคืนกลับที่เดิมโดยอัตโนมัติ

(6) ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูปแล้วควรจะกระทำดังนี้

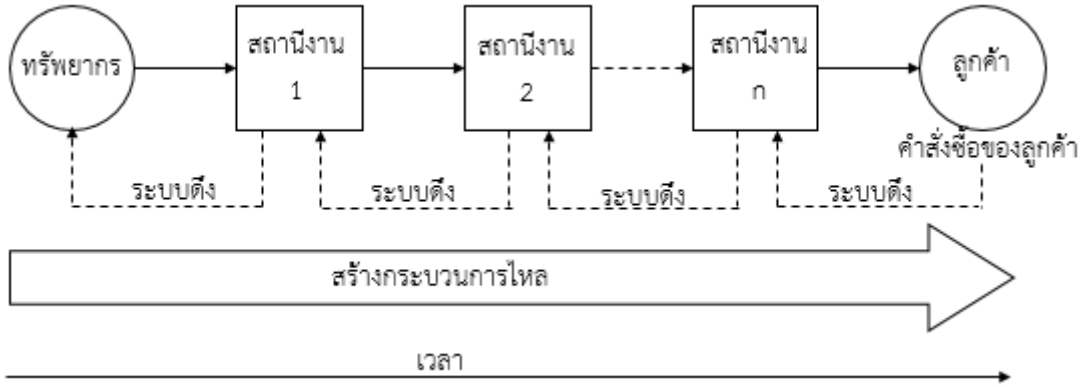
- ทิ้งลงในช่องสำหรับผ่านงาน
- ทิ้งลงในช่องผ่านงานในขณะที่มือเริ่มต้นเคลื่อนไหวในท่วงท่าแรกของวัฏจักรต่อไป
- วางลงในที่เก็บของซึ่งวางไว้ในตำแหน่งที่เกิดการเคลื่อนที่ของมือน้อยที่สุด
- ถ้างานที่ปฏิบัติต้องทำเป็นทอด ๆ แล้ว ควรวางลงในที่เก็บของในลักษณะที่ผู้ปฏิบัติงานขั้นถัดไปสามารถหยิบขึ้นมาได้ง่าย

(7) พยายามใช้เท้า หรือหัวเข่าบังคับคานงัดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในงานจับคีมหรือจับตัวเลขของเครื่องมือในฟิกซ์เจอร์ หรือในงานที่ใช้เครื่องมือผลักผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้วออกไปจากที่ปฏิบัติงาน

2.9 แนวคิดแบบลีน (Lean)

2.9.1 ประวัติผลิตแบบลีน

แนวคิดของการผลิตแบบลีนเริ่มขึ้นทศวรรษที่ 1940s โดยบริษัทผลิตรถยนต์โตโยต้า (Yasuhiro Monden, 1983) โดยแนวคิดในสายการผลิตของ Taichi Ono และ Shigeo Shigo วิศกรของบริษัท ที่เรียกกันว่า ระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time : JIT) หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) เป็นวิธีการผลิตที่มีเป้าหมายการใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด โดยการผลิตผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวให้เสร็จตลอดสายการผลิต และสร้างกระบวนการผลิตโฟกัสไปที่ระบบที่มีการจำแนกและจำกัดของเสียทั้งหมดตลอดการผลิต โดยใช้แนวคิดการกำจัดของเสียที่ได้พัฒนาโดยบริษัท Ford และ Herry Ford ในช่วงปี ค.ศ. 1900 ต่อมา John Craffic นักวิจัยชาวอเมริกันได้สนใจระบบการผลิตแบบโตโยต้า และการพัฒนาสู่ปรัชญาการผลิตซึ่งเรียกว่า การผลิตแบบลีน หรือ Lean Manufacturing ลงในวารสาร “Sloan Management Review” ปี ค.ศ. 1988 ซึ่งมีแนวคิดการผลิตดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แนวคิดผลิตแบบลีน

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1900 Jim Womack สนใจในเรื่องการสั่งซื้อแบบประหยัดพร้อมกับเห็นว่าญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดความสูญเปล่า จึงได้ศึกษาอย่างละเอียดและเป็นระบบจนประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดความสูญเปล่าจะช่วยสร้างคุณค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยเสนอลงไปในหนังสือ “Machine that Changed the World” โดยให้หลักการของการผลิตแบบลีนไว้ 5 ประการ (Womack, Jones, & Roos, 1990) คือ

(1) ระบุเน้นคุณค่า
(2) การกำหนดสายธารคุณค่า (Value Stream)
(3) การไหล (Flow)
(4) ระบบดึง (Pull System)
(5) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

2.9.2 มุมมองของลีน (Lean Perspective)

หลักประการหนึ่งของการผลิตแบบลีน คือระบุเน้นไปที่คุณค่า และกำหนดสายธารคุณค่า มุมมองของการผลิตแบบลีน ก็คือการพิจารณากิจกรรมไปตลอดสายของกระบวนการผลิต (Womack & Jones, 1996) โดยมีการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

(1) กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) ในมุมมองของลูกค้าขั้นสุดท้าย คือ กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า ให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ คิดเป็น 5% ของกิจกรรมทั้งหมด
(2) กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non Value Added Activity: NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ กิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต่อกระบวนการ คิดเป็น 60% ของกิจกรรมทั้งหมด

(3) กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non Value Added Activity: NNVA) คือ กิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือบริการ แต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คิดเป็น 35% ของกิจกรรมทั้งหมด

ในการปรับปรุงกระบวนการแบบดั้งเดิม (Tradition Process Improvement) มิได้มีมุมมองไปที่คุณค่า การปรับปรุงก็คือการลดการปฏิบัติการ (Operation) ลงทั้งหมด เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า และผลกระทบที่เกิดขึ้นคือกิจกรรมที่สร้างคุณค่าก็ลดลงไปด้วยแต่แนวคิดแบบลีน พยายามสร้างมุมมองที่ให้เห็นถึงกิจกรรมที่ทำทั้งหมดตลอดกระบวนการและจำแนกคุณค่าให้เห็นถึงกิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่าและกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าแล้วกำจัดออกไปให้เหลือน้อยที่สุด

แนวคิดแบบลีน ได้จำแนกสิ่งไร้ค่า หรือ Waste ซึ่งในภาษาญี่ปุ่นคือ Muda ออกเป็น 7 ประเภทคือ

(1) *การผลิตที่มากเกิน (Overproduction)* ความต้องการของลูกค้า หมายถึง ทุกอย่างที่ผลิตมากขึ้นหรือมากเกินไปไม่ว่าจะเป็น Safety stock งานระหว่างกระบวนการ (Work in process) สินค้าคงคลัง เป็นต้น ทรัพยากรแรงงานและวัตถุดิบถูกใช้ไปโดยไม่ได้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า

(2) *การรอคอย (Waiting)* รวมทั้งหมดไม่ว่าจะรอคอยวัตถุดิบ ข้อมูลข่าวสาร อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ในระบบลีนนั้นต้องการที่จะจัดหาและรองรับการผลิตหรือบริการแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) ไม่มาเร็วกว่า หรือช้ากว่าเวลาที่กำหนด

(3) *การขนส่ง (Transportation)* วัตถุดิบต้องส่งให้ถึงตำแหน่งที่ต้องการจะใช้ หมายถึง การทดแทนวัตถุดิบที่ถูกส่งจากผู้จัดหาไปสู่บริเวณรับสินค้าผ่านกระบวนการผลิต เคลื่อนย้ายสู่โกดังเก็บสินค้า รวมถึงการขนส่งชิ้นส่วนในสายการผลิต ระบบลีนมีความต้องการที่จะให้วัตุดิบผ่าโดยตรงจากผู้จัดหาไปสู่สายการผลิตที่จะใช้โดยทันที

(4) *กระบวนการที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non Value Added Processing)* ยกตัวอย่างเช่น งานที่ถูกกลับมาทำใหม่ (Reworking) ผลิตภัณฑ์หรือบริการใด ๆ ก็ตามที่ไม่สำเร็จถูกต้องภายในครั้งเดียว ชิ้นส่วนประกอบที่ทำออกมาแล้วคู่ประกอบร่วมยังไม่ได้ผลิตออกมา (Deburring) การตรวจสอบ (Inspection) ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาโดยวิธีการควบคุมสถิติเพื่อให้จำนวนการตรวจสอบน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

(5) *สินค้าคงคลังที่มากเกินไป (Excess Inventory)* ประกอบไปด้วยวัตถุดิบ งานระหว่างกระบวนการ และสินค้าสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันกับการผลิตที่มากเกินไป

(6) *ของเสีย (Defect)* หรือบริการที่ผิดพลาด ทำให้เสียแหล่งวัตถุดิบใน 4 ลักษณะ คือ วัตถุดิบ แรงงานที่ผลิตหรือการบริการไปหากครั้งแรกไม่ผ่าน แรงงานที่ต้องทำงานใหม่อีกครั้ง และแรงงานที่ต้องอยู่เพื่อรองรับการร้องเรียนที่กำลังจะตามมาจากลูกค้า

(7) *การเคลื่อนไหวที่มากเกินไป (Excess Motion)* การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นสาเหตุมาจากเส้นทางการไหลของงาน ผังโรงงานที่ไม่ดี การดูแลรักษาสถานที่ทำงาน และวิธีการทำงานที่ขัดกันโดยไม่ได้มีเอกสารอธิบายไว้

2.9.3 หลักการผลิตแบบลีน

ในหนังสือ “Machine that Changed the World” ที่เขียนขึ้นโดย James Womack และคณะได้ อธิบายหลักการผลิตไว้ 5 ประการดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และแสดงให้เห็นถึงแนวทางที่ดีขึ้นในการจัดองค์กรที่มีการผลิตมาก ๆ และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางธุรกิจ และทาง The Nation Institute of Standard and technology Extension Partnership’s Lean Network (Kilopatrick ,2003) ได้ให้คำกำจัดความของการผลิตแบบลีนไว้ว่า “ A Systematic approach to identifying and eliminating waste through continues improvement, flowing the product at the pull of customer in the pursuit of perfection” (Jacksom & Jones, 1996)

2.9.4 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีน (Lean Tools) ซึ่งได้พัฒนา Toolkit ของการผลิตแบบลีน รวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด และจำแนกเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภทตามผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6 คือ

(1) *เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล (Flow)* ได้แก่ Pull Production Scheduling หรือ Kanban, One piece flow, 5s, Standard work, Method sheet, Visual control, Total preventive maintenance, Reliability maintenance, Preventive maintenance และ Predictive maintenance

(2) *เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility)* ได้แก่ Setup reduction, Mixed model production, Smoothed production และ Cross Trained workforce

(3) *เครื่องมือลดเวลาในการทำงาน (Throughput rate)* ได้แก่ Flow cell, Point of used storage, Autonomation, Mistake Proofing, Self check Inspection, Successive check Inspection และ Line stop

(4) *เครื่องมือที่ใช้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)* ได้แก่ Kaizen, Design of Experiment, Root Cause Analysis , Statistical process control และ Team Based Problem Solving

ตารางที่ 6 ชุดเครื่องมือของลีน

5ส	จุดใช้วัสดุ	การออกแบบการทดลอง
การลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร	ระบบดึง	การวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุที่แท้จริง
ความเร็วในการผลิต	ฝึกอบรมพนักงาน	การควบคุมกระบวนการทางสถิติ
มาตรฐานการทำงาน	เทคนิคการป้องกันความผิดพลาด	การแก้ปัญหาเป็นทีม
แผ่นวิธีการทำงาน	การควบคุม ตัวเองโดยอัตโนมัติ	การปรับปรุงอย่างรวดเร็ว
การจัดสายการผลิตแบบเซลล์	หยุดการผลิต	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
การควบคุมด้วยการมองเห็น	การตรวจสอบด้วยตนเอง	การคาดคะเนอัตราการเสื่อมของเครื่องจักร
การผลิตและเคลื่อนย้ายชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง	การบำรุงรักษาเน้นความเชื่อถือได้
การผลิตแบบผสมรุ่น	การปรับเรียบการผลิต	การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม

2.9.5 ตัววัดประสิทธิภาพตามแนวคิดลีน

ในแนวคิดลีน ตัววัดที่สำคัญคือ เวลานำรวม (Total Lead Time) ซึ่งอธิบายและคำนวณได้ โดยกฎของลิตเติล (Little's Law) คือ

$$\text{เวลานำรวม} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่อยู่ในกระบวนการ}}{\text{อัตราเฉลี่ยการสร้างชิ้นงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา}}$$

- เวลานำรวม คือ เวลาที่นับตั้งแต่ชิ้นงานเข้าสู่ระบบจนกระทั่งออกจากระบบ
- จำนวนของชิ้นงานที่อยู่ในระบบ (Work-In-Process ; WIP หรือ Things-in-Process; TIP) คือ จำนวนของชิ้นงานที่เข้าสู่ระบบและยังไม่ได้ออกจากระบบ โดยชิ้นงานนี้อาจหมายถึง วัตถุดิบ คำสั่งซื้อ ลูกค้า รายการประกอบ หรืออะไรก็ได้
- อัตราเฉลี่ยการสร้างชิ้นงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา (Average Completion Rate, Exit Rate, Throughput) คือ อัตราเฉลี่ยของการสร้างชิ้นงานเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

2.9.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำการผลิตแบบลีนไปปฏิบัติใช้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำการผลิตแบบลีนไปปฏิบัติใช้ (Kilpatrick, 2003) สามารถแบ่งออกเป็นได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การปฏิบัติการ (Operational) การบริหารจัดการ (Administrative) และการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์ (Strategic Improvement) ในปัจจุบันหลาย ๆ องค์กรได้นำวิธีการของลีนไปปฏิบัติใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติการ ด้วยเหตุผลเบื้องต้นในการปรับปรุงปฏิบัติการของกระบวนการเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงยังมีผลประโยชน์ในเรื่องการบริหารและจัดการและปรับปรุงเชิงกลยุทธ์อีกด้วย ดังต่อไปนี้

(1) ด้านการปฏิบัติการ

จากการสำรวจของ NIST Manufacturing Extension Partnership จาก 40 บริษัทที่นำวิธีการของ Lean ที่นำไปปฏิบัติใช้

- Lead time ลดลงได้ 90%
- Productivity เพิ่มขึ้น 50%
- Work in process inventory ลดลง 80%
- คุณภาพดีขึ้น 80%
- การใช้พื้นที่ลดลง 75%

(2) ด้านการบริหารจัดการ

- ความผิดพลาดในกระบวนการสั่งซื้อลดลง
- เส้นทางของการบริการลูกค้าไม่ได้อยู่ไกลเกินกว่าจะรับรู้ได้จากกระบวนการผลิต
- การใช้กระดาษใน Office ลดลง
- ลดความต้องการของจำนวนของพนักงานลง โดยใช้พนักงานที่มีอยู่ แต่สามารถรับคำสั่งซื้อได้มากขึ้น
- ใช้วิธีการ Out-Sourcing ในขั้นตอนที่ไม่สำคัญ
- ลดการลาออกของพนักงานลง และผลที่ได้ คือ ต้นทุนการจ้างงานลดลง
- การสร้างมาตรฐานของงานที่ทำให้มั่นใจว่าพนักงานที่ผ่านขั้นตอนทดลองงาน สามารถทำได้จริง

(3) ด้านการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์

จากการนำวิธีการของ Lean ไปปฏิบัติใช้ ตัวอย่างหนึ่งคือ บริษัทผลิตอุปกรณ์การรักษาพยาบาลขั้นพื้นฐาน โดยสามารลดเวลานำจาก 14 วันเหลือ 4 วัน และมีสินค้าคงคลังพร้อมส่งทันทีไม่น้อยกว่า 7 วัน ทำให้บริษัทสามารถออกโฆษณาส่งเสริมการขาย รับประกันการส่งสินค้าภายใน 10 วัน แต่ถ้าต้องการสินค้าน้อยกว่า 7 วัน ก็สั่งซื้อแบบพิเศษโดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มอีก 10% ของราคา ผลลัพธ์ที่ได้คือ ลูกค้าเพิ่มขึ้น 20% และลูกค้าที่มีอยู่ยินดีจะสั่งซื้อแบบพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 30% ทำให้ผลกำไรของบริษัทเพิ่ม 40% โดยไม่ต้องจ้างพนักงานเพิ่ม และค่าใช้จ่าย (Overhead cost) ไม่เพิ่มขึ้นด้วย ผลประโยชน์อีกหนึ่งอย่าง คือ บริษัทสามารถวางบิลได้เร็วกว่าเดิม 11 วัน ส่งผลให้สภาพของการไหลของเงิน (Cash Flow) ดีขึ้นมาก

2.9.7 โครงสร้างของระบบลีน

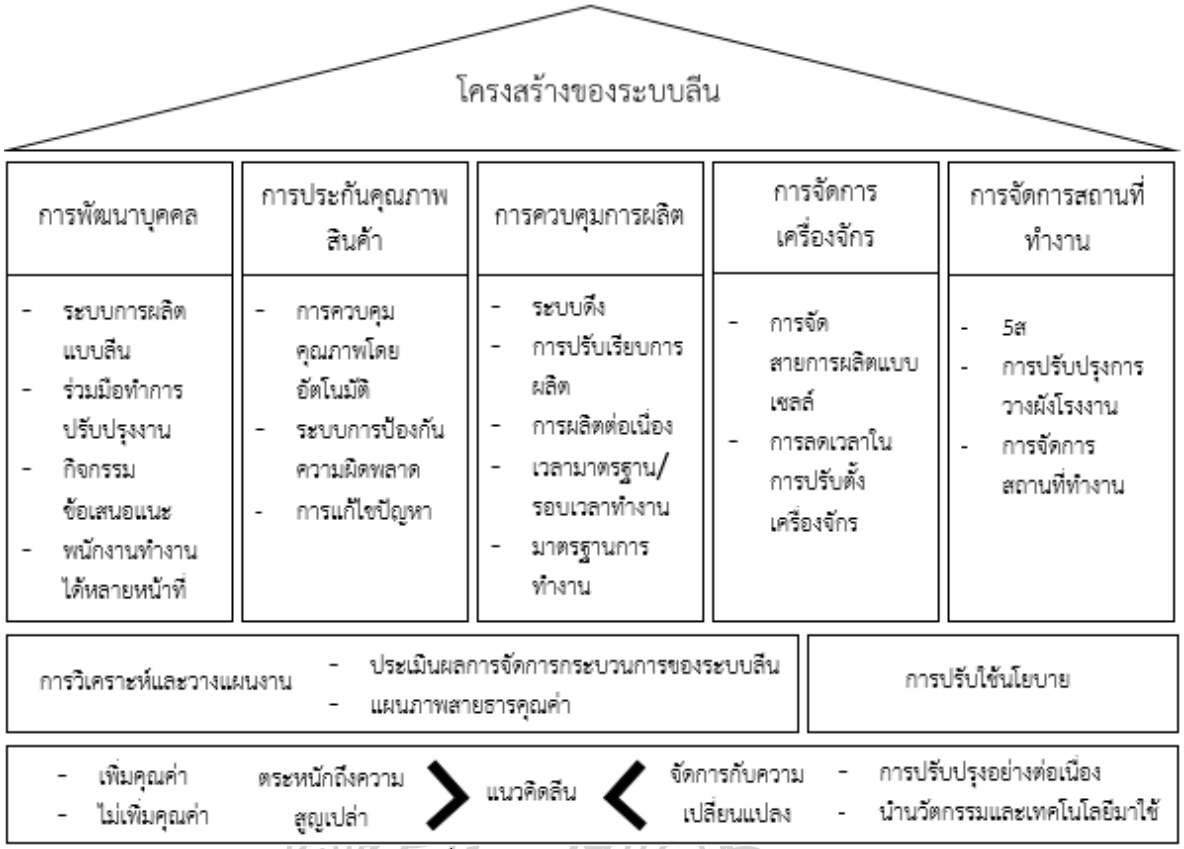
องค์ประกอบของระบบลีนเปรียบเสมือนกับโครงสร้างของวิหารดังแสดงในภาพที่ 14 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

- **ส่วนรากฐานของวิหาร** นับเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมากที่สุดส่วนหนึ่ง เปรียบเสมือนกับแนวคิดลีน (Lean thinking) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อให้พนักงานทุกคนในองค์กรเกิดความตระหนักถึงความสูญเปล่า สามารถแยกแยะงานที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกัน (Initiated awareness) สามารถจัดการกับความเปลี่ยนแปลง (Change management) และ

ปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานทุกระดับด้วยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (กิจกรรมไคเซน-Kaizen) นอกจากนี้ยังพิจารณานำเอานวัตกรรม (Kaikaku/Innovation) และเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อให้พนักงานทุกคนเกิดความมุ่งมั่นจำกัดความสูญเปล่า และพัฒนาคุณค่าของงานที่ทำ

- **ส่วนพื้นของวิหาร** ก่อนนำเครื่องมือต่าง ๆ ของลีนมาใช้จะต้องดำเนินการวิเคราะห์และวางแผนงาน (Analysis and planning) โดยประเมินผลการจัดการกระบวนการในสภาพปัจจุบันตามแนวทางของระบบลีน (Lean assessment) และวิเคราะห์ของกระบวนการเพื่อหาจุดปรับปรุงและวางแผน การปรับปรุงด้วยแผนภาพสายธารคุณค่า (Value stream mapping) ขณะเดียวกันทุกฝ่ายในองค์กรจะต้องร่วมมือกันกำหนดนโยบาย ตัวชี้วัด และเป้าหมายให้สอดคล้องกับแผนการดำเนินการ แล้วสื่อสารถ่ายทอดไปทั่วทั้งองค์กร (Policy deployment) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตามความคืบหน้า ปัญหา และอุปสรรคของการปรับปรุง
- **ส่วนเสาของวิหาร** โดยหากส่วนรากฐานและพื้นแข็งแรงมั่นคง ก็จะส่งผลให้เสาซึ่งเป็นโครงสร้างถัดมาของวิหารแข็งแรงด้วยเช่นกัน เสาแต่ละต้นในที่นี้ก็คือส่วนของกิจกรรมหรือเครื่องมือในการลดหรือกำจัดสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าของกระบวนการ และเน้นการสร้างคุณค่าในกระบวนการอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 14 ส่วนประกอบของลีน

เสาต้นที่ 1 : การพัฒนาบุคคล (Human development) โดยการฝึกอบรมพื้นฐานความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตแบบลีน (Lean Mfg. Training) ให้แก่พนักงานในระดับต่าง ๆ ตามความเหมาะสม การสนับสนุนให้พนักงานรวมกลุ่มในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อร่วมมือทำการปรับปรุงงาน (Small group activities) การสร้างช่องทางให้พนักงานแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นและรณรงค์ส่งเสริมการปรับปรุงงานด้วยกิจกรรมข้อเสนอแนะ (Suggestion) ตลอดจนการพัฒนาความสามารถของพนักงานให้สามารถทำงานได้หลายหน้าที่ (Multi skilled operator)

เสาต้นที่ 2 : การประกันคุณภาพสินค้า (Quality assurance) โดยดำเนินการแก้ไขปัญหาคุณภาพในกระบวนการ (Problem solving) และสร้างระบบการควบคุมคุณภาพของพนักงาน และเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ (Jidoka หรือ Autonomation) หรือระบบการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) และระบบการป้องกันความผิดพลาดของพนักงานหรือเครื่องจักร (Poka-Yoke หรือ Mistake proofing)

เสาต้นที่ 3 : การควบคุมการผลิต (Production control) โดยการสร้างมาตรฐานในการทำงาน (Standardized work) การกำหนดจังหวะในการผลิตตามความต้องการของลูกค้าด้วยการกำหนดรอบเวลามาตรฐานในการทำงาน (Takt time) การปรับปรุงรอบเวลาในการทำงานจริง

(Cycle time) การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous flow) การปรับเรียบการผลิต (Leveled Production) และการใช้ระบบดึง (Pull system) โดยใช้เครื่องมือคือระบบคัมบัง (Kanban) มาช่วยในการควบคุมการผลิต

เสาต้นที่ 4 : การจัดการเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ (Machine management) โดยทำการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Quick changeover) การเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่กระบวนการผลิตด้วย การจัดสายการผลิตแบบเซลล์ (Cellular manufacturing) กิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance activities) เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นต้น

เสาต้นที่ 5 : การจัดการสถานที่ทำงาน (Workplace management) โดยปรับปรุงพื้นที่ทำงานด้วยกิจกรรม 5ส (5s) ซึ่งเป็นพื้นฐานของการปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานให้เข้าใจยอมรับความเปลี่ยนแปลงและให้ความร่วมมือ การปรับปรุงการวางผังโรงงาน (Plant Layout) ตามแนวทางของระบบเดิม และพัฒนาประสิทธิภาพการสื่อสารภายในสถานที่ทำงาน

องค์ประกอบทุกอย่างล้วนทำให้เกิดระบบลีนที่มั่นคงและแข็งแรงขึ้นภายในองค์กร การสร้างระบบลีนจะประสบความสำเร็จได้ย่อมเกิดจากความร่วมมือกันของพนักงานทุกฝ่ายในองค์กรที่ให้ความร่วมมือและผลักดันจนเกิดระบบลีนขึ้นได้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ฤกษ์ชัย ปรีชาสุปัญญา, 2545) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตยาน้ำของอุตสาหกรรมผลิตยาแผนปัจจุบัน โดยปัญหาวิธีการทำงานจำแนกเป็นปัญหา ทั้งเกี่ยวกับขบวนการผลิต เครื่องจักร แรงงาน สถานที่และสิ่งแวดล้อม ทำให้ดำเนินการขาดประสิทธิภาพ จึงเสนอวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยใช้วิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) เพื่อที่จะขจัดเวลาไร้ประสิทธิภาพและหาเวลามาตรฐานในการทำงาน และปรับปรุงสายการผลิตโดยการศึกษาวิธีการทำงาน (Work Method) สามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยที่ลดรอบระยะเวลาการผลิต (Cycle time) และลดระยะทางในการผลิต ทำให้ผลในการทำงานสูงขึ้น

(นิสา ชัยนภาพร, 2545) จากแนวทางสามารถนำขั้นตอนการจัดสมดุลสายการผลิต มาประยุกต์ใช้กับสายการผลิตในส่วนสายการประกอบชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเก้าอี้ทันตกรรมตัวอย่าง เพื่อแก้ปัญหาการสูญเสียโอกาสในการขาย จากการผลิตไม่ตรงกับเป้าหมายทางการตลาด และการเสียโอกาสในรายได้จากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า นอกจากนี้ได้ทำการออกแบบระบบรหัสงานและรหัสชิ้นส่วนใหม่เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับขั้นตอนในการประกอบ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการผลิตชิ้นส่วน ลดจำนวนงานระหว่างทำและลดจำนวนชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดการรอคอยลงได้

(อัญชลี จินดาฤกษ์, 2545) งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาการเพิ่มผลิตภาพทางด้านแรงงานในโรงงานเบเกอรี่ โดยมีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของความสามารถในการผลิตแต่ละขั้นตอน โดยการดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ปัญหาผลิตภาพแรงงาน การสร้างเวลามาตรฐาน การจัดทำสมดุลสายการผลิต การจัดกำลังคนที่มีอยู่ให้เข้ากับงาน และการปรับแผนการผลิตเพื่อนำไปใช้งานตามกลุ่มปริมาณการผลิต ผลจากการแก้ไขปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มผลิตภาพแรงงานโดยรวมได้

(ดาริน เปรมปรีชา, 2560) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักบรรจุต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการบรรจุอาหารสัตว์ เริ่มต้นด้วยการศึกษากระบวนการผลิต วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) พบว่าค่าตัวเลขความเสี่ยง (RPN) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุดคือ วิธีการชั่งน้ำหนักอ่านค่ายาก จึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงงาน 2 แนวทางคือ การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control) และการจัดสมดุลสายการผลิต ผลการปรับปรุงวิธีชั่งน้ำหนักสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบจากการบรรจุน้ำหนักเกินมาตรฐานได้ และลดพนักงานในขั้นตอนการชั่งได้จำนวน 2 คน

(อนุสสรา ไนยจิตย์, 2557) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในสายการผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิตอล ดำเนินการปรับปรุงโดยจัดกลุ่มวิธีการปฏิบัติงานที่ความคล้ายคลึงกัน ฝึกทักษะพนักงาน ปรับรูปแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ขจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น และการปรับสมดุลสายการผลิต สามารถลดรอบเวลากระบวนการผลิต และลดจำนวนพนักงานจาก 55 คนต่อสายการผลิต ลดลงเหลือ 30 คนต่อสายการผลิต

(รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ, 2550) ศึกษาปัญหากระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มในแผนกเย็บ พบว่าปัญหาที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ เกิดจากปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิต และการวางอัตรากำลังคนต่อขั้นตอนการผลิตไม่เหมาะสม โดยมีขั้นตอนเริ่มต้นตั้งแต่การวิเคราะห์ปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักการ ECRS เพื่อขจัดขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นออก และแบ่งกลุ่มงานเพื่อจัดกำลังคนต่อขั้นตอนการผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด ผลการศึกษาส่งผลให้ผลิตภาพแรงงานและประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้น

(วุฒิพร ศรีไพโรจน์, 2558) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้ายืดหยุ่นได้ และกำหนดมาตรฐานจำนวนพนักงานที่ใช้ต่อสายการผลิตให้เหมาะสม โดยนำหลักการศึกษางานและศึกษาเวลาในการทำงาน วิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการทำงานของคน-เครื่องจักร และนำหลักการ ECRS เข้ามาวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการ

ทำงาน ผลการศึกษาสามารถปรับปรุงและกำหนดมาตรฐานของจำนวนพนักงานได้โดยพิจารณาจากจำนวนพนักงานเดิมที่ใช้ 23 คนต่อสายการผลิต ลดลงเหลือ 13 คนต่อสายการผลิต ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนแรงงานลงได้

(ภัทร์วุธ บุญลาภ, 2553) เสนอแนวทางการลดความสูญเปล่าในสายการผลิตกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็งแบ่งตามระยะการทำงาน 5 ระยะการทำงาน โดยระยะการค้นหาปัญหาทำการวิเคราะห์ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ระยะการวัดทำการวิเคราะห์ด้วย Cause & Effect Matrix ระยะของการวิเคราะห์ใช้เทคนิค FMEA ภายหลังการปรับปรุง ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตลดลง และลดจำนวนพนักงานในกระบวนการได้ทั้งหมด 59 คน

(นวลพร แสงฤดี และจิตรา รู้กิจการพานิช, 2554) ปรับปรุงกระบวนการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊ม การศึกษามี 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ การปรับปรุงวิธีการทำงาน และการจัดสมดุลของสายการผลิตใหม่ โดยมีแนวทางแก้ไขปรับปรุงคือ การปรับเปลี่ยนการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นแบบอัตโนมัติและการติดตั้งรางลำเลียง ผลจากการปรับปรุงทำให้เพิ่มผลิตภาพด้านแรงงานได้

(ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ, 2546) วิเคราะห์และลดของเสียของกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) จะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป ผลคือได้รูปแบบผลิตกระจกมีคุณสมบัติตรงกับความต้องการของลูกค้า และเพื่อให้มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพไม่ให้เกิดซ้ำอีก

(วสวัตติ์ บุญปรีชา, 2553) เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดกระบวนการผลิตถุงพลาสติก พบว่าความสูญเสียจากการผลิตของเสีย และจากการขนย้ายวัตถุดิบมีสัดส่วนของมูลค่าความสูญเสีย 95% ต่อเดือน ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามแนวคิดลีน ใช้เครื่องมือคุณภาพ เช่น แผนภาพแสดงเหตุและผล และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง เพื่อช่วยในการหาสาเหตุและกำหนดปัญหาได้แม่นยำมากขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถลดมูลค่าความสูญเสียลงได้ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นลดลง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในบทนี้ได้กล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา ขั้นตอนการทำงานการศึกษางาน และรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของสายการผลิตสามร์ทโฟน โดยนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและจัดจำนวนพนักงานต่อสายการผลิตให้เหมาะสม

3.1 ข้อมูลทั่วไปของสายการผลิต

บริษัทที่ทำการศึกษาเป็นการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น สมาร์ทโฟน กล้องถ่ายรูป สมาร์ททีวี เครื่องเสียงติดรถยนต์ เครื่องนำทางติดรถยนต์ เป็นต้น แต่การศึกษานี้มุ่งเน้นการผลิตสมาร์ทโฟนเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 15 เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์

ภาพที่ 15 สมาร์ทโฟนระบบ Android ของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดนโยบายด้านคุณภาพสินค้าของทางบริษัท เพื่อให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจสูงสุดในสินค้า โดยคำนึงถึงคุณภาพมาเป็นอันดับแรกและจัดลำดับความสำคัญคุณภาพเหนือผลกำไร เพื่อสร้างความเชื่อมั่นอย่างสูงสุดให้กับลูกค้า มุ่งมั่นที่จะเป็นอันดับหนึ่งทางด้านคุณภาพ (อันดับหนึ่งทางด้านความพึงพอใจของลูกค้าและลดการสูญเสียทางด้านคุณภาพ) พร้อมกับปรับปรุงระบบบริหารคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ

3.1.1 แผนผังสายการผลิต (Line Layout)

สำหรับแผนผังสายการผลิตของสมาร์ทโฟน เป็นกระบวนการทำงานในส่วนของการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process) ตั้งแต่กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน จนถึงกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 16

ภาพที่ 16 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process)

กระบวนการผลิตประกอบด้วยพนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด 38 คนต่อสายการผลิต และหนึ่งสายการผลิตต่อ 1 กะการทำงาน ซึ่งมีสายการผลิตทั้งหมด 5 สายการผลิต โดยรวมทั้งหมดมีพนักงานปฏิบัติงาน 380 คนต่อสายการผลิตทั้งหมดในหนึ่งวัน

3.1.2 ต้นทุนแรงงานในสายการผลิต (Labor Cost)

ต้นทุนแรงงานของพนักงานต่อคน ประกอบด้วยค่าแรงงาน ค่าอาหาร ค่าเดินทาง ค่าทำงานล่วงเวลาพิเศษ เบี้ยขยันการทำงานในกรณีที่พนักงานมาทำงานติดต่อกันครบ หนึ่งเดือน และต้นทุนที่เกิดขึ้นอีกส่วน คือต้นทุนที่เกิดจากค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น เสื้อพนักงานแบบป้องกันไฟฟ้าสถิต ถุงมือ สายรัดข้อมือ (Wrist Strap) เป็นต้น ดังนั้นต้นทุนแรงงานโดยตรงและต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนของส่วนประกอบต้นทุนแรงงานมีค่าใช้จ่ายสูง ส่งผลต่อโอกาสในการทำกำไรของบริษัท

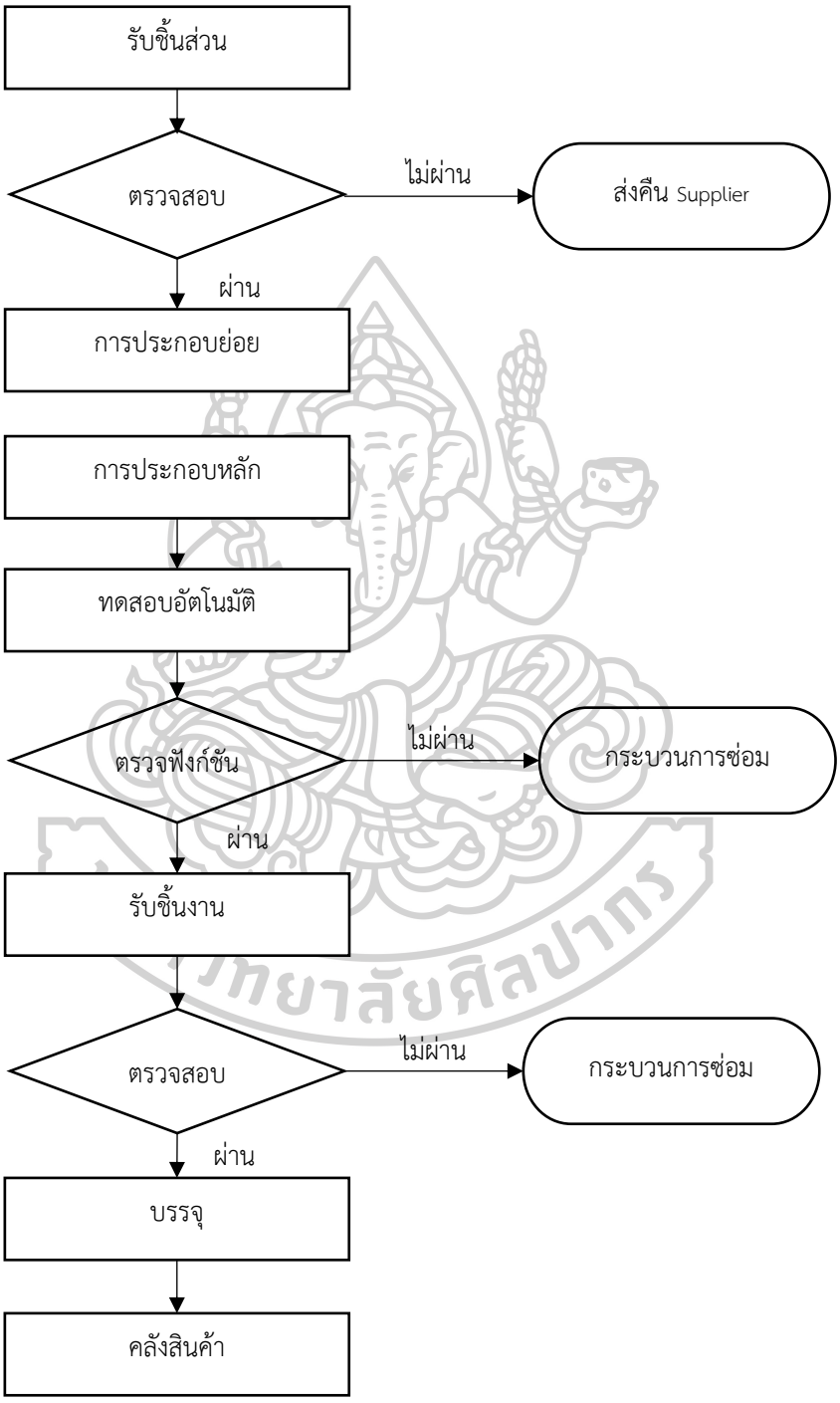
3.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตสมาร์ทโฟน ดังแสดงในภาพที่ 17 ในส่วนของการประกอบชิ้นส่วน (Assembly) ที่จะประกอบชิ้นส่วน (Part) เป็นสมาร์ทโฟนได้ โดยกระบวนการผลิตจะเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนการประกอบ จนถึงกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ ซึ่งมีกระบวนการผลิตทั้งหมด 37 กระบวนการ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.2.1 กระบวนการประกอบหลัก (Main Assembly)

3.2.2 กระบวนการประกอบย่อย (Sub Assembly)

3.2.3 กระบวนการทดสอบอัตโนมัติ (Test Function)



ภาพที่ 17 กระบวนการผลิตสมาร์ทโฟน

การศึกษากระบวนการประกอบสมาร์ทโฟนในสายการผลิต สามารถแสดงโดยใช้แผนภาพผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของกิจกรรมนั้น จะทำการศึกษาจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน เพื่อแยกระหว่างกิจกรรมที่เกิดคุณค่า (VA: Value Added Activity) กิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า (NVA: Non Value Added Activity) และกิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (NNVA: Necessary Non Value Added) ต่อลูกค้า แสดงได้ดังตารางที่ 11 ถึงตารางที่ 47 โดยใช้สัญลักษณ์แสดงสถานะการทำงาน 4 ลักษณะ คือ

หมายถึง การปฏิบัติงานหรือการทำงาน

หมายถึง การขนส่งหรือการขนย้าย

หมายถึง กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ

หมายถึง ความล่าช้า กิจกรรมที่มีการหยุดรอ หรือพักก่อนการทำงานถัดไป

3.2.1 กระบวนการประกอบหลัก (Main Assembly) ประกอบด้วย 18 กระบวนการดังนี้

3.2.1.1 ***M1:*** *กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนหน้าจอ*

เริ่มจากพนักงานทำการตรวจสอบชิ้นส่วนทั้งด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านบน และด้านล่าง จากนั้นครอบฝาเข้ากับชิ้นส่วน สุดท้ายทำการสแกนบาร์โค้ดด้วยเครื่อง สถานีงาน M1 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M1

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M1	ถอดฝาครอบออกจากชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ตรวจสอบความสมบูรณ์ด้านหน้า ไม่มีรอยขีดข่วนหรือรอยยุบ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ตรวจสอบบริเวณด้านขวา ด้านซ้าย ด้านบน ด้านล่าง และด้านหลังของชิ้นส่วนประกอบ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของฝาครอบ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	เป่าทำความสะอาดด้านในของฝาครอบโดยใช้เครื่องเป่าลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	สวมฝาครอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการ Scan Barcode บนชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	1	0	3	0		

3.2.1.2 ***M2:*** *ติดแผ่นประกอบและประกอบ 1 ชิ้นส่วน*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นทำการวางแผ่นประกอบบนอุปกรณ์ติดตั้งเพื่อทำการติดเข้ากับชิ้นส่วนประกอบ สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบเข้ากับส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M2 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M2

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M2	วางแผ่นประกอบชิ้นส่วนตัวแรก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	วางแผ่นประกอบชิ้นส่วนตัวที่สอง	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	จัดสายของชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องเพื่อทำการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำแผ่นประกอบให้แนบสนิท	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	พับชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบทั้งสองออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	3	1	0	0		

3.2.1.3 ***M3:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นทำการวางชิ้นส่วนประกอบแรกและชิ้นส่วนประกอบที่สองบนอุปกรณ์ติดตั้งตามลำดับ เพื่อทำการติดเข้าด้วยกัน สุดท้ายเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบที่สอง สถานีงาน M3 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M3

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M3	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ในการหยิบชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	วางแผ่นกาวโดยใช้อุปกรณ์	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" ครั้งแรก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	เครื่องลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" ครั้งที่สอง	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	เครื่องกดย้ำแผ่นกาวโดยเครื่องกดย้ำ	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันและทำการติดสายอุปกรณ์	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	3	2	0	0		

3.2.1.4 ***M4:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นตรวจสอบสัญญาณไฟของเครื่องกดย้ำก่อนเริ่มใช้งาน ทำการประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกโดยให้ช่องสกรูของชิ้นส่วนประกอบตรงกับช่องสกรูทั้ง 2 ตำแหน่ง กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 2 ตำแหน่ง สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สองโดยสอดด้านขอบยางเข้ากับรูแล้วดันให้แนบสนิท สถานีงาน M4 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M4

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M4	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Wating
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องกดย้ำชิ้นส่วนประกอบทั้งสอง	○	⇨	◗	□	▽	VA	Wating
รวมทั้งหมด		2	3	2	0	0		

3.2.1.5 ***M5:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก เป่าทำความสะอาดบริเวณด้านหน้าและประกอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สองเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก

กดให้แนบสนิท สถานีงาน M5 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M5

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M5	จัดสายชิ้นส่วน 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านใน	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านหน้า	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับและจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	เครื่องประกอบอัตโนมัติ 2 เครื่อง และเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ 1 เครื่อง	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		9	0	1	0	0		

3.2.1.6 ***M6:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องตรวจสอบโปรแกรมหน้าจอแสดงผลของเครื่องจักรให้โปรแกรมอยู่สถานะพร้อมใช้งาน ก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้าและกะกลางคืน จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 4 ตำแหน่ง สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สองเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M6 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M6	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		3	3	1	0	0		

3.2.1.7 ***M7:*** *ลอกเทปป้องกัน และเก็บสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานนำชิ้นส่วนประกอบหลักออกจากอุปกรณ์เลื่อน จากนั้นวางบนอุปกรณ์ติดตั้ง และทำการลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก จากนั้นติดสายชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนชิ้นส่วนประกอบหลัก สุดท้ายเก็บสายชิ้นส่วน

ประกอบทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ด้วยตัวล็อคบนอุปกรณ์จับยึด สถานีงาน M7 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M7	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	2	0	0	0		

3.2.1.8 ***M8:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการสแกนบาร์โค้ดด้วยเครื่องสแกน จากนั้นวางชิ้นส่วนประกอบแรกและชิ้นส่วนประกอบหลักลงบนอุปกรณ์ติดตั้งของเครื่องจักร โดยวางให้แนบสนิท กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องทำการประกอบอัตโนมัติ สุดท้ายลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบที่สองออก เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบที่สอง สถานีงาน M8 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M8

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M8	สแกนบาร์โค้ดบนชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบแรกบนเครื่องหยอดกาวอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ส่งฐานประกอบกลับคืนไปยังสถานีงาน M7	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	วางชิ้นส่วนประกอบที่สองบนเครื่องหยอดกาวอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องหยอดกาวทำงานอัตโนมัติ	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดย้ำชิ้นส่วนประกอบให้แนบสนิท โดยใช้นิ้วมือและอุปกรณ์ในการกดย้ำ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณที่ได้ทำการเชื่อมต่อ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	6	1	0	0		

3.2.1.9 ***M9:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 3 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ทั้งหมด 3 ตำแหน่ง เข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบหลัก จากนั้นวางชิ้นส่วนประกอบหลักบนเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 4 ตำแหน่ง สถานีงาน M9 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M9

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M9	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ดึงชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		5	3	1	1	0		

3.2.1.10 ***M10:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก ต่อมาเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ที่สองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก พร้อมกับลอกเทปป้องกันสีเหลืองออก สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนที่สองเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M10 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M10

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M10	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		7	3	0	0	0		

3.2.1.11 ***M11:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 1 ตำแหน่ง และประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานเป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบ ทำการถอดฝาครอบของชิ้นส่วนประกอบออก จากนั้นลอกเทปป้องกันออก ประกอบชิ้นส่วนประกอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก และทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์เข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M11 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M11

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M11	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับสายชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	◗	□	▽	VA	Waiting
รวมทั้งหมด		9	3	1	0	0		

3.2.1.12 ***M12:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกและคอนเนคเตอร์ที่สองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลักตามลำดับ จากนั้นติดแผ่นประกอบลงบนบริเวณที่เชื่อมต่อและใช้อุปกรณ์ช่วยในประกอบชิ้นส่วน สุดท้ายวางชิ้นส่วนประกอบหลักบนเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 1 ตำแหน่ง สถานีงาน M12 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M12

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M12	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดชิ้นส่วนขนาดเล็ก	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		5	5	1	0	0		

3.2.1.13 ***M13:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกและคอนเนคเตอร์ที่สองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลักตามลำดับ จากนั้นจัดสายชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอของชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M13 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M13

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M13	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้ากับตะขอ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งแรก	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องกดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งถัดมา	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องทำการตรวจสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		5	4	3	0	0		

3.2.1.14 ***M14:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกและชิ้นส่วนประกอบที่สองลงบนชิ้นส่วนประกอบหลัก สุดท้ายเลื่อนอุปกรณ์จับยึดเข้าเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติ

จำนวน 15 ตำแหน่ง สถานีงาน M14 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M14

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M14	ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 1 ทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 2 ทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 3 ทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 4 ทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องทำการตรวจสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		3	1	5	0	0		

3.2.1.15 ***M15:*** *ทดสอบระดับความสูง*

เริ่มจากพนักงานทำการเปิดงาน โดยการกดปุ่ม “เปิด” ของงานค้างไว้ จากนั้นนำงานวางบนอุปกรณ์จับยึด กดปุ่ม “เริ่มต้น” เครื่องทำงานอัตโนมัติเพื่อทดสอบระดับความสูง สถานีงาน M15 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M15

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M15	เป่าทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของฝาครอบ	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	หยิบชิ้นส่วนประกอบ	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ถอดฝาครอบออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ตรวจสอบปุ่มกดทั้ง 3 ปุ่ม	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	สวมฝาครอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กดปุ่ม "เปิด" เพื่อทำการเปิดชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องทดสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องทำการทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	3	1	1	0		

3.2.1.16 ***M16:*** *ทดสอบอัตโนมัติและทำความสะอาดขอบของชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการสแกนบาร์โค้ดบนชิ้นส่วนประกอบหลักด้วยเครื่องสแกน จากนั้นวางชิ้นส่วนประกอบหลักลงบนเครื่องจักร ซึ่งจะทำการทดสอบอัตโนมัติ สุดท้ายทำความสะอาดขอบของชิ้นส่วนประกอบหลักด้วยวัสดุทำความสะอาด โดยชุบน้ำยาเคมีแล้วเช็ดทำความสะอาดบริเวณขอบของชิ้นส่วนประกอบ

หลักทั้ง 4 ด้าน และเป่าทำความสะอาดอีกครั้ง สถานีงาน M16 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M16

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M16	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องทดสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องทำการทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องทดสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำความสะอาดบริเวณขอบชิ้นส่วนประกอบโดยใช้น้ำยาเคมี	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้เครื่องเป่าลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	3	1	0	0		

3.2.1.17 ***M17:*** *ติดแผ่นกาวด้านหลัง*

เริ่มจากพนักงานกดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องกดย้ำทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกันครั้งแรกเพื่อเปิดลม วางแผ่นกาวลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องกดย้ำ จากนั้นลอกเทปป้องกันของแผ่นกาวออก สุดท้ายนำชิ้นส่วนประกอบหลักวางลงบนเครื่องกดย้ำ กดปุ่ม “เริ่มต้น” ทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกันครั้งที่สอง เพื่อทำการกดแผ่นกาวด้านหลังให้แนบสนิทกับชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M17 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M17

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M17	นำแผ่นกาวด้านหลังส่วนบนวางบนเครื่องกดย้ำ	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	นำแผ่นกาวด้านหลังวางบนเครื่องกดย้ำ	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นกาวด้านหลังออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำตัวแรก	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องตัวแรกกดย้ำแผ่นกาวด้านหลัง	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำตัวที่สอง	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องตัวที่สองกดย้ำแผ่นกาวด้านหลัง	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		3	3	2	0	0		

3.2.1.18 ***M18:*** *ประกอบฝาหลัง*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำการตรวจสอบโปรแกรมของเครื่องจักรทุกครั้งก่อนเริ่มงาน เพื่อตรวจสอบว่าสีของงานที่ทำการผลิตและโปรแกรมของเครื่องจักรต้องตรงกันเท่านั้น เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก แล้วเป่าทำความสะอาดฝาหลังและชิ้นส่วนประกอบหลัก จากนั้นวางลงบนเครื่องจักรแล้วลอกเทปป้องกันของแผ่นกาวด้านหลังออก สุดท้ายกดปุ่ม “เริ่มต้น”

ของเครื่องจักร เพื่อทำการประกอบฝาหลังเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลักอัตโนมัติ สถานีงาน M18 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M18

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
M18	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบตัวแรกโดยใช้เครื่องเป่าลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบตัวแรกบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบตัวที่สองโดยใช้เครื่องเป่าลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบตัวที่สองบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันและแผ่นกาวด้านหลังส่วนล่างออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องทำการยกชิ้นส่วนประกอบขึ้นอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันและแผ่นกาวด้านหลังส่วนบนออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องทำการประกอบชิ้นส่วนอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		8	3	2	0	0		

3.2.2 กระบวนการประกอบย่อย (Sub Assembly) ประกอบด้วย 9 กระบวนการดังนี้

3.2.2.1 ***S1:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นทำการวางชิ้นส่วนประกอบตัวแรกลงบนชิ้นส่วนประกอบตัวที่สอง กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องกดย้ำทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกัน เพื่อทำการกดชิ้นส่วนประกอบตัวแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบตัวที่สอง สุดท้ายทำการพับสายชิ้นส่วนประกอบให้แนบสนิท สถานีงาน S1 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S1

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S1	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	3	1	0	0		

3.2.2.2 ***S2:*** *ประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากเป่าทำความสะอาดอุปกรณ์จับยึดของเครื่องกดย้ำทุกครั้งก่อนทำการประกอบ จากนั้นลอกเทปป้องกันของแผ่นกาวบนชิ้นส่วนประกอบออก 2 ตำแหน่ง แล้ววางชิ้นส่วนประกอบลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องกดย้ำ สุดท้ายกดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องกดย้ำทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกัน เพื่อประกอบและกดชิ้นส่วนประกอบให้แนบสนิท สถานีงาน S2 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S2

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S2	เป่าทำความสะอาดเครื่องกดย้ำ โดยใช้ท่อลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบแรก โดยใช้ท่อลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบแรกบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบที่สอง โดยใช้ท่อลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่สองบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นกาวบนชิ้นส่วนประกอบออก 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องกดย้ำทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	3	1	0	0		

3.2.2.3 ***S3:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานวางชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนอุปกรณ์จับยึด จากนั้นใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบที่สองทั้ง 2 ตำแหน่ง แล้วเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ช่วยเก็บชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอจำนวน 2 ตำแหน่งบนชิ้นส่วนประกอบที่สอง สถานีงาน S3 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S3

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S3	วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ปิดฝาครอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใช้อุปกรณ์กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	3	0	0	0		

3.2.2.4 ***S4:*** *เก็บสายชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานใช้อุปกรณ์เก็บสายชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอ จำนวน 5 ตำแหน่ง จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องกดย้ำทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกัน เพื่อกดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ให้แนบสนิทกับชิ้นส่วนประกอบ สถานีงาน S4 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S4

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S4	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 3 ตำแหน่ง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ใต้ช่องฐานประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		3	4	1	0	0		

3.2.2.5 ***S5:*** *ประกอบ 4 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบที่สองบนอุปกรณ์จับยึด แล้วประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สามเข้ากับชิ้นส่วนประกอบที่สี่ จากนั้นเป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดแล้วประกอบเข้าด้วยกัน โดยวางตะขอลงให้แนบสนิท สถานีงาน S5 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S5

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S5	วางชิ้นส่วนประกอบแรกบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	พับชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่ประกอบแล้วลงบนภาชนะส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบที่สาม โดยใช้ท่อลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่สามบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ประกอบชิ้นส่วน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่ประกอบแล้วลงบนภาชนะส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	4	0	0	0		

3.2.2.6 ***S6:*** *ประกอบ 3 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานวางชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องกดย้ำ แล้วลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก จากนั้นวางชิ้นส่วนประกอบที่สองลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องกดย้ำ กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องกดย้ำ ทั้ง 2 ปุ่มพร้อมกัน เพื่อให้เครื่องทำการกดชิ้นส่วนประกอบแรกให้แนบสนิทกับชิ้นส่วนประกอบที่สอง สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สามและติดแผ่นประกอบลงบนชิ้นส่วนประกอบที่สาม สถานีงาน S6 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S6	วางชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่สองลงบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนที่สามลงบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดแผ่นประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	4	1	0	0		

3.2.2.7 ***S7:*** *กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนฝาหลัง*

เริ่มจากพนักงานทำการตรวจสอบชิ้นส่วนทั้งด้านหลัง ด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านบน และด้านล่างของชิ้นส่วนฝาหลัง จากนั้นวางฝาหลังลงบนเครื่องตรวจสอบ กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการตรวจสอบเครื่องหมายอัตโนมัติ สถานีงาน S7 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S7	ตรวจสอบแผ่นประกอบ 4 ตำแหน่ง	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ตรวจสอบรอยขีดข่วนบนชิ้นส่วนประกอบ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องตรวจสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องตรวจสอบทำงานอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	2	1	2	0		

3.2.2.8 ***S8:*** *ประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำการตรวจสอบโปรแกรมของเครื่องจักรทุกครั้งก่อนเริ่มงาน เพื่อตรวจสอบว่าสีของชิ้นส่วนประกอบที่ทำการผลิตและโปรแกรมของเครื่องจักรต้องตรงกันเท่านั้น เริ่มจากพนักงานวางชิ้นส่วนประกอบและฝาหลังลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องจักร แล้วลอกเทปป้องกันบนฝาหลังออก จากนั้นวางฝาหลังลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักร เพื่อประกอบชิ้นส่วนประกอบเข้ากับฝาหลัง สุดท้ายพับสายของชิ้นส่วนประกอบและติดลงบนฝาหลัง สถานีงาน S8 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S8

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S8	หยิบชิ้นส่วนประกอบแรก	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบที่สองลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" ครั้งแรกเพื่อเปิดลมให้ทำการดูดชิ้นส่วนประกอบ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" ครั้งที่สองเพื่อให้ทำการยกชิ้นส่วนประกอบ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ตรวจสอบชิ้นส่วนประกอบให้ตรงกับช่องเครื่องประกอบอัตโนมัติ	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องกดย้ำ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	พับเทปป้องกัน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับสายของชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องกดย้ำทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		5	5	4	1	0		

3.2.2.9 ***S9:*** *ทดสอบอัตโนมัติ และเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 1 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานวางฝาหลังลงบนเครื่องทดสอบอัตโนมัติ กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ จากนั้นสอดปลายสายของชิ้นส่วนประกอบเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับคอนเนคเตอร์บนฝาหลังแล้วปิดลง เพื่อทำการล็อคคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบ สุดท้ายติดแผ่นประกอบและทำการพับชิ้นส่วนประกอบ สถานีงาน S9 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S9

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
S9	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องทดสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องทดสอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องทดสอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดแผ่นประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับสายชิ้นส่วนประกอบ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		3	3	2	0	0		

3.2.3 กระบวนการทดสอบอัตโนมัติ (Test Function) ประกอบด้วย 10 กระบวนการดังนี้

3.2.3.1 ***T1:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานสวมงานเข้ากับฝาครอบ จากนั้นลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก ประกอบชิ้นส่วนประกอบจำลองเข้ากับงาน สุดท้ายวางงานลงบนเครื่องจักรเพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T1 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T1

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T1	ตรวจสอบฝาครอบด้านหลัง	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ทำการถอดฝาครอบด้านหน้าออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	สวมฝาครอบด้านหลังเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	กดปุ่ม "เปิด" เพื่อทำการเปิดชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำความสะอาดด้านหน้าของงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		10	2	1	1	0		

3.2.3.2 ***T2:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันออก แล้ววางงานลงบนเครื่องจักร จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T2 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T2

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T2	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	2	1	0	0		

3.2.3.3 ***T3:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานสวมงานเข้ากับฝาครอบ จากนั้นลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก ประกอบชิ้นส่วนประกอบจำลองเข้ากับงาน สุดท้ายวางงานลงบนเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T3 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T3

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T3	ลอกฟิล์มป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	2	1	0	0		

3.2.3.4 ***T4:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก แล้ววางงานลงบนเครื่องจักร สุดท้ายกดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักร โดยกดพร้อมกันทั้ง 2 ปุ่ม เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T4 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T4

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T4	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	2	1	0	0		

3.2.3.5 ***T5:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก แล้ววางงานลงบนเครื่องจักร จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T5 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T5

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T5	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		4	2	1	0	0		

3.2.3.6 ***T6:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานวางงานลงบนเครื่องจักร จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T6 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T6	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		1	2	1	0	0		

3.2.3.7 ***T7:*** *ทดสอบอัตโนมัติ*

เริ่มจากพนักงานประกอบชิ้นส่วนประกอบจำลองเข้ากับงาน แล้วลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก จากนั้นเครื่องสแกนจะทำการสแกนบาร์โค้ดบนหน้าจอ สุดท้ายดันอุปกรณ์จับยึดเข้ากับเครื่องจักรจนแนบสนิทเพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T7 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T7	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทดสอบอัตโนมัติ	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		6	2	1	0	0		

3.2.3.8 ***T8:*** *กระบวนการตรวจสอบเครื่องหมายบนฝาหลัง*

เริ่มจากพนักงานถอดฝาครอบออกจากงาน จากนั้นใช้อุปกรณ์ดึงแผ่นชิ้นส่วนประกอบออกมาเพื่อตรวจสอบ แล้ววางงานลงบนอุปกรณ์จับยึดของเครื่องจักร สุดท้ายทำการกดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อตรวจสอบเครื่องหมายบนฝาหลังอัตโนมัติ สถานีงาน T8 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T8

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T8	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการถอดฝาครอบออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใช้อุปกรณ์ดึงชิ้นส่วนประกอบออกจากงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางโทรศัพท์ลงบนเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำการกดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อตรวจสอบอัตโนมัติ	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องตรวจสอบอัตโนมัติทำงาน	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดเก็บชิ้นส่วนประกอบเข้ากับงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ตรวจสอบความสมบูรณ์ด้านล่างโดยรวมของงาน	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		8	2	1	1	0		

3.2.3.9 ***T9:*** *กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันออกจากด้านหลังของงาน จากนั้นตรวจสอบความสมบูรณ์โดยรวมของงานทั้งด้านหลัง ด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านบน และด้านล่างของงาน สถานีงาน T9 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T9

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T9	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ตรวจสอบความสมบูรณ์โดยรวมของงานด้านหลัง, ด้านซ้าย และด้านขวา	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		2	1	0	1	0		

3.2.3.10 ***T10:*** *กระบวนการตรวจสอบหน้าจอ*

เริ่มจากพนักงานลอกฟิล์มป้องกันด้านหน้าของงานออก จากนั้นตรวจสอบความสมบูรณ์โดยรวมของงานด้านหน้าจอ สุดท้ายเปิดหน้าจอของงานเพื่อนำมาสแกนบาร์โค้ดด้วยเครื่องสแกน สถานีงาน T10 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T10

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
		○	⇨	D	□	▽		
T10	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำความสะอาดบริเวณด้านหน้าของงานด้วยเครื่องเป่าลม	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ตรวจสอบความสมบูรณ์โดยรวมของงานด้านหน้า	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	กดปุ่ม "เปิด" เพื่อเปิดชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	นำงานสแกนบาร์โค้ดบนหน้าจอ	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	กดปุ่ม "ปิด" เพื่อปิดชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	นำงานบรรจุลงในถุงพลาสติก	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	บรรจุงานลงในกล่อง	○	⇨	D	□	▼	NVA	Inventory
รวมทั้งหมด		7	0	0	1	1		

3.3 การศึกษาการทำงาน

จากการศึกษากระบวนการผลิตสมาร์ทโฟน จึงนำข้อมูลของแต่ละกระบวนการผลิตมาทำการศึกษาการทำงานย่อยอย่างละเอียด รวมทั้งศึกษาเรื่องการเคลื่อนไหวและเวลาในการทำงานตามแต่ละขั้นตอนการทำงานได้ กระบวนการผลิตที่สนใจศึกษาตั้งแต่การตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนการประกอบ จนถึงกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ เป็นการศึกษาการปฏิบัติงานของคนและของเครื่องจักร การศึกษางาน การเคลื่อนไหวและเวลาในการทำงานตามแต่ละขั้นตอนในที่นี้อยู่ภายใต้สมมติฐานของสภาวะการทำงานปกติ สำหรับรอบเวลาการผลิตในแต่ละกระบวนการของบริษัทกรณีศึกษาจะจับรอบเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการผลิตทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งเงื่อนไขการจับเวลาต้องมีองค์ประกอบในกระบวนการที่ทำการจับเวลาคงที่ด้วย เช่น ใช้ผู้ปฏิบัติงานคนเดิม ไม่จับเวลาขณะที่พนักงานเริ่มปฏิบัติงานและมีการเปลี่ยนพนักงานใหม่ เนื่องจากมีอิทธิพลของเส้นโค้งการเรียนรู้ (Learning Curve) มาเกี่ยวข้อง ทำให้รอบเวลาผลิตที่วัดได้มีค่าสูงกว่าความจริงและมีตัวเลขเหวี่ยงตัวกระจัดกระจาย

ความเร็วในการผลิต (Takt Time) มีที่มาจากภาษาเยอรมัน แปลว่า “จังหวะดนตรี” โดยแนวทางการนำมาปฏิบัตินั้นมีความสอดคล้องกับความหมายของชื่อ ซึ่งผู้ประกอบการและพนักงานจะกำหนดการผลิตสินค้าต่อชิ้นให้มี “จังหวะการผลิต” เป็นไปตามเป้าหมายหรือเวลาที่กำหนดไว้ การนำ Takt Time มาประยุกต์ใช้กับแนวทางการผลิตภายในองค์กรให้เป็นระบบ จะยิ่งช่วยลดความเสี่ยงด้านการผลิตลง และตอบสนองความต้องการได้ให้บรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยบริษัทกรณีศึกษาลูกค้ามีความต้องการลูกค้า 1,250 ชิ้นต่อวัน และมีเวลาที่ใช้ในการผลิต 8 ชั่วโมงต่อวัน จะได้ Takt Time มีค่าเท่ากับ 23 วินาทีต่อชิ้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นที่ต้องการต่อวัน}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{8 \text{ ชั่วโมง} \times 60 \text{ นาที} \times 60 \text{ วินาที}}{1{,}250 \text{ ชิ้นต่อวัน}} = 23 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) คือ จำนวนเวลาที่กำหนดไว้เป็นมาตราฐานว่าทุกสายการผลิตต้องสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้หนึ่งชิ้นภายในช่วงเวลานั้น โดยรอบเวลาการผลิตจะถูกกำหนดด้วยกระบวนการผลิตที่ใช้เวลามากที่สุด จากนั้นทำการจับเวลาเพื่อวัดรอบเวลาการผลิตของแต่ละกระบวนการ ซึ่งการจับเวลาการผลิตของแต่ละกระบวนการสามารถทำได้โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มปฏิบัติงานของพนักงาจนกระทั่งทำงานเสร็จสิ้นทุกขั้นตอน ซึ่งถือว่าเสร็จสิ้นการทำงานหนึ่งรอบในกระบวนการผลิตนั้น

ในการจับเวลาแต่ละกระบวนการของสถานีงาน ต้องมีการทดสอบหาจำนวนรอบข้อมูลที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยจะใช้วิธีเปรียบเทียบค่ากับตาราง Maytag หาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น เนื่องจากงานเป็นลักษณะวัฏจักรสั้นกว่า 2 นาที จึงจับเวลารอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงานมา 5 ครั้งก่อน ดังแสดในตารางที่ 44

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 44 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงาน

กระบวนการ	สถานีงาน	เวลา (วินาที)					X bar	Takt Time
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
ประกอบหลัก	M1	15.48	15.82	16.74	16.98	15.70	16	23
	M2	18.20	18.57	18.28	18.33	18.42	18	23
	M3	21.70	20.29	20.88	20.55	21.45	21	23
	M4	11.99	12.94	11.91	12.87	13.15	13	23
	M5	17.34	17.44	17.70	17.12	17.08	17	23
	M6	17.19	18.11	17.29	17.37	17.23	17	23
	M7	21.50	22.26	21.86	21.34	21.57	22	23
	M8	18.72	18.03	18.38	18.21	17.98	18	23
	M9	20.22	20.68	20.88	20.22	20.31	20	23
	M10	12.50	12.29	13.12	12.22	12.13	12	23
	M11	17.52	17.12	17.40	16.98	17.56	17	23
	M12	14.89	15.36	15.07	15.12	15.23	15	23
	M13	19.88	19.45	18.79	19.01	19.23	19	23
	M14	13.82	14.81	13.62	13.31	13.98	14	23
	M15	19.75	19.54	19.51	19.47	19.53	20	23
	M16	21.44	21.13	20.18	20.25	21.04	21	23
	M17	23.16	21.96	23.63	22.78	22.56	23	23
	M18-1	43.74	42.80	42.83	43.40	42.11	21	23
	M18-2	39.84	39.39	39.81	39.70	39.78	20	23
ประกอบย่อย	S1	17.82	17.62	18.02	18.30	18.42	18	23
	S2	19.75	19.56	19.44	19.53	19.37	20	23
	S3	19.31	17.84	18.06	18.09	18.23	18	23
	S4	20.38	19.96	19.86	20.34	20.40	20	23
	S5	20.23	22.92	22.66	22.73	22.45	22	23
	S6	19.43	18.40	19.87	18.74	18.88	19	23
	S7	18.06	18.39	17.36	18.95	18.72	18	23
	S8	21.66	20.69	20.81	21.11	21.45	21	23
	S9	19.54	19.22	20.55	20.32	19.80	20	23
ทดสอบอัตโนมัติ	T1	33.93	30.50	32.56	33.98	32.90	16	23
	T2	33.69	34.81	33.78	33.90	33.84	17	23
	T3	21.50	22.31	23.06	22.39	21.79	22	23
	T4	21.18	20.24	19.70	20.74	20.30	20	23
	T5	22.84	23.83	22.06	22.41	22.30	23	23
	T6	15.68	16.51	15.16	16.34	15.76	16	23
	T7	19.43	19.50	19.44	19.10	19.37	19	23
	T8	22.71	23.67	21.26	23.03	22.15	23	23
	T9	21.43	22.11	21.85	21.27	21.45	22	23
	T10	21.08	20.29	19.98	20.23	21.11	21	23

หลังจากที่จับเวลามาเบื้องต้นของแต่ละสถานีงานแล้ว จึงต้องทดสอบข้อมูลว่าสร้างความเชื่อมั่นของข้อมูลเวลาที่จับมาได้ โดยการคำนวณหาค่า $R/\bar{X}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตาราง Maytag เช่น รอบเวลาการประกอบของสถานีงาน M1 ข้อมูลที่ได้จากการจับเวลา คือ

ค่าสูงสุด (H) = 16.98

ค่าต่ำสุด (L) = 15.48

ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$ = 16.14

ค่าพิสัย (R) = ค่าสูงสุด (H) - ค่าต่ำสุด (L) = 16.98 – 15.48 = 1.50

ค่า $R/\bar{X}$ = 1.50 / 16.14 = 0.09

เมื่อได้ค่าแล้วจะสามารถอ่านค่าจำนวนรอบที่เหมาะสม จากตารางที่ 45 ดังนี้

ตารางที่ 45 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น

Maytag Company Approach

$\bar{R}/\bar{X}$	Data from sample of		$\bar{R}/\bar{X}$	Data from sample of	
	5	10		5	10
0.10	3	2	0.42	52	30
0.12	4	2	0.44	57	33
0.14	6	3	0.46	63	36
0.16	8	4	0.48	68	39
0.18	10	6	0.5	74	42
0.2	12	7	0.52	80	46
0.22	14	8	0.54	86	49
0.24	17	10	0.56	93	53
0.26	20	11	0.58	100	57
0.28	23	13	0.6	107	61
0.3	27	15	0.62	114	65
0.32	30	17	0.64	121	69
0.34	34	20	0.66	129	74
0.36	38	22	0.68	137	78
0.38	43	24	0.7	145	83
0.40	47	27	0.72	153	88

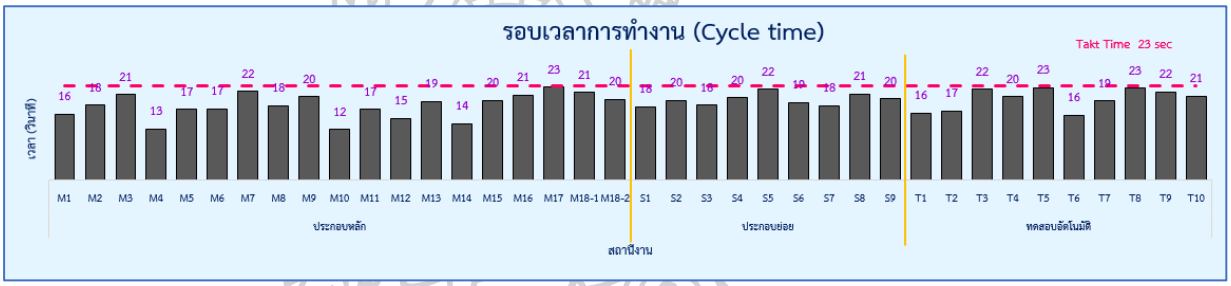
อ้างอิงจากตาราง หนังสือการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)

จากตารางค่า $R/\bar{X}$ ของรอบเวลาการประกอบของสถานีงาน M1 จะได้จำนวนรอบที่เหมาะสม (N) เท่ากับ 3 ครั้ง แสดงว่าข้อมูลของเวลาที่จับมา 5 ครั้ง สามารถเชื่อมั่นในข้อมูลได้และเพียงพอต่อการนำข้อมูลนี้ไปใช้วิเคราะห์ต่อไป ดังแสดในตารางที่ 46

ตารางที่ 46 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสม (N) ของแต่ละสถานีงาน

กระบวนการ	สถานีงาน	เวลา (วินาที)					X bar	Takt Time	Range (R)	R / X bar	N
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5					
ประกอบหลัก	M1	15.48	15.82	16.74	16.98	15.70	16	23	1.50	0.09	3
	M2	18.20	18.57	18.28	18.33	18.42	18	23	0.37	0.02	3
	M3	21.70	20.29	20.88	20.55	21.45	21	23	1.41	0.07	3
	M4	11.99	12.94	11.91	12.87	13.15	13	23	1.24	0.10	3
	M5	17.34	17.44	17.70	17.12	17.08	17	23	0.62	0.04	3
	M6	17.19	18.11	17.29	17.37	17.23	17	23	0.92	0.05	3
	M7	21.50	22.26	21.86	21.34	21.57	22	23	0.92	0.04	3
	M8	18.72	18.03	18.38	18.21	17.98	18	23	0.74	0.04	3
	M9	20.22	20.68	20.88	20.22	20.31	20	23	0.66	0.03	3
	M10	12.50	12.29	13.12	12.22	12.13	12	23	0.99	0.08	3
	M11	17.52	17.12	17.40	16.98	17.56	17	23	0.58	0.03	3
	M12	14.89	15.36	15.07	15.12	15.23	15	23	0.47	0.03	3
	M13	19.88	19.45	18.79	19.01	19.23	19	23	1.09	0.06	3
	M14	13.82	14.81	13.62	13.31	13.98	14	23	1.50	0.11	4
	M15	19.75	19.54	19.51	19.47	19.53	20	23	0.28	0.01	3
	M16	21.44	21.13	20.18	20.25	21.04	21	23	1.26	0.06	3
	M17	23.16	21.96	23.63	22.78	22.56	23	23	1.67	0.07	3
	M18-1	43.74	42.80	42.83	43.40	42.11	21	23	1.63	0.08	3
	M18-2	39.84	39.39	39.81	39.70	39.78	20	23	0.45	0.02	3
ประกอบย่อย	S1	17.82	17.62	18.02	18.30	18.42	18	23	0.80	0.04	3
	S2	19.75	19.56	19.44	19.53	19.37	20	23	0.38	0.02	3
	S3	19.31	17.84	18.06	18.09	18.23	18	23	1.47	0.08	3
	S4	20.38	19.96	19.86	20.34	20.40	20	23	0.54	0.03	3
	S5	20.23	22.92	22.66	22.73	22.45	22	23	2.69	0.12	4
	S6	19.43	18.40	19.87	18.74	18.88	19	23	1.47	0.08	3
	S7	18.06	18.39	17.36	18.95	18.72	18	23	1.59	0.09	3
	S8	21.66	20.69	20.81	21.11	21.45	21	23	0.97	0.05	3
	S9	19.54	19.22	20.55	20.32	19.80	20	23	1.33	0.07	3
ทดสอบอัตโนมัติ	T1	33.93	30.50	32.56	33.98	32.90	16	23	3.48	0.11	4
	T2	33.69	34.81	33.78	33.90	33.84	17	23	1.12	0.03	3
	T3	21.50	22.31	23.06	22.39	21.79	22	23	1.56	0.07	3
	T4	21.18	20.24	19.70	20.74	20.30	20	23	1.48	0.07	3
	T5	22.84	23.83	22.06	22.41	22.30	23	23	1.77	0.08	3
	T6	15.68	16.51	15.16	16.34	15.76	16	23	1.35	0.08	3
	T7	19.43	19.50	19.44	19.10	19.37	19	23	0.40	0.02	3
	T8	22.71	23.67	21.26	23.03	22.15	23	23	2.41	0.11	4
	T9	21.43	22.11	21.85	21.27	21.45	22	23	0.84	0.04	3
	T10	21.08	20.29	19.98	20.23	21.11	21	23	1.13	0.06	3

เวลาที่ได้จากการศึกษาข้อมูล จะได้เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละกระบวนการ ในจำนวนหนึ่งรอบเวลาการทำงาน (Cycle time) จึงนามาพิจารณาต่อว่าสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้หรือไม่ โดยกำหนดเป็นรอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) เพื่อพิจารณาว่าเวลาในการทำงานจริงที่เกิดขึ้นในหนึ่งรอบเวลาของกระบวนการ เกินกว่าเวลาที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ เพราะว่าถ้าเกิน นั่นหมายถึงกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเวลาที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบรอบเวลาทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) กับเวลาในหนึ่งรอบการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต (Cycle time) ซึ่งรอบเวลาที่วัดได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา มีรอบเวลาการผลิตที่วัดได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละสถานีงานสามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 กราฟรอบเวลาผลิตที่วัดได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการผลิต

3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสายการผลิต

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากข้างต้น พบว่าความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเกิดขึ้นจากการว่างงานของทั้งคนและเครื่องจักร ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงกับการสูญเสียทรัพยากรและเป็นต้นทุนในการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพในการทำงาน จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต โดยการแก้ไขและปรับปรุงการทำงานจากปัญหาที่พบในสายการผลิตดังนี้

3.4.1 ปัญหาจากการว่างงานของพนักงาน

จากข้อมูลพบว่ามีการว่างงานของคนเกิดขึ้นส่วนมากในกระบวนการผลิต ซึ่งในบางกระบวนการผลิตมีการว่างงานมากกว่าการปฏิบัติงานของพนักงาน สามารถเห็นได้จากรอบเวลาการทำงานของบางสถานีงานมีรอบเวลาการทำงาน (Cycle time) น้อยกว่ารอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) เช่น กระบวนการประกอบของสถานีงาน M4 มีรอบเวลาการทำงาน (Cycle time) เท่ากับ 13 วินาที แต่รอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) เท่ากับ 23 วินาที ทำให้พนักงานมีการยืนรอคอยงานหรือมีเวลาว่างงานมากถึง 10 วินาที

3.4.2 ปัญหาการว่างงานจากเครื่องจักร

จากข้อมูลพบปัญหาการว่างงานของเครื่องจักรเช่นเดียวกับของคน แต่ในส่วนของเครื่องจักรนั้น บางส่วนมาจากขีดจำกัดความสามารถหรือรูปแบบการใช้งาน ในบางกระบวนการไม่สามารถปรับปรุงได้ แต่จะต้องทำการพิจารณาการว่างงานที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิต

ข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลประเภทของกิจกรรมจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน จะพบว่ากระบวนการทำงานที่สนใจศึกษามีจำนวนทั้งหมด 13 สถานีงาน คือ การประกอบของสถานีงาน M5, M6, M7, S3, S4, M9, M10, M11, M12, M13, M14, T6 และ T7 สามารถแสดงโดยใช้แผนภาพผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ที่แสดงเวลาของแต่ละงานย่อยดังตารางที่ 47 ถึงตารางที่ 59

ตารางที่ 47 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M5

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M5	จัดสายชิ้นส่วน 2 ตำแหน่ง	1.86	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านใน	1.84	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านหน้า	3.27	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	5.31	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	2.94	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	พับและจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.07	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ 2 เครื่อง และเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ 1 เครื่อง	2.14	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		19.43	9	0	1	0	0		

ตารางที่ 48 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M6	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8.26	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2.01	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	16.08	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.39	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	2.60	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	0.47	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		30.81	3	3	1	0	0		

ตารางที่ 49 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M7	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	5.88	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	5.59	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	9.06	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.35	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		20.88	2	2	0	0	0		

ตารางที่ 50 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S3

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
S3	วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2.04	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ปิดฝาครอบ	0.45	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8.33	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กลับด้านอุปกรณ์ กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	1.48	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	0.79	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2.38	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.72	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		16.19	4	3	0	0	0		

ตารางที่ 51 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน S4

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
S4	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	0.66	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	3.67	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 3 ตำแหน่ง	5.50	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ใต้ช่องฐานประกอบ	0.47	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	0.91	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	1.91	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำทำงาน	5.35	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.99	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		19.45	3	4	1	0	0		

ตารางที่ 52 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M9

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M9	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1.04	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2.41	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.92	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ดึงชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1.25	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.45	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	18.23	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1.36	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		30.00	5	3	1	1	0		

ตารางที่ 53 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M10

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M10	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	2.01	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	3.20	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	1.56	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง		●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	2.07	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	1.95	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.53	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		11.31	7	3	0	0	0		

ตารางที่ 54 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M11

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M11	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	0.89	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	2.14	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	3.12	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทับสายชิ้นส่วนประกอบ	1.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	2.03	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	1.30	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	3.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	1.76	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.00	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องกดย้ำอัตโนมัติทำงาน	6.52	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
รวมทั้งหมด		24	9	3	1	0	0		

ตารางที่ 55 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M12

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M12	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1.30	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1.30	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	1.77	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดชิ้นส่วนขนาดเล็ก	0.42	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	2.68	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3.15	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2.09	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	4.28	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2.12	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		19.11	5	5	1	0	0		

ตารางที่ 56 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M13

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M13	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ตำแหน่ง	3.73	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	0.87	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	4.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	กลับด้านอุปกรณ์แล้วกดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	1.55	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.24	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้ากับตะขอ	3.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องกดย้ำ	0.60	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งแรก โดยเครื่องกดย้ำ	6.82	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	กดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งถัดมา โดยเครื่องกดย้ำ	6.52	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	งานเลื่อนอัตโนมัติไปยังเครื่องตรวจสอบ	7.28	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		37.69	5	4	3	0	0		

ตารางที่ 57 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบของสถานีงาน M14

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
M14	ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	5.40	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	9.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 1 ทำงาน	16.10	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 2 ทำงาน	15.01	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 3 ทำงาน	16.39	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 4 ทำงาน	13.50	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	งานเลื่อนอัตโนมัติไปยังเครื่องตรวจสอบ	5.58	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด		81.33	3	1	5	0	0		

ตารางที่ 58 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
T6	วางงานบนฐานทดสอบ	1.56	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	0.66	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ทดสอบอัตโนมัติ	12.26	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.53	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		15.02	1	2	1	0	0		

ตารางที่ 59 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
			○	⇨	D	□	▽		
T7	ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	1.36	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2.48	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	วางงานบนฐานทดสอบ	1.31	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	ทดสอบอัตโนมัติ	16.08	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
	ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2.21	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	1.99	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.64	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด		26.07	6	2	1	0	0		

ในแต่ละสถานีงานเป็นการปฏิบัติงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ดังนั้นการศึกษางานจึงใช้เวลาของแต่ละงานย่อยข้างต้น มาทำการการวิเคราะห์การทำงานของคนและเครื่องจักร เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาการทำงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทำงานของกระบวนการปัจจุบัน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรแต่ละกระบวนการผลิตแสดงได้ดังตารางที่ 60 ถึงตารางที่ 72

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 60 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M5

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68
M5	จัดลายจินส่วน 2 ตำแหน่ง	2			
	เปาทำความสะอาดจินส่วนประกอบด้านใน	2			
	ลอกเทปป้องกันออก				
	เปาทำความสะอาดจินส่วนประกอบด้านหน้า	3			
	ทำการประกอบจินส่วนแรก				
	ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	5			
	ทำการประกอบจินส่วนที่สอง				
	ทำการประกอบจินส่วนที่สาม	3			
	พับและจัดลายจินส่วนประกอบ	2			

รอบเวลาการทำงาน = 17 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 6

= 6 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 61 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65
M6	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง				
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		16		
	นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	3			
	เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	1			
	ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง				
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		16		
	นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	3			
	เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	1			

รอบเวลาการทำงาน = 17 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 16 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 2 + 6

= 8 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 62 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66
M7	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	6			
	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	6			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	9			
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 22 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 1

= 1 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 63 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S3

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
S3	วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2			
	ปิดฝาครอบ	1			
	ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8			
	กลับด้านอุปกรณ์ กลย้ำปรีเวลที่เชื่อมต่อ	1			
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	1			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2			
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 16 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 7

= 7 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 64 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S4

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57
S4	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	1			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เจ้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	4			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เจ้าตะขอ 3 ตำแหน่ง	5			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ในช่องฐานประกอบ	1			
	ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	1			
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	2			
	เครื่องกดย้ำทำงาน		5		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	1			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เจ้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	4			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เจ้าตะขอ 3 ตำแหน่ง	5			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ในช่องฐานประกอบ	1			
	ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	1			
	วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	2			
	เครื่องกดย้ำทำงาน		5		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 15 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 5 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 8

= 8 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 10 วินาที

ตารางที่ 65 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M9

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68
M9	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
	หยิบอุปกรณ์ที่ชำรุดในการกดย้ำ	3			
	ใช้อุปกรณ์ด้ามใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
	กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ				
	ตัวชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		18		
	ส่งงานให้ชิ้นต่อนัดไป	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
	หยิบอุปกรณ์ที่ชำรุดในการกดย้ำ	3			
	ใช้อุปกรณ์ด้ามใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
	กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ				
	ตัวชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		18		
	ส่งงานให้ชิ้นต่อนัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 20 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 18 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 10 + 3

= 13 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 2 วินาที

ตารางที่ 66 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M10

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
M10	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	2			
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ				
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	3			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง				
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
	ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
	ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	2			
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 12 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 11

= 11 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 67 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M11

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
M11	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	1			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	2			
	ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	3			
	ประกอบชิ้นส่วนแรก				
	พับสายชิ้นส่วนประกอบ	1			
	ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	2			
	เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	3			
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	2			
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ				
	เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ				

รอบเวลาการทำงาน = 17 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 6

= 6 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 68 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M12

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
M12	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก				
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดชิ้นส่วนขนาดเล็ก	1			
	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	3			
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		4		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2			
	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก				
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
	กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดชิ้นส่วนขนาดเล็ก	1			
	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	3			
	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3			
	วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
	เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		4		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2			

รอบเวลาการทำงาน = 15 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 4 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 8

= 8 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 11 วินาที

ตารางที่ 69 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M13

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57
M13	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ตำแหน่ง	4			
	หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ				
	กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ				
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	1			
	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	5			
	กลับด้านอุปกรณ์และกดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	2			
	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2			
	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้ากับตะขอ	4			
	เลื่อนงานไปยังเครื่องกดย้ำ	1			

รอบเวลาการทำงาน = 19 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 4

= 4 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 70 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M14

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56
M14	ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	5			
	ประกอบชิ้นส่วนแรก				
	ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	9			
	เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ				

รอบเวลาการทำงาน = 14 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 9

= 9 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 71 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการทดสอบของสถานีงาน T6

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
T6	วางงานบนฐานทดสอบ	2			
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	1			
	ทดสอบอัตโนมัติ		12		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
	วางงานบนฐานทดสอบ	2			
	กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	1			
	ทดสอบอัตโนมัติ		12		
	ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 16 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 12 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 12 + 7

= 19 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 4 วินาที

ตารางที่ 72 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการทดสอบของสถานีงาน T7

สถานีงาน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
		คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
T7	ลอกฟิล์มป้องกันติดบนชิ้นจองเทปป้องกัน	1			
	ลอกเทปป้องกันติดบนชิ้นจองเทปป้องกัน				
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2			
	วางงานบนฐานทดสอบ	1			
	ทดสอบอัตโนมัติ		16		
	ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2			
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับงาน	2			
	ติดเทปป้องกันเข้ากับงาน				
	ส่งงานไปขั้นตอนถัดไป	1			
	ลอกฟิล์มป้องกันติดบนชิ้นจองเทปป้องกัน	1			
	ลอกเทปป้องกันติดบนชิ้นจองเทปป้องกัน				
	ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2			
	วางงานบนฐานทดสอบ	1			
	ทดสอบอัตโนมัติ		16		
	ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2			
	ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับงาน	2			
	ติดเทปป้องกันเข้ากับงาน				
	ส่งงานไปขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 19 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 16 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 10 + 4

= 14 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 3 วินาที

จากการศึกษาการทำงาน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักร พบว่ากระบวนการที่สนใจศึกษามีการว่างงานของคน เครื่องจักร หรือทั้งคนและเครื่องจักรเกิดขึ้นทั้งหมด โดยกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์นี้เป็นแบบต่อเนื่อง รอบเวลาแต่ละกระบวนการจะส่งผลต่อเวลาการทำงานของการผลิต การว่างงานของกระบวนการที่มีอยู่ต่อเนื่องทั้งก่อนและหลัง จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณเวลาการปฏิบัติงาน เวลาว่างงานของคน และเครื่องจักร ตลอดกระบวนการผลิตทั้งหมดได้

จากสภาพปัญหาความสูญเปล่าที่พบในกระบวนการสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษาจะใช้การปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร (Man-Machine operation) ซึ่งจะทำการศึกษารอบเวลาการผลิตของการทำงานของระบบเครื่องจักรแยกออกจากผู้ปฏิบัติงาน เพื่อวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่าอันเนื่องมาจากกระบวนการทำงานของพนักงานและการทำงานของระบบเครื่องจักร

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและขั้นตอนการทำงาน เพื่อมุ่งหวังแก้ปัญหาการว่างงานของคนและเครื่องจักรที่มีอยู่ให้หมดไปหรือเหลือน้อยที่สุด เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน อันนำไปสู่การปรับปรุงจำนวนพนักงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมมากขึ้น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังการวิเคราะห์และดำเนินการปรับปรุงการทำงานในบทที่ 4 ต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

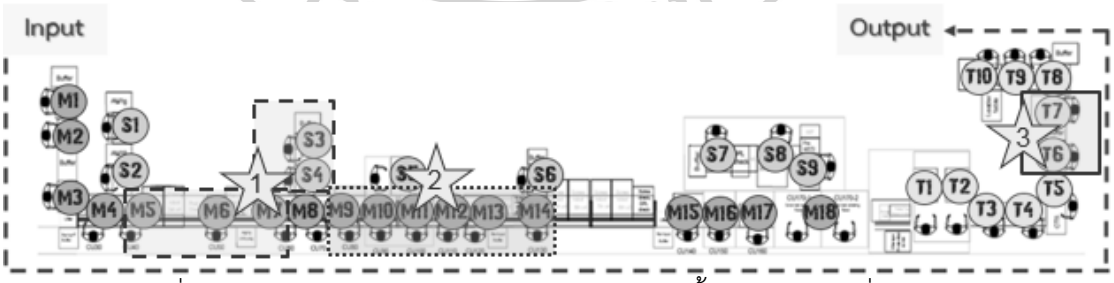
บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

จากที่มาของปัญหาในกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม เกิดจากขั้นตอนการผลิตที่ไม่ได้ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการที่ใช้ในการออกแบบขั้นตอนเพื่อลดความสูญเปล่า และการปรับปรุงบริษัทกรณีศึกษา จากข้อมูลงานย่อยและเวลาในหนึ่งรอบการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิตในบทที่ 3 ทำให้พบปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสายการผลิตซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการผลิตที่สูง แต่ยังมีประสิทธิภาพในการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งยังทราบปัญหาเวลาการทำงานสูญเปล่าของคนและเครื่องจักร จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน ให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น ลดต้นทุนการผลิตและเวลาสูญเปล่าที่ไม่เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ส่วนของวิธีการทำงานที่ไม่สอดคล้องจะใช้หลักการ ECRS มาใช้เป็นหลักการในการปรับปรุง เพื่อปรับเปลี่ยนกระบวนการให้มีความสอดคล้อง และส่วนวิธีการทำงานที่ไม่สอดคล้องกับเครื่องจักรจะวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิคน – เครื่องจักร และปรับงานภายนอกให้ทำในช่วงที่เวลาเครื่องจักรทำงาน ซึ่งจะดำเนินการแบ่งเป็นทั้งหมด 3 กลุ่มที่สนใจศึกษาดังแสดงในภาพที่ 19 และแบ่งกลุ่มที่สนใจศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 กระบวนการประกอบของสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4

4.2 กระบวนการประกอบของสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14

4.3 กระบวนการทดสอบอัตโนมัติของสถานีงาน T6 และ T7



ภาพที่ 19 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบชิ้นส่วน 3 กลุ่มที่สนใจศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4

4.1.1 ปัญหาของกระบวนการประกอบ M5, M6, M7, S3 และ S4

แผนผังสายการผลิตของสมาร์ทโฟน ในส่วนของกระบวนการประกอบสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4 ดังแสดงในภาพที่ 20

ภาพที่ 20 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบสถานีงาน M5, M6, M7, S3 และ S4

จากข้อมูลรอบเวลาการทำงานของกระบวนการนี้ สาเหตุเกิดจากพนักงานมีการว่างงานเกิดขึ้น เนื่องจากมีการทำงานแต่ละกระบวนการในจำนวนหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle time) น้อยกว่ารอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) ก่อให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในสายสายการผลิต อีกทั้งยังมีการยืนรอคอยของพนักงานอีกด้วย

4.1.2 แนวทางการปรับปรุงของกระบวนการประกอบ M5, M6, M7, S3 และ S4

แนวทางในการปรับปรุงของกระบวนการผลิตนี้ จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิต เพื่อลดเวลาการว่างงานและรอคอยให้น้อยลง รายละเอียดของการปรับปรุงงานมีดังต่อไปนี้

(1) ลักษณะของงานเป็นกระบวนการประกอบ จึงจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ เพื่อให้การทำงานแต่ละกระบวนการในจำนวนหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle time) สอดคล้องกับรอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) ของแต่ละสถานีการทำงานให้มากขึ้น จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุง โดยให้พนักงานมีงานย่อยเพิ่มขึ้น จัดสมดุลสายการผลิตใหม่ จากเดิมมีพนักงาน 5 คน ให้มีพนักงาน 4 คน

(2) หากเหลือพนักงานเพียง 4 คน จะส่งผลทำให้พนักงานมีการเอื้อมแขนส่งงานให้กับกระบวนการถัดไป เนื่องมาจากพื้นที่และตำแหน่งการจัดวางกว้างมากเกินไป จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุงโดยการวางตำแหน่งของอุปกรณ์และเครื่องมือให้เหมาะสม และการสร้างรางลูกกลิ้งของฐานประกอบ ระหว่างกระบวนการทำงานของพนักงานจากสถานี

งาน M8 ส่งไปยังสถานีงาน S3 โดยฐานประกอบจะเคลื่อนที่บนรางลูกกลิ้งเพื่อส่งคืนไปยังกระบวนการของสถานีงาน S3 ได้โดยน้ำหนักของตัวฐานประกอบเอง ดังแสดงในภาพที่ 21

ภาพที่ 21 รางลูกกลิ้งเพื่อส่งฐานประกอบชิ้นงาน

ข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลประเภทของกิจกรรมจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ M5, M6, M7, S3 และ S4 สามารถแสดงโดยใช้แผนภาพผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ที่แสดงเวลาของแต่ละงานย่อยทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงตั้งแต่ดังตารางที่ 73 ถึงตารางที่ 80

4.1.3 ขั้นตอนกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

4.1.3.1 ***M5:*** *ประกอบ 3 ชิ้นส่วนประกอบ*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ติดตั้งก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้า และกะกลางคืน จากนั้นลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก เป่าทำความสะอาดบริเวณด้านหน้าและประกอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สองเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลักและกดให้แนบสนิท สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สามเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M5 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 73 ถึงตารางที่ 74

<u>ก่อนการปรับปรุง</u>

ตารางที่ 73 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M5

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M5		จัดสายชิ้นส่วน 2 ตำแหน่ง	1.86	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านใน	1.84	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ลอกเทปป้องกันออก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านหน้า	3.27	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	5.31	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	2.94	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		พับและจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.07	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ 2 เครื่อง และเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ 1 เครื่อง	2.14	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด			19.43	9	0	1	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 74 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M5

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M5		จัดสายชิ้นส่วน 2 ตำแหน่ง	1.86	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านใน	1.84	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ลอกเทปป้องกันออก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านหน้า	3.27	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	5.31	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	2.94	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	A	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	2.60	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		พับและจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.07	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ 2 เครื่อง และเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ 1 เครื่อง	2.14	○	⇨	■	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด			22.03	10	0	1	0	0		

4.1.3.2 ***M6:*** *ประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ และลอกเทปป้องกัน*

ก่อนเริ่มปฏิบัติงานพนักงานต้องตรวจสอบโปรแกรมหน้าจอแสดงผล ของเครื่องจักรให้โปรแกรมอยู่สถานะพร้อมใช้งาน ก่อนทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนกะเช้าและกะกลางคืน จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลักแล้วทำการลอกเทปป้องกันออก สุดท้ายกดปุ่ม “เริ่มต้น” ของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 4 ตำแหน่ง สถานีงาน M6 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 75 ถึงตารางที่ 76

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 75 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบ*ก่อนการปรับปรุง*ของสถานีงาน M6

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M6		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8.26	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2.01	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	16.08	○	⇨	■	□	▽	NVA	Waiting
		นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.39	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	A	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	2.60	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	0.47	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			30.81	3	3	1	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 76 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M6

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M6		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8.26	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	B	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	5.59	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2.01	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	16.08	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.39	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	0.47	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			33.80	3	3	1	0	0		

4.1.3.3 ***M7:*** *เก็บสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง และคอนเนคเตอร์ 3 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานนำชิ้นส่วนประกอบหลักออกจากอุปกรณ์เลื่อน จากนั้นวางบนอุปกรณ์ติดตั้ง ติดสายชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนชิ้นส่วนประกอบหลัก สุดท้ายเก็บสายชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ด้วยตัวล็อคบนอุปกรณ์จับยึด ใช้อุปกรณ์เก็บสายชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอ จำนวน 3 ตำแหน่ง สถานีงาน M7 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 77 ถึงตารางที่ 78

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 77 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M7		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	5.88	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	B	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	5.59	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	9.06	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.35	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			20.88	2	2	0	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 78 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M7		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	5.88	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	9.06	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.35	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
	C	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	0.66	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 3 ตำแหน่ง	5.50	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ใต้ช่องฐานประกอบ	0.47	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	0.91	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
รวมทั้งหมด			22.82	3	4	0	0	0		

4.1.3.4 ***S3:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และเก็บสาย 4 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานวางชิ้นส่วนประกอบแรกลงบนอุปกรณ์จับยึด จากนั้นใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบที่สองทั้ง 2 ตำแหน่ง แล้วเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ช่วยเก็บชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอจำนวน 4 ตำแหน่ง บนชิ้นส่วนประกอบที่สอง สถานีงาน S3 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 79 ถึงตารางที่ 80

<u>ก่อนการปรับปรุง</u>

ตารางที่ 79 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน S3

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
S3		วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2.04	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ปิดฝาครอบ	0.45	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8.33	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านอุปกรณ์ กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	1.48	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	0.79	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2.38	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.72	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			16.19	4	3	0	0	0		

<u>หลังการปรับปรุง</u>

ตารางที่ 80 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน S3

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
S3		วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2.04	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ปิดฝาครอบ	0.45	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8.33	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านอุปกรณ์ กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	1.48	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	0.79	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2.38	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	D	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	3.67	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	1.91	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องกดย้ำทำงาน	5.35	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.99	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			27.40	5	4	1	0	0		

จากการปรับปรุงดังกล่าวได้ทำการศึกษาหลังการปรับปรุง และการนำมาแสดงข้อมูลคน - เครื่องจักร ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 81 ถึงตารางที่ 84

ตารางที่ 81 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M5

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46
M5		จัดสายชิ้นส่วน 2 ตำแหน่ง	2			
		เปาทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านใน	2			
		ลอกเทปป้องกันออก				
		เปาทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบด้านหน้า	3			
		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก				
		ลอกเทปป้องกันออก 2 ตำแหน่ง	5			
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง				
		ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สาม	3			
	A	ทำการประกอบชิ้นส่วนที่สอง	3			
		ทับและจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2			
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ 2 เครื่อง และเครื่องตรวจส	2			

รอบเวลาการทำงาน = 23 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 0

= 0 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 82 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M6

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54
M6		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8			
	B	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	6			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง				
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		16		
		นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
		เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	1			
		ทำการประกอบชิ้นส่วนแรก	8			
	B	ลอกเทปป้องกันของแผ่นประกอบออกและติดลงบนชิ้นส่วนประกอบ	6			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง				
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		16		
		นำชิ้นส่วนประกอบออกจากเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
		เลื่อนงานไปยังเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ	1			

รอบเวลาการทำงาน = 20 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 16 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 2 + 3

= 5 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 4 วินาที

ตารางที่ 83 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46
M7		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	6			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบ 8 ตำแหน่ง	9			
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป				
	C	เลื่อนฐานประกอบมายังสถานีงาน S4	1			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เจาะตรงจอ 3 ตำแหน่ง	6			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ในฐานประกอบ				
		ส่งฐานประกอบคืนกลับไปยังสถานีงาน S3	1			

รอบเวลาการทำงาน = 23 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 0

= 0 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 84 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน S3

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
S3		วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2			
		ปิดฝาครอบ				
		ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8			
		กลับด้านอุปกรณ์ กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	1			
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	1			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2			
	D	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	4			
		วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	2			
		เครื่องกดย้ำทำงาน		5		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
		วางชิ้นส่วนประกอบบนฐานประกอบ	2			
		ปิดฝาครอบ				
		ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง	8			
		กลับด้านอุปกรณ์ กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อ	1			
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสาย	1			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	2			
	D	จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้าตะขอ 2 ตำแหน่ง	4			
		วางชิ้นส่วนประกอบบนเครื่องกดย้ำ	2			
		เครื่องกดย้ำทำงาน		5		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 21 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 5 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 2

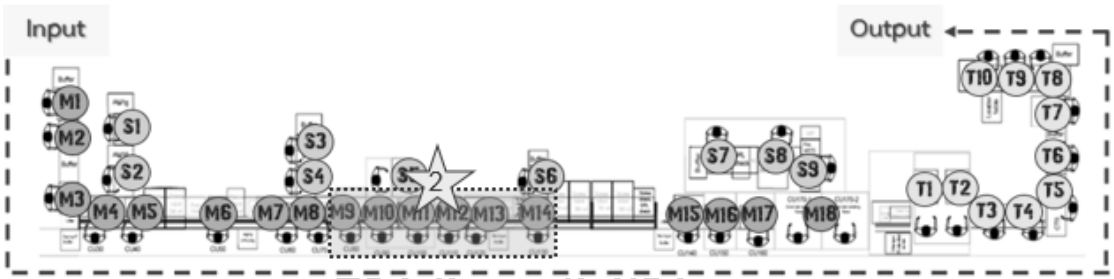
= 2 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 16 วินาที

4.2 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14

4.2.1 ปัญหาของกระบวนการประกอบ M9, M10, M11, M12, M13 และ M14

แผนผังสายการผลิตของสมาร์ทโฟน ในส่วนของกระบวนการทดสอบอัตโนมัติสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14 ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 แผนผังสายการผลิตกระบวนการประกอบสถานีงาน M9, M10, M11, M12, M13 และ M14

จากข้อมูลรอบเวลาการทำงานของกระบวนการนี้ สาเหตุเกิดจากพนักงานมีการว่างงานเกิดขึ้น เนื่องจากมีการทำงานแต่ละกระบวนการในจำนวนหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle time) น้อยกว่ารอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) ก่อให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในสายสายการผลิต อีกทั้งยังมีการยืนรอคอยของพนักงานอีกด้วย

4.2.2 แนวทางการปรับปรุงของกระบวนการประกอบ M9, M10, M11, M12, M13 และ M14

แนวทางในการปรับปรุงของกระบวนการผลิตนี้ จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิต เพื่อลดเวลาการว่างงานและรอคอยให้น้อยลง รายละเอียดของการปรับปรุงงานมีดังต่อไปนี้

(1) ลักษณะของงานเป็นกระบวนการประกอบ จึงจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ เพื่อให้การทำงานแต่ละกระบวนการในจำนวนหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle time) สอดคล้องกับรอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) ของแต่ละสถานีการทำงานมากขึ้น จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุง โดยให้พนักงานมีงานย่อยเพิ่มขึ้น จัดสมดุลสายการผลิตใหม่ จากเดิมมีพนักงาน 6 คน ให้มีพนักงาน 5 คน

(2) หลังจากมีการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ ส่งผลให้ขั้นตอนในการหยิบอุปกรณ์หลายครั้งมากขึ้น จึงได้มีการเสนอแนะให้มีการรวมอุปกรณ์จากเดิมใช้ประโยชน์เพียง 1 ด้าน ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้ง 2 ด้าน โดยปรับปรุงอุปกรณ์การทำงานของสถานีงาน M9 และสถานีงาน M11 ดังแสดงในภาพที่ 23

ภาพที่ 23 รวมอุปกรณ์ช่วยในการประกอบ

(3) การวางตำแหน่งของอุปกรณ์และเครื่องมือไม่เหมาะสม เนื่องมาจากพื้นที่และตำแหน่งการจัดวางกว้างมากเกินไป จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุงโดยการทำที่วางชิ้นส่วนและอุปกรณ์ใหม่ให้เหมาะสม เพื่อสะดวกในการหยิบใช้งาน อีกทั้งยังลดระยะในการเอื้อมของพนักงาน

ข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลประเภทของกิจกรรมจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ M9, M10, M11, M12, M13 และ M14 สามารถแสดงโดยใช้แผนภาพผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ที่แสดงเวลาของแต่ละงานย่อยทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 85 ถึงตารางที่ 94

4.2.3 ขั้นตอนกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

4.2.3.1 ***M9:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 4 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง เข้ากับคอนเนคเตอร์ของชิ้นส่วนประกอบหลัก จากนั้นวางชิ้นส่วนประกอบหลักบนเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 4 ตำแหน่ง สถานีงาน M9 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 85 ถึงตารางที่ 86

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 85 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M9

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M9		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1.04	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2.41	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.92	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ดึงชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1.25	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.45	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	18.23	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1.36	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			30.00	5	3	1	1	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 86 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M9

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M9		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1.04	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	E	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1.30	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2.41	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	E	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	1.77	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง		●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.92	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองและสามตามลำดับ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ดึงชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1.25	○	⇨	D	■	▽	NVA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1.45	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	18.23	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1.36	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			33.07	7	5	1	1	0		

4.2.3.2 ***M10:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกและสองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก จากนั้นประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก ต่อมาเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ที่สองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก และติดแผ่นประกอบลงบนบริเวณที่เชื่อมต่อ พร้อมกับลอกเทปป้องกันสีเหลืองออก สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนที่สองเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M10 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 87 ถึงตารางที่ 88

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 87 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M10

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M10		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	2.01	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	3.20	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	1.56	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง		●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	2.07	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	1.95	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.53	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			11.31	7	3	0	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 88 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M10

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M10		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	2.01	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	I	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ตำแหน่ง	3.73	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	3.20	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	1.56	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง		●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
	G	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	2.68	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	2.07	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	1.95	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.53	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			17.72	10	4	0	0	0		

4.2.3.3 ***M11:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานเป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบ ทำการถอดฝาครอบของชิ้นส่วนประกอบออก จากนั้นลอกเทปป้องกันออก ประกอบชิ้นส่วนประกอบเข้ากับชิ้นส่วนประกอบหลัก และทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกและสองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลัก สถานีงาน M11 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 89 ถึงตารางที่ 90

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 89 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M11

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M11		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	0.89	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	2.14	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	3.12	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		พับสายชิ้นส่วนประกอบ	1.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	2.03	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	1.30	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	3.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	1.76	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.00	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องกดย้ำอัตโนมัติทำงาน	6.52	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
รวมทั้งหมด			24	9	3	1	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 90 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M11

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M11		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	0.89	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	2.14	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	3.12	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		พับสายชิ้นส่วนประกอบ	1.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	2.03	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	1.30	●	⇨	D	□	▽	NVA	Process
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	3.12	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	1.76	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	F	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1.30	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2.00	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			18.78	10	3	0	0	0		

4.2.3.4 ***M13:*** *เชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 2 ตำแหน่ง และประกอบ 1 ชิ้นส่วนประกอบ*

เริ่มจากพนักงานทำการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์แรกและคอนเนคเตอร์ที่สองเข้ากับคอนเนคเตอร์ของส่วนประกอบหลักตามลำดับ จากนั้นใช้อุปกรณ์ช่วยในประกอบชิ้นส่วน สุดท้ายวางชิ้นส่วนประกอบหลักบนเครื่องจักร กดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 1 ตำแหน่ง สถานีงาน M13 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 91 ถึงตารางที่ 92

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 91 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M13

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M13	I	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ตำแหน่ง	3.73	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ		○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	0.87	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	4.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านอุปกรณ์แล้วกดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	1.55	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	J	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.24	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้ากับตะขอ	3.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องกดย้ำ	0.60	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		กดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งแรก โดยเครื่องกดย้ำ	6.82	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		กดย้ำตำแหน่งเชื่อมต่อ 3 ตำแหน่งถัดมา โดยเครื่องกดย้ำ	6.52	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		งานเลื่อนอัตโนมัติไปยังเครื่องตรวจสอบ	7.28	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด			37.69	5	4	3	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 92 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M13

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M13		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	4.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		กลับด้านอุปกรณ์แล้วกดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	1.55	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	0.87	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
	H	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3.15	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2.09	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน	4.28	○	⇨	●	□	▽	VA	Waiting
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2.12	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			18.60	3	3	1	0	0		

4.2.3.5 ***M14:*** *ประกอบ 2 ชิ้นส่วนประกอบ และเก็บสาย 1 ตำแหน่ง*

เริ่มจากพนักงานลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบแรกออก จากนั้นใช้อุปกรณ์เก็บสายชิ้นส่วนประกอบเข้ากับตะขอ จำนวน 1 ตำแหน่ง และประกอบชิ้นส่วนประกอบแรกและชิ้นส่วนประกอบที่สองลงบนชิ้นส่วนประกอบหลักสุดท้าย เลื่อนอุปกรณ์จับยึดเข้าเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรูอัตโนมัติจำนวน 15 ตำแหน่ง สถานีงาน M14 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 93 ถึงตารางที่ 94

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 93 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน M14

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M14		ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	5.40	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	9.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 1 ทำงาน	16.10	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 2 ทำงาน	15.01	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 3 ทำงาน	16.39	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		เครื่องประกอบอัตโนมัติที่ 4 ทำงาน	13.50	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
		งานเลื่อนอัตโนมัติไปยังเครื่องตรวจสอบ	5.58	○	⇨	●	□	▽	NVA	Waiting
รวมทั้งหมด			81.33	3	1	5	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 94 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการประกอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน M14

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
M14		ลอกเทปป้องกันของชิ้นส่วนประกอบออก	5.40	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนแรก		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
	J	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2.24	○	➡	D	□	▽	NVA	Motion
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบให้เข้ากับตะขอ	3.54	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	9.35	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ		○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			20.53	4	2	0	0	0		

จากการปรับปรุงดังกล่าวได้ทำการศึกษาหลังการปรับปรุง และการนำมาแสดงข้อมูล คน - เครื่องจักร ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 95 ถึงตารางที่ 99

ตารางที่ 95 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M9

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
M9		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	E	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก				
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
	E	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	3			
		ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
		กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองแ				
		ส่งชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		18		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
	E	หมุนฐานประกอบ 90 องศา	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก				
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
	E	หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	2			
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรกและบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
		หยิบอุปกรณ์ที่ช่วยในการกดย้ำ	3			
		ใช้อุปกรณ์ด้านใหญ่ กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
		กลับด้านการใช้อุปกรณ์เป็นด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สองแ				
		ส่งชิ้นส่วนประกอบออกมาตรวจสอบ	1			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	1			
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		18		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 20 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 18 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 7 + 3

= 10 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 2 วินาที

ตารางที่ 96 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M10

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57
M10		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบแรก				
		หยิบอุปกรณ์ที่ใช้ในการกดย้ำ	2			
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อแรก				
	I	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 1 ด้านหนึ่ง				
		หยิบอุปกรณ์ในการกดย้ำ	4			
		กดย้ำบริเวณที่เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ				
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สอง	3			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง				
		หยิบอุปกรณ์ที่ใช้ในการกดย้ำ	2			
		ใช้อุปกรณ์ด้านเล็ก กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อที่สอง				
	G	ติดชิ้นส่วนประกอบขนาดเล็ก	3			
		ลอกเทปป้องกันออกของชิ้นส่วนประกอบที่สามออก	2			
		ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	2			
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 19 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 4

= 4 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 97 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M11

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54
M11		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งแรก	1			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนฐานประกอบ	2			
		ใช้อุปกรณ์ถอดฝาครอบชิ้นส่วน	3			
		ประกอบชิ้นส่วนแรก				
		พับสายชิ้นส่วนประกอบ	1			
		ลอกเทปป้องกันบนชิ้นส่วนประกอบออก	2			
		เป่าทำความสะอาดชิ้นส่วนประกอบโดยใช้ท่อลมครั้งที่สอง	1			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	3			
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	2			
	F	เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบที่สอง	1			
		หยิบอุปกรณ์ที่ใช้ในการกดย้ำ	2			
		กดย้ำบริเวณเชื่อมต่อ				
		เลื่อนชิ้นส่วนประกอบไปยังเครื่องกดย้ำอัตโนมัติ				

รอบเวลาการทำงาน = 18 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 5

= 5 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

ตารางที่ 98 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M13

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	
M13		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	5			
		กลับด้านอุปกรณ์แล้วกดย้ำปริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	2			
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	1			
	H	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		4		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2			
		เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ 2 ตำแหน่ง โดยใช้อุปกรณ์	5			
		กลับด้านอุปกรณ์แล้วกดย้ำปริเวณที่เชื่อมต่อส่วนประกอบ	2			
		เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบ	1			
	H	ประกอบชิ้นส่วนประกอบที่สาม	3			
		วางชิ้นส่วนประกอบลงบนเครื่องประกอบอัตโนมัติ	2			
		เครื่องประกอบอัตโนมัติทำงาน		4		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	2			

รอบเวลาการทำงาน = 15 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 4 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 8

= 8 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 11 วินาที

ตารางที่ 99 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน M14

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
M14		ลอกเทปป้องกันจองชิ้นส่วนประกอบออก	5			
		ประกอบชิ้นส่วนแรก				
	J	เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดสายชิ้นส่วนประกอบ	2			
		จัดสายชิ้นส่วนประกอบเข้ากับเครื่อง	4			
		ประกอบชิ้นส่วนที่สอง	9			
		เลื่อนงานไปยังเครื่องประกอบอัตโนมัติ				

รอบเวลาการทำงาน = 20 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 0 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 0 + 3

= 3 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 0 วินาที

4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงของสถานีงาน T6 และ T7

4.3.1 ปัญหาของกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ T6 และ T7

แผนผังสายการผลิตของสมาร์ทโฟน ในส่วนของกระบวนการทดสอบอัตโนมัติสถานีงาน T6 และ T7 ดังแสดงในภาพที่ 24

ภาพที่ 24 แผนผังสายการผลิตกระบวนการทดสอบอัตโนมัติสถานีงาน T6 และ T7

จากข้อมูลรอบเวลาการทำงานของกระบวนการนี้ สาเหตุเกิดจากพนักงานมีการว่างงานเกิดขึ้น เนื่องจากในการทดสอบอัตโนมัติ 1 ครั้ง ต้องรองานทดสอบจนเสร็จก่อนจึงสามารถเริ่มทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวต่อไปได้ แสดงให้เห็นถึงความไม่ต่อเนื่องในกระบวนการผลิตของกระบวนการนี้ ก่อให้เกิดการรอคอยของพนักงาน ขณะที่เครื่องจักรทำการทดสอบอัตโนมัติในสายการผลิต

4.3.2 แนวทางการปรับปรุงของกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ T6 และ T7

แนวทางในการปรับปรุงของกระบวนการผลิตนี้ จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานให้เกิดความต่อเนื่องในการผลิต เพื่อลดเวลาการว่างงานและรอคอยให้น้อยลง รายละเอียดของการปรับปรุงงานมีดังต่อไปนี้

(1) ลักษณะของเครื่องจักรเป็นแบบทดสอบอัตโนมัติ พนักงานต้องยืนรองานไว้ขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุง โดยให้พนักงาน 1 คน ทำงานต่อ 2 เครื่องจักร จากเดิมคือ พนักงาน 1 คน ทำงานต่อ 1 เครื่องจักร

(2) หากเหลือพนักงานเพียงคนเดียวทำงานต่อ 1 เครื่องจักร จะส่งผลทำให้พนักงานมีการเดินส่งงานให้กับกระบวนการถัดไป จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุงโดยการสร้างรางลำเลียงชิ้นงานระหว่างกระบวนการทำงานของพนักงาน คือหลังจากที่พนักงานนำงานออกจากเครื่องจักรที่ 2 แล้ว ให้วางลงบนรางลำเลียงแบบลูกกลิ้ง ชิ้นงานก็จะเคลื่อนที่บนรางลำเลียงไปยังกระบวนการถัดไปได้โดยน้ำหนักของตัวชิ้นงานเอง ดังแสดงในภาพที่ 25

ภาพที่ 25 รางลูกกลิ้งเพื่อส่งชิ้นงาน

(3) การวางตำแหน่งของอุปกรณ์และเครื่องมือไม่เหมาะสม เนื่องมาจากพื้นที่และตำแหน่งการจัดวางกว้างมากเกินไป จึงได้มีการเสนอแนะการปรับปรุงโดยการทำที่วางชิ้นงานระหว่างรอเครื่องจักรที่ 2 จากเดิมวาง 4 ชิ้นงาน ให้เหลือวางเพียง 2 ชิ้นงาน เพื่อลดระยะในการเอื้อมของพนักงาน ดังแสดงในภาพที่ 26

ภาพที่ 26 ที่วางชิ้นงานระหว่างรอเครื่องจักร

ข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลประเภทของกิจกรรมจากกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ T6 และ T7 สามารถแสดงโดยใช้แผนภาพผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ที่แสดงเวลาของแต่ละงานย่อยทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงตั้งแต่ดังตารางที่ 100 ถึงตารางที่ 101

4.3.3 ขั้นตอนกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

4.3.3.1 ***T7:*** *ทดสอบอัตโนมัติ T6 และ T7*

เริ่มจากพนักงานวางงานลงบนเครื่องจักร จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มต้น” เพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ T6 ประกอบชิ้นส่วนประกอบจำลองเข้ากับงาน แล้วลอกเทปป้องกันและฟิล์มป้องกันออก จากนั้นเครื่องสแกนจะทำการสแกนบาร์โค้ดบนหน้าจอ สุดท้ายดันอุปกรณ์จับยึดเข้ากับเครื่องจักร T7 จนแนบสนิทเพื่อทำการทดสอบอัตโนมัติ สถานีงาน T7 มีข้อมูลของขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 100 ถึงตารางที่ 101

ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 100 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการทดสอบก่อนการปรับปรุงของสถานีงาน T7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
T7		ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	1.36	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2.48	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
		วางงานบนฐานทดสอบ	1.31	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ทดสอบอัตโนมัติ	16.08	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
		ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2.21	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
		ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	1.99	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.64	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			26.07	6	2	1	0	0		

หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 101 เวลางานย่อยแต่ละกระบวนการในการทดสอบหลังการปรับปรุงของสถานีงาน T7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					กิจกรรม	ประเภท
				○	⇨	D	□	▽		
T7	K	วางงานบนฐานทดสอบ	1.56	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	0.66	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ทดสอบอัตโนมัติ	12.26	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.53	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ลอกฟิล์มป้องกันออกจากชิ้นงาน	1.36	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ลอกเทปป้องกันออกจากชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2.48	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
		วางงานบนฐานทดสอบ	1.31	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
		ทดสอบอัตโนมัติ	16.08	○	⇨	◗	□	▽	NVA	Waiting
		ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2.21	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA	Process
		ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับชิ้นงาน	1.99	●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ติดเทปป้องกันเข้ากับชิ้นงาน		●	⇨	D	□	▽	VA	Process
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	0.64	○	➡	D	□	▽	(N)NVA	Motion
รวมทั้งหมด			41.08	7	4	2	0	0		

จากการปรับปรุงดังกล่าวได้ทำการศึกษาหลังการปรับปรุง และการนำมาแสดงข้อมูล คน - เครื่องจักร ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 102

ตารางที่ 102 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิคนและเครื่องจักรในการประกอบของสถานีงาน T7

สถานีงาน	ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลา (วินาที)
			คน	เครื่องจักร1	เครื่องจักร2	
T7	K	วางงานบนฐานทดสอบ	2			
		กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	1			
		ทดสอบอัตโนมัติ		12		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
		ลอกฟิล์มป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน	1			
		ลอกเทปป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน				
		ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2			
		วางงานบนฐานทดสอบ	1			
		ทดสอบอัตโนมัติ			16	
		ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2			
		ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับงาน	2			
		ติดเทปป้องกันเข้ากับงาน				
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
	K	วางงานบนฐานทดสอบ	2			
		กดปุ่ม "เริ่มต้น" เพื่อทดสอบอัตโนมัติ	1			
		ทดสอบอัตโนมัติ		12		
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			
		ลอกฟิล์มป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน	1			
		ลอกเทปป้องกันติดบนชิ้นของเทปป้องกัน				
		ใส่ชิ้นส่วนประกอบจำลอง	2			
		วางงานบนฐานทดสอบ	1			
		ทดสอบอัตโนมัติ			16	
		ใช้อุปกรณ์ถอดชิ้นส่วนประกอบจำลองออก	2			
		ติดฟิล์มป้องกันเข้ากับงาน	2			
		ติดเทปป้องกันเข้ากับงาน				
		ส่งงานให้ขั้นตอนถัดไป	1			

รอบเวลาการทำงาน = 22 วินาที

เวลาเครื่องจักรทำงาน = 28 วินาที

เวลาว่างงานของคน = เวลาขณะเครื่องจักรทำงาน + เวลาน้อยกว่า Takt time

= 9 + 1

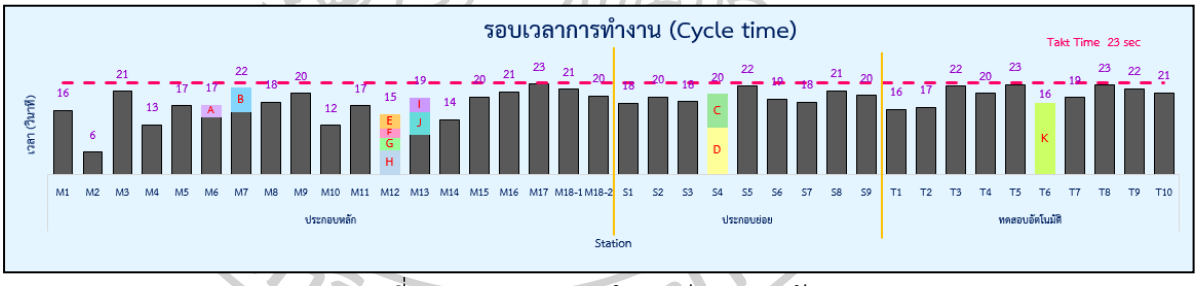
= 10 วินาที

เวลาว่างงานของเครื่องจักร = 10 วินาที

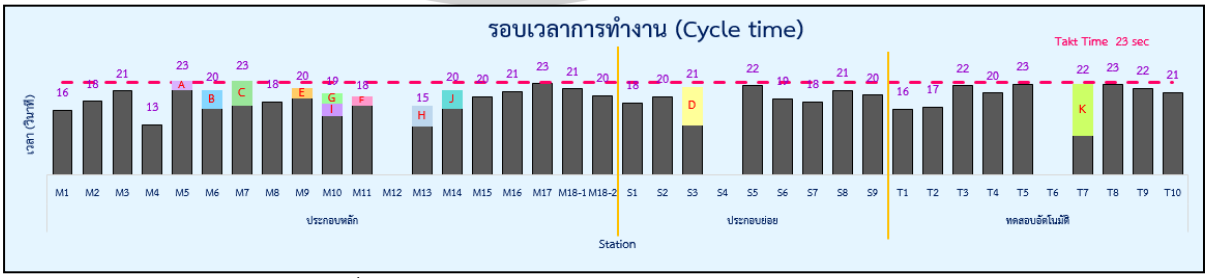
จากการศึกษากระบวนการผลิตโดยใช้หลักการศึกษางาน และศึกษาเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนของบริษัทกรณีศึกษา ในส่วนการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process) ของผลิตภัณฑ์สมาร์ทโฟน หลังจากนำหลักการ ECRS และเทคนิคลีน เป็นแนวทางในการปรับปรุงของงานแต่ละขั้นตอน สามารถแสดงแผนงานการปรับปรุงดังตารางที่ 103 และรอบเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในภาพที่ 27 ถึงภาพที่ 28

ตารางที่ 103 แผนงานการปรับปรุง

ลำดับที่	กิจกรรม	สถานีงาน	ผู้รับผิดชอบ	เมษายน				พฤษภาคม			
				สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	จัดสมดุลสายการผลิตใหม่	ทั้งหมด	วิศวกร								
2	จัดประชุมอภิปรายแนวทางการปรับปรุง	ทั้งหมด	วิศวกร								
3	เพิ่มชั้นวางชิ้นส่วนประกอบ	M5	ทีมงานปรับปรุง								
4	ติดตั้งถังขยะไฟฟ้า	M6	ทีมงานปรับปรุง								
5	เพิ่มอุปกรณ์ช่วยประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็ก	M7	วิศวกร								
6	สร้างรางลูกกลิ้งส่งฐานประกอบงาน	S3	ทีมงานปรับปรุง								
7	รวมด้ามอุปกรณ์การประกอบ	M9	ทีมงานปรับปรุง								
8	รวมด้ามอุปกรณ์การประกอบ	M11	ทีมงานปรับปรุง								
9	จัดพื้นที่การทำงาน	M13	ทีมงานปรับปรุง								
10	สร้างรางลูกกลิ้งส่งงาน	T7	ทีมงานปรับปรุง								
11	ตรวจสอบเวลาการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุง	ทั้งหมด	วิศวกร								
12	จัดประชุมอภิปรายผลการปรับปรุง	ทั้งหมด	วิศวกร								
13	แก้ไขคู่มือการปฏิบัติงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	ทั้งหมด	วิศวกร								



ภาพที่ 27 รอบเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 28 รอบเวลาการทำงานหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางการปรับปรุงโดยนำหลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการว่างงานของคนและเครื่องจักร เพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานให้สูงขึ้น อันนำไปสู่การมีมาตรฐานจำนวนพนักงานที่เหมาะสมต่อสายการผลิต ส่งผลให้ให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะสรุปผลการวิจัยในบทที่ 5 ถัดไป

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลจากการดำเนินงานหลังจากปรับปรุงสายการผลิต

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่มีการว่างงานเกิดขึ้นในสายการผลิต จึงทำการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานมากขึ้น และมีการใช้จำนวนพนักงานต่อสายการผลิตให้เหมาะสมมากขึ้น โดยใช้แนวทางการกำจัดความสูญเปล่าจากการทำงาน การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน การออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการทำงาน การนำอุปกรณ์และเครื่องมือมาช่วยในการทำงาน

เวลาที่ได้จากการศึกษาข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะได้เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละกระบวนการของสถานีงานในจำนวนหนึ่งรอบเวลาการทำงาน (Cycle time) นำมาพิจารณาต่อว่าสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้หรือไม่ โดยกำหนดเป็นรอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) เพื่อพิจารณาว่าเวลาในการทำงานจริงที่เกิดขึ้นในหนึ่งรอบเวลาของกระบวนการเกินกว่าเวลาที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ เพราะว่าถ้าเกินนั้นหมายถึงกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเวลาที่ต้องการได้ เปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt time) กับเวลาในหนึ่งรอบการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต (Cycle Time) ดังแสดงตามตารางที่ 104

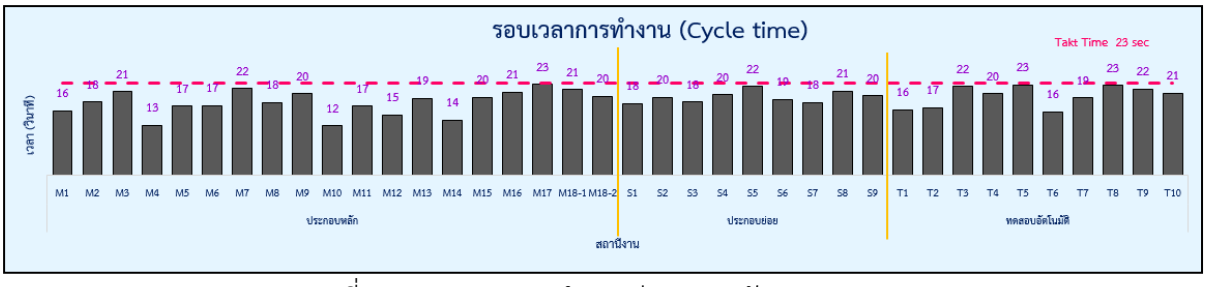
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 104 การเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานกับรอบเวลาที่ลูกค้าต้องการหลังการปรับปรุง

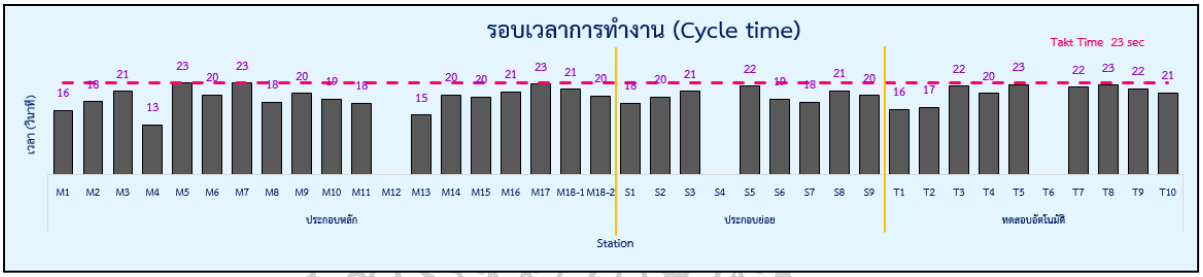
กระบวนการ	สถานีงาน	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)		รอบเวลาทำงานที่ลูกค้าต้องการ (วินาที)
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
ประกอบหลัก	M5	17	23	23
	M6	17	20	23
	M7	22	23	23
	M9	20	20	23
	M10	12	19	23
	M11	17	18	23
	M12	15	0	23
	M13	19	15	23
	M14	14	20	23
ประกอบย่อย	S3	16	21	23
	S4	15	0	23
ทดสอบอัตโนมัติ	T6	16	0	23
	T7	19	22	23

จากผลการเปรียบเทียบพบว่าเวลาในหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle time) น้อยกว่ารอบเวลาทำงานที่ลูกค้าต้องการ (takt time) แสดงว่าหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตไม่มีผลกระทบต่อลูกค้า การปรับปรุงสามารถทำได้จริงและแสดงรอบเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในภาพที่ 29 ถึงภาพที่ 30

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 29 รอบเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 30 รอบเวลาการทำงานหลังการปรับปรุง

5.2 มาตรฐานจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต

มาตรฐานจำนวนพนักงานต่อสายการผลิตก่อนปรับปรุงใช้จำนวนพนักงานเท่ากับ 38 คนต่อสายการผลิตต่อกะการทำงาน หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่พบปัญหาการว่างงานของคนและเครื่องจักรจำนวนพนักงานลดลงเหลือ 35 คน ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ลดลง 7.89% ดังแสดงตามตารางที่ 105

ตารางที่ 105 เปรียบเทียบจำนวนพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต

กระบวนการ	สถานีงาน	จำนวนพนักงาน (คน)	
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ประกอบหลัก	M1	1	1
	M2	1	1
	M3	1	1
	M4	1	1
	M5	1	1
	M6	1	1
	M7	1	1
	M8	1	1
	M9	1	1
	M10	1	1
	M11	1	1
	M12	1	0
	M13	1	1
	M14	1	1
	M15	1	1
	M16	1	1
	M17	1	1
	M18-1	1	1
	M18-2	1	1
ประกอบย่อย	S1	1	1
	S2	1	1
	S3	1	1
	S4	1	0
	S5	1	1
	S6	1	1
	S7	1	1
	S8	1	1
	S9	1	1
ทดสอบอัตโนมัติ	T1	1	1
	T2	1	1
	T3	1	1
	T4	1	1
	T5	1	1
	T6	1	0
	T7	1	1
	T8	1	1
	T9	1	1
	T10	1	1
รวมจำนวนพนักงาน (คน)		38	35

5.3 เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องจักร

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่ โดยใช้สายการผลิตที่มีความต่อเนื่องมากขึ้น ส่งผลทำให้เวลาในการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้นและเวลาว่างลดลง โดยจากเดิมเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานก่อนปรับปรุงเท่ากับ 61.87% ซึ่งหลังจากการปรับปรุงกระบวนการเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานของพนักงานเท่ากับ 84.28% ซึ่งเพิ่มจากเดิมคิดเป็น 22.41% ดังแสดงตามตารางที่ 106 และในส่วนการปฏิบัติงานของเครื่องจักรพบว่าลดลง จากเดิมเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานก่อนปรับปรุงเท่ากับ 57.75% ซึ่งหลังจากการปรับปรุงกระบวนการเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานของเครื่องจักรเท่ากับ 39.44% ซึ่งลดลงจากเดิมคิดเป็น 18.31% ดังแสดงตามตารางที่ 107

ตารางที่ 106 เปรียบเทียบเวลาว่างงานของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต

กระบวนการ	สถานีงาน	เวลาว่างงานของคน (วินาที)	
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ประกอบหลัก	M5	6	0
	M6	8	5
	M7	1	0
	M9	13	10
	M10	11	4
	M11	6	5
	M12	8	0
	M13	4	8
	M14	9	3
ประกอบย่อย	S3	7	2
	S4	8	0
ทดสอบอัตโนมัติ	T6	19	0
	T7	14	10
เปอร์เซ็นต์การว่างงาน		38.13%	15.72%
เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงาน		61.87%	84.28%

ตารางที่ 107 เปรียบเทียบเวลาว่างงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุงต่อสายการผลิต

กระบวนการ	สถานีงาน	เวลาเครื่องจักร (วินาที)	เวลาว่างงานของเครื่องจักร (วินาที)	
			ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ประกอบหลัก	M5	-	-	-
	M6	16	0	4
	M7	-	-	-
	M9	18	2	2
	M10	-	-	-
	M11	-	-	-
	M12	4	11	-
	M13	-	-	11
	M14	-	-	
ประกอบย่อย	S3	-	-	16
	S4	5	10	-
ทดสอบอัตโนมัติ	T6	12	4	-
	T7	16	3	10
เปอร์เซ็นต์การว่างงาน			42.25%	60.56%
เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงาน			57.75%	39.44%

5.4 การลดต้นทุนการผลิตในส่วนค่าใช้จ่ายของพนักงาน

(1) จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิตก่อนการปรับปรุงคือ 38 คนต่อหนึ่งกะการทำงาน มีสายการผลิตทั้งหมด 5 สายการผลิต โดยในการทำงานปกติมี 2 กะการทำงานต่อ 1 วันการทำงาน มีจำนวนพนักงานทั้งหมดเท่ากับ 380 คน

(2) จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิตหลังการปรับปรุง คือ 35 คนต่อหนึ่งกะการทำงาน มีสายการผลิตทั้งหมด 5 สายการผลิต โดยในการทำงานปกติมี 2 กะการทำงานต่อ 1 วันการทำงาน มีจำนวนพนักงานทั้งหมดเท่ากับ 350 คน

ต้นทุนก่อนการปรับปรุงของเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563 พบว่าต้นทุนส่วนประกอบของแรงงานมีค่าใช้จ่าย 6,300 บาทต่อเดือนต่อคน ดังนั้นค่าใช้จ่ายทั้งหมดเกี่ยวกับต้นทุนแรงงานต่อเดือนจะเท่ากับ 2,394,000 บาทต่อเดือน หลังจากปรับปรุงจำนวนมาตรฐานของพนักงานต่อสายการผลิตส่งผลให้ต้นทุนของเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563 มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 2,205,000 บาทต่อเดือน หรือลดลง 7.89% ต่อเดือน ดังแสดงตามตารางที่ 108

ตารางที่ 108 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายของพนักงานต่อเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	ต้นทุนค่าใช้จ่ายพนักงาน (บาท/เดือน)	
	ก่อนการปรับปรุง (กรกฎาคม พ.ศ. 2563)	หลังการปรับปรุง (สิงหาคม พ.ศ. 2563)
จำนวนพนักงานต่อสายการผลิต (คน)	38	35
ต้นทุนค่าแรงงานต่อพนักงาน 1 คน (บาท)	6,300	6,300
รวมต้นทุนค่าใช้จ่าย (บาท)	2,394,000	2,205,000
เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่าย	100%	92.11%

5.5 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงจำนวนมาตรฐานพนักงานให้เหมาะสมต่อสายการผลิต เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลงหรือใช้ระบบอัตโนมัติแทนแรงงานคน และในด้านเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานของเครื่องจักรยังคงมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานของบริษัทที่กำหนดไว้ ทำให้กระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรใช้เวลาน้อยกว่าจึงเกิดการว่างงาน แนวทางในการปรับปรุงต่อไปควรปรับปรุงสายการผลิตให้มีความสมดุลเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีเปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงานมากขึ้น และในแนวคิดเดียวกันนี้ การปรับปรุงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นในการผลิตต่อไปในอนาคตได้

รายการอ้างอิง

Jacksom, T. L., & Jones, K. R. (1996). *Implement A Lean Management System*. Oregon: Productivity Press.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changes the World: The Story of Lean Production*. New York: Rawson and Associates.

Yasuhiro Monden. (1983). *Toyota Production System: Practical Approach to Production Management*: Industrial Engineering and Mgt. Press.

ณัสญ์ศยา สิทธิโชควโรดม. (2552). การปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/16582

ดาริน เปรมปรีชา. (2560). การเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการบรรจุน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เลี้ยงบรรจุถ้วยพลาสติก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, Retrieved from http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11027

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ. (2546). การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้เทคนิค *FMEA*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/5965

นวลพร แสงฤดี, และจิตรา รู้กิจการพานิช. (2554). การปรับปรุงกระบวนการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 21*(3).

นิสา ชัยนภาพร. (2545). การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานเก้าอี้ทันตกรรม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/10923

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). การศึกษางานอุตสาหกรรม (*Industrial Work Study)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท้อป.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, และเนื้อโสม ติงสัญชลี. (2538). การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ภัทร์วุธ บุญลาภ. (2553). การลดความสูญเปล่าของสายการผลิตกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/61878

รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ. (2550). การเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/15684

ฤกษ์ชัย ปรีชาสุปัญญา. (2545). การเพิ่มผลผลิตยาน้ำ กรณีศึกษาในโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/24902

วสวัตติ์ บุญปรีชา. (2553). การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติก โดยวิธีลีน ซิกซ์ซิกม่า. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/30711

วุฒิพร ศรีไพโรจน์. (2558). การปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำลังคนต่อสายการผลิตเพื่อลดต้นทุนแรงงาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

อนุสสรา ไนยจิตย์. (2557). การลดความสูญเปล่าในสายการผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิตอล. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/44560

อัญชลี จินดาฤกษ์. (2545). การเพิ่มผลิตภาพแรงงานในโรงงานเบเกอรี่. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/1430

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุจิตรา บัวผัน
วัน เดือน ปี เกิด	10 มีนาคม 2537
สถานที่เกิด	สมุทรสาคร
วุฒิการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยศิลปากร 2559
ที่อยู่ปัจจุบัน	10/2 ม.2 ต.ธรรมศาลา อ.เมือง จ.นครปฐม 73000