การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION FOR PRODUCTION IMPROVEMENT (A CASE STUDY OF GARMENT INDUSTRY)

นายธนศักดิ์ นิ่มเพ็ง รหัส 57361166

นายพุทธรักษ์ อยู่วงค์ รหัส 57361722

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

ผู้ดำเนินโครงงาน นายธนศักดิ์ นิ่มเพ็ง รหัส 57361166
นายพุทธรักษ์ อยู่วงค์ รหัส 57361395

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

..... ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญนิธิ คำเมือง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีสัจจา วิทยศักดิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนศักดิ์ นิ่มเพ็ง รหัส 57361166 นายพุทธรักษ์ อยู่วงค์ รหัส 57361395
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ศึกษาและสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ให้กับผู้ประกอบการในการแก้ไขปัญหาการวางผังโรงงานไม่เหมาะสมเพื่อให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงได้ศึกษากระบวนการ ขั้นตอนการทำงาน และการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำลองระบบการผลิตของสายการผลิตจริง โดยศึกษาและเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิตและหาแนวทางปรับปรุงเพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของสายการผลิตดีขึ้น

การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ของโครงงานนี้ ทำได้โดยใช้โปรแกรม Arena ในการหาแนวทางการปรับปรุงและสร้างแบบจำลองไว้ ซึ่งมี 2 รูปแบบ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแนวทางการปรับปรุงแต่ละรูปแบบ สามารถจำแนกได้ดังนี้ การปรับปรุงแบบที่ 1 ทำให้ระยะทางของชุดทำครัวทั้ง 3 รุ่น (CJCC, CJ1T และ CJWD) ลดลงไป 46.4, 124.12, 77.9 เมตร ตามลำดับ และการปรับปรุงแบบที่ 2 ทำให้ระยะทางของชุดทำครัวทั้ง 3 รุ่น (CJCC, CJ1T และ CJWD) ลดลงไป 68.09, 125.9 และ 87.65 เมตร ตามลำดับ

Project Title	APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION FOR PRODUCTION IMPROVEMENT: A CASE STUDY OF GARMENT INDUSTRY
Name	Mr.Thanasak Nimpheng Code 57361166
	Mr.Phuttarak Yoowong Code 57361395
Project Advisor	Asst. Prof. Dr. Pupong Pongcharoen
Major	Industrial Engineering
Department	Industrial Engineering
Academic Year	2017

Abstract

This work was aimed to study and develop a production model of ready-made clothing industry. The study was anticipated to improve the production efficiency that producers may be facing the ineffective plant design.

The study encompasses process, work procedures, and data collection which can be used to produce a computer simulation model representing the actual production line. The study provides solutions to production processes by improving efficiency. Arena program was applied to create a computerized model that can be classified into two models for the results; 1) the first improvement which reduced the work flow of three chef uniforms (CJCC, CJ1T and CJWD) to 46.4, 124.12, 77.9 meters respectively, 2) the second improvement resulted in shorter work flow of three chef uniforms (CJCC, CJ1T and CJWD) to which were reduced to 68.09, 125.9 and 87.65 meters respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ อาร์ยที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด แนวทางการแก้ไขปัญหา และติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงาน ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ข้อเสนอแนะ แนวทางการแก้ไข และแนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท ฐานะภัณฑ์ การ์เม้น และพนักงาน ที่ให้ความร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูลด้วยดีตลอดเวลาที่ต้องการ ส่งผลให้การทำโครงงานนี้ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณ บิดา และมารดา ที่ให้การอบรมสั่งสอน และการสับสนุนมาโดยตลอด จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายธนศักดิ์ นิ่มเพ็ง
นายพุทธรักษ์ อยู่วงค์

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
Abstract ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มา และความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs) 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes) 2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart) 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 4
2.1 คำจำกัดความในการสร้าง (Simulation Model) 4
2.1.1 Module 4
2.1.2 Entities 4
2.1.3 Attributes 5
2.1.4 Variables 5
2.1.5 Resources 5
2.1.6 Queues 5
2.1.7 Statistical Accumulators 5

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.8 Events 5
2.1.9 Simulation Clock 5
2.1.10 Run 6
2.2 ระบบงาน 6
2.3 ประเภทของระบบงาน 6
2.3.1 ระบบต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง 6
2.3.2 ระบบตายตัวหรือระบบไม่แน่นอน 7
2.4 การศึกษาเวลา (Time Study) 7
2.4.1 นิยาม 7
2.4.2 ประเภทของการศึกษาเวลา 8
2.4.3 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา 8
2.4.4 การศึกษาเวลาโดยตรง 9
2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์ 10
2.5.1 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล 10
2.5.2 การสร้าง (Moduel) ขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต 10
2.5.3 การ (Run) โปรแกรม 10
2.6 วงจร PDCA 11
2.6.1 ขั้นตอนการวางแผน (Plan) 11
2.6.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Do) 11
2.6.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ (Check) 11
2.6.4 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Action) 12
2.7 ผังงาน (Flow Chart) 12
2.8 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) 13
2.9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 14
2.10 การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) 14
2.11 ทฤษฎีการทดสอบสมมติฐานสถิติทดสอบ (T-test) 14
2.11.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบ (T-test) 15
2.11.2 ขั้นตอนการทดสอบ 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 17
3.1 ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม (Arena) 18
3.2 ศึกษาระบบในกระบวนการผลิต 19
3.3 หาแนวทางการปรับปรุงการทำงานในสายการผลิต 35
3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องพิจารณา 35
3.5 การจัดเตรียมข้อมูล 35
3.5.1 การเก็บข้อมูล 35
3.5.2 การวางแผนจับเวลา 36
3.6 วิเคราะห์ข้อมูล และแปรสภาพข้อมูล 36
3.7 สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ 42
3.7.1 การสร้างแบบจำลอง 43
3.7.2 การทดลองประมวลผล 50
3.8 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 51
3.8.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) 51
3.8.2 การทดสอบความถูกต้อง (Validation) 51
3.9 วิเคราะห์ข้อมูล 55
3.10 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 55
3.11 จัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ 55

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 57
4.1 แนวทางการปรับปรุงผัง 57
4.2 แบบจำลองต้นแบบ 71
4.3 การสร้างแบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุง 72
4.4 ผลการทดลอง 74
4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 75

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 76
5.1 สรุปผลการทดลอง 76
5.2 ข้อดี และข้อเสียของโครงงาน 76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.1 ข้อดี 76
5.2.2 ข้อเสีย 77
5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 77
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 78

เอกสารอ้างอิง 79

ภาคผนวก ก วิธีการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer) 80
ภาคผนวก ข การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 90
ภาคผนวก ค แนวทางการปรับปรุงผัง 93
ภาคผนวก ง แบบประเมินความพึงพอใจ 106

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 107

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน ... 3

2.1 สัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในผังงาน ... 12

2.2 สัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการไหล ... 13

3.1 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา) ... 20

3.2 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นสายกระดุม) ... 21

3.3 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นกระเป๋า) ... 21

3.4 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหลัง) ... 21

3.5 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นปก) ... 21

3.6 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นแขน) ... 22

3.7 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นธนู) ... 22

3.8 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา) ... 24

3.9 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นกระเป๋า) ... 25

3.10 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (เสื้อชิ้นหลัง) ... 25

3.11 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นปก) ... 25

3.12 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นแขน) ... 26

3.13 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นธนู) ... 26

3.14 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นสายกระดุม) ... 26

3.15 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหน้าขวา) ... 28

3.16 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหน้าซ้าย) ... 29

3.17 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นกระเป๋า) ... 29

3.18 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหลัง) ... 29

3.19 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นแขน) ... 30

3.20 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นธนู) ... 30

3.21 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นปก) ... 30

3.22 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นสายกระดุม) ... 30

3.23 เครื่องจักรต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา ... 36

3.24 แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด ... 37

4.1 รายละเอียดของแผนผังโรงงาน ... 56

4.2 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC ... 59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.3 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปัจจุบัน) 60
4.4 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปรับปรุงแบบที่ 1) 61
4.5 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปรับปรุงแบบที่ 2) 62
4.6 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T 63
4.7 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปัจจุบัน) 64
4.8 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงแบบที่ 1) 65
4.9 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงแบบที่ 2) 66
4.10 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD 67
4.11 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปัจจุบัน) 68
4.12 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปรับปรุงแบบที่ 1) 69
4.13 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปรับปรุงแบบที่ 2) 70
4.14 แสดงระยะทางหลังปรับปรุงเทียบกับก่อนปรับปรุงทั้งหมด 71
4.15 แสดงผลการประมวลผลของแบบจำลองต้นแบบรุ่น CJCC 72
4.16 ตารางสรุปผลการประมวลผลจากแบบจำลองที่ทำการปรับปรุง 74
5.1 แสดงการสรุปผลการทดลอง 76

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน 7

2.2 วงจร PDCA 11

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 17

3.2 แผนผังของโรงงาน (ปัจจุบัน) 19

3.3 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJCC 19

3.4 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJCC 23

3.5 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJ1T 24

3.6 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJ1T 27

3.7 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJWD 28

3.8 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJWD 31

3.9 แผนผังการไหลของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 32

3.10 แผนผังการไหลของชิ้นกระเป๋า และเสื้อชิ้นหลัง (ปัจจุบัน) 32

3.11 แผนผังการไหลของชิ้นปก (ปัจจุบัน) 33

3.12 แผนผังการไหลของชิ้นแขน และชิ้นธนู (ปัจจุบัน) 33

3.13 แผนผังการไหลของชิ้นสายกระดุม (ปัจจุบัน) 34

3.14 แผนผังการไหลของงานทุกชิ้นส่วน (ปัจจุบัน) 34

3.15 ภาพตัวอย่างผลการแจกแจงข้อมูลจาก Input Analyzer 37

3.16 แบบจำลองของชิ้นสายกระดุม (ปัจจุบัน) 43

3.17 แบบจำลองของชิ้นกระเป๋า (ปัจจุบัน) 43

3.18 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหลัง (ปัจจุบัน) 44

3.19 แบบจำลองของชิ้นปก (ปัจจุบัน) 45

3.20 แบบจำลองของชิ้นแขน (ปัจจุบัน) 46

3.21 แบบจำลองของชิ้นธนู (ปัจจุบัน) 47

3.22 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 47

3.23 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 47

3.24 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 48

3.25 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 48

3.26 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน) 48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.27 แบบจำลองของกระบวนการทั้งหมด (ปัจจุบัน) 49

3.28 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out) 50

3.29 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของแบบจำลอง 50

3.30 แสดงผลลัพธ์จากการทดสอบสมมติฐานของการผลิตรุ่น CJCC 53

4.1 แผนผังของโรงงาน (ปัจจุบัน) 56

4.2 แผนผังแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 1 58

4.3 แผนผังแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 2 58

4.4 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ย (Number Out) ของการปรับปรุงแนวทางที่ 1 72

4.5 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของการปรับปรุงตามแนวทางที่ 1 73

4.6 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ย (Number Out) ของการปรับปรุงแนวทางที่ 2 73

4.7 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของการปรับปรุงตามแนวทางที่ 2 74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา ความสำคัญ

บริษัทผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่ง ในจังหวัดพิษณุโลก เป็นบริษัทที่ผลิต ชุดกุ๊ก หมวกเชฟ ถุงมือ เสื้อกาวน์ เป็นต้น โดยมีผลิตภัณฑ์มากกว่า 30 รายการ และการผลิตของทางบริษัท เป็นการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) ซึ่งผลิตภัณฑ์หลักของทางบริษัท คือ ชุดกุ๊ก โดยมียอดการสั่งผลิตมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาแบบจำลองระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป จากการเข้าไปศึกษาในโรงงาน พบว่า การส่งต่อชิ้นงานจากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง มีความซับซ้อน คือ ส่งชิ้นงานไป และกลับบ่อยครั้งในสถานีงานเดิม ทำให้เวลาในการส่งต่อชิ้นงานเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากการวางผังของโรงงานไม่เหมาะสม ตำแหน่งของสถานีงานไม่สอดคล้องต่อขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น จากนั้นได้ทำการสอบถามกับทางบริษัท พบว่า จำนวนพนักงานไม่เพียงพอต่อขั้นตอนการทำงาน และทางบริษัทมีความประสงค์ที่จะให้ทำการปรับปรุงผังของโรงงาน ซึ่งหากจะทำการปรับปรุงผังโรงงานในสายการผลิตจริง อาจจะส่งผลต่อความสูญเสีย เช่น การปรับเปลี่ยนสถานีงาน การลด หรือเพิ่มคนในสายการผลิต อาจทำให้ต้องหยุดสายการผลิต เพื่อทำการปรับเปลี่ยน จึงทำให้เสียเวลา และสูญเสียโอกาสในการเพิ่มผลกำไรให้กับทางบริษัท เป็นต้น ดังนั้น จึงต้องมีการจำลองการทำงานของระบบจริง และทำการปรับปรุงตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) เสียก่อน จึงจะสามรถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบจริงของโรงงานได้

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิด ที่จะนำความรู้ทางวิศวกรรมอุตสาหการมาวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อทำการปรับปรุงผังของสายการผลิต โดยใช้ตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) เข้ามาช่วยในการจำลองผังของโรงงาน และปรับปรุงผัง เพื่อป้องกันความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นกับระบบจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการหาแนวทางการปรับปรุงผังของสายการผลิตในโรงงาน

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ กับกระบวนการผลิตของโรงงาน

1.3.2 แนวทางในการปรับปรุงผังของสายการผลิตในโรงงาน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 แบบจำลองสามารถจำลองกระบวนการผลิต ของผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป รุ่น CJCC

1.4.2 แนวทางการปรับปรุงผัง สามารถลดระยะทางการขนส่งได้ อย่างน้อย ร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับผังปัจจุบัน

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาระบบ และขั้นตอนการผลิต ของผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป รุ่น CJCC, CJ1T และ CJWD

1.5.2 จำลองระบบ และขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ รุ่น CJCC

1.5.3 จำลองแนวทางในการปรับปรุงผังของสายการผลิตในโรงงาน โดยการจัดสถานีงานใหม่ 2 แนวทาง ในรูปของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Arena

1.5.4 ใช้โปรแกรม Microsoft Visio เขียนผังโรงงาน

1.5.5 ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการทดสอบ สมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบว่าผลที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลที่เก็บรวบรวม

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.2 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา								
		พ.ศ. 2560					พ.ศ. 2561			
		ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
1.8.1	ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Arena	↔	↔							
1.8.2	ศึกษาระบบในกระบวนการผลิต		↔	↔						
1.8.3	หาแนวทางการปรับปรุงการทำงานในสายการผลิต			↔	↔					
1.8.4	เสนอแนวทางการปรับปรุงให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องพิจารณา			↔	↔					
1.8.5	การจัดเตรียมข้อมูล				↔	↔				
1.8.6	วิเคราะห์ข้อมูล และแปรสภาพข้อมูล					↔				
1.8.7	สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์					↔	↔	↔		
1.8.8	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง						↔	↔		
1.8.9	วิเคราะห์ข้อมูล							↔	↔	
1.8.10	สรุปผลการดำเนินโครงงาน								↔	
1.8.11	จัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์									↔

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในกระบวนการแก้ไขปัญหาในด้านต่างๆ ที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน ในระยะแรกๆ มีผู้ที่ให้คำจำกัดความของการจำลองแบบปัญหาตามความเห็น และวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ แต่คำจำกัดความที่เป็นที่ยอมรับว่าสามารถครอบคลุมความหมายของการจำลองแบบปัญหาได้เหมาะสมที่สุด ก็คือ คำจำกัดความที่ให้โดย Shannon ซึ่งให้คำจำกัดความว่า “การจำลองแบบปัญหา คือ กระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือ เพื่อประเมินผลการใช้นโยบาย (Strategies) ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้”

จากคำจำกัดความดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการของการจำลองแบบปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า กลไกของวิธีการของการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลอง และการใช้แบบจำลอง โดยไม่จำเป็นต้องเหมือน (Identical) กับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ , 2535)

2.1 คำจำกัดความในการสร้างตัวแบบจำลอง (Simulation Model)

2.1.1 Module

Module คือ เป็นเสมือนกับโปรแกรมย่อยๆ เพื่อช่วยให้มีความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละโปรแกรมย่อยๆ ก็จะมีคำสั่งของการเขียนโปรแกรมหลายๆ คำสั่งรวมอยู่ โดยจะเขียนเพื่อใช้งานในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ตามแต่ระบบงานนั้น

2.1.2 Entities

Entities คือ สิ่งแรกที่ต้องทำในการสร้าง Model ขึ้นมา Entities เป็นตัวยิ่งบอกถึงการมีอยู่, การเคลื่อนที่, ผลกระทบต่อการวัดประสิทธิภาพของ Output

สามารถกำหนดให้ Entities เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการให้เหมือนกันในระบบจริงที่ต้องการศึกษา ซึ่งในหนึ่ง Model สามารถมี Entities ได้หลายตัว และ Entities ทุกตัวล้วนมีความสัมพันธ์กัน เช่น ศึกษาระบบที่มีคน เวลา และการรอกำหนดใน Entities คือ คน 1 คน เป็นคนที่เข้ามาในระบบ เมื่อคนในระบบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เวลาที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

2.1.3 Attributes

Attributes คือ การอ้างเหตุผลให้ Entities เป็นการกำหนดชื่อจำนวนสมาชิกให้แก่ Entities ตามความเหมาะสม เพื่อการเรียกใช้ Entities ที่กำหนดได้ถูกต้อง สามารถกำหนดลักษณะให้กับ Entities ให้แตกต่างกัน

2.1.4 Variables

Variable คือ ตัวแปรต่างๆ ในการกำหนดค่าตัวแปรลงใน Model ยิ่งมี Entities มากเท่าไรยิ่งมีตัวแปรในระบบมากเท่านั้น แต่ตัวแปรต่างๆ ต้องมีความแตกต่างกัน และไม่ซ้ำแบบกัน (Unique)

2.1.5 Resources

Resources คือ การกำหนดทรัพยากรต่างๆ ให้แก่ระบบที่ต้องการศึกษา ไม่ว่าจะเป็น คน เครื่องจักร เอกสาร เป็นต้น ในกระบวนการสามารถกำหนดให้ Entities สามารถใช้งานร่วมกับทรัพยากรที่เรากำหนดขึ้นมาในระบบได้

2.1.6 Queues

Queues คือ แถวคอย จะเกิดขึ้นเมื่อ Entities ต่างๆ ใช้ทรัพยากรอยู่ ทำให้ Entities ตัวต่อมา ไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ จึงต้องมีพื้นที่สำหรับการรอคอย

2.1.7 Statistical Accumulators

Statistical Accumulators คือ การคำนวณสถิติสะสม ไม่ว่าจะเป็นระบบจริง หรือแบบจำลองระบบ จะต้องมีการเกิดการสะสมเกิดขึ้น ในระหว่างที่มีแถวคอย ในกระบวนการไม่ว่าจะเป็น เวลาในกระบวนการสะสม เวลาคอยสะสม จำนวนคอยสะสม เป็นต้น

2.1.8 Events

Events คือ เหตุการณ์ต่างๆ สามารถกำหนดได้เมื่อมีการประมวลผล จะเห็นได้ว่ากำหนดเหตุการณ์เป็นไปตามที่ต้องการ หรือไม่

2.1.9 Simulation Clock

Simulation Clock คือ เวลาจำลองที่ใช้ในการประมวลผลแบบจำลองที่สร้างขึ้น เป็นเวลาเสมือนกับเวลาจากระบบจริง แต่สามารถประมวลแบบจำลองได้ในเวลาไม่นาน

2.1.10 Run

Run คือ การสั่งให้โปรแกรมทำการจำลอง เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าต่างๆ (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553)

2.2 ระบบงาน

โดยที่กลไกสำคัญอันหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาอยู่ที่แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่นำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาได้ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี ความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้าง และใช้งานแบบจำลอง ผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลอง ซึ่งใช้ทดแทนระบบงานนั้นๆ ได้

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะลักษณะว่าระบบงานมีลักษณะอย่างไร โดยไม่ได้บอกรูปร่างหน้าตาที่แน่ชัด ดังนั้นเมื่อเวลาที่จะทำการศึกษาระบบงานใดระบบงานหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา การบอกรูปร่างหน้าตาที่แจ้งชัดของระบบงานมักจะบอกโดยการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งก็คือ การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบ แต่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ องค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบนี้ เรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมระบบงาน (System Environment) องค์ประกอบต่างๆ ทั้งภายใน และภายนอกระบบงาน จะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการ จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน (System Status) ดังนั้นนอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้ว ยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านี้ และการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงานอันเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์ประกอบ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2535)

2.3 ประเภทของระบบงาน

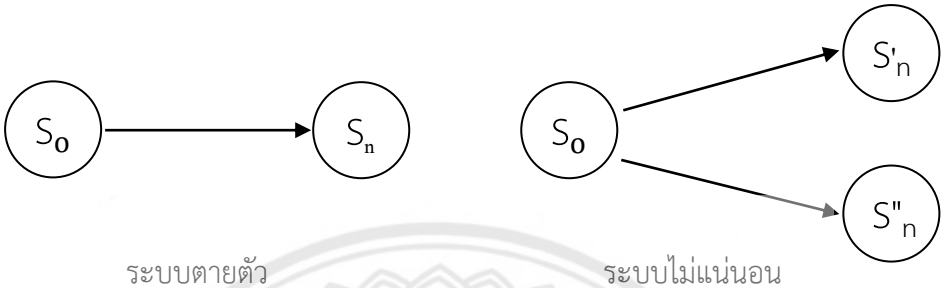
การจำแนกประเภทของระบบงาน (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2535) อาจจำแนกได้หลายแบบ ล้วนแต่การนำไปใช้งาน ในการจำลองแบบปัญหา การจำแนกระบบงานเพื่อความสะดวกในการใช้งานนั้น มักจะจำแนกโดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.3.1 ระบบต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Continuous versus Discrete System)

โดยพิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเทียบกับเวลา ถ้าการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบต่อเนื่อง แต่ถ้าเปลี่ยนสถานภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็เป็นระบบเป็นช่วง

2.3.2 ระบบตายตัวหรือระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus Stochastic System)

ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่ สามารถบอกได้จากสถานภาพ และกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานภาพเป็นแบบสุ่ม และในบางกรณีก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนสถานภาพ ถ้าให้ S_i หมายถึงสถานภาพของระบบ ดังรูปที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัว และระบบที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัว และระบบที่ไม่แน่นอน

2.4 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.4.1 นิยาม

การศึกษา (Time Study) คือการหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงาน ซึ่งได้รับการฝึกงานนั้นมาดีแล้ว ทำงานนั้นในอัตราปรกติ (Normal Place) ด้วยวิธีการที่กำหนดให้ (Specified Method)

จากคำนิยามข้างต้น (ศิษฎา สิมารักษ์, 2559) จะเห็นว่าการศึกษาเวลาแตกต่างจากการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิธีการทำงาน และการออกแบบวิธีที่ปรับปรุงแล้ว การศึกษาเวลา (Time Study) เกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้ก็จะมีหน่วยเป็นนาที หรือ วินาทีที่คนงานสามารถทำงานนั้นๆ ได้ตามวิธีการที่กำหนดให้ เวลาที่ได้นี้ก็คือ เวลามาตรฐาน หรือ Time Standard นั่นเอง อาจอธิบายความหมายของเวลามาตรฐานของงาน โดยแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์กับผลผลิตได้ดังนี้

$$\text{Expected Output (Pieces)} = \frac{\text{Total time spent on operation}}{\text{Standard time per pieces}} \qquad (2.1)$$

จากสมการข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่าเวลามาตรฐานของชิ้นงานควรมีการเผื่อเวลาไว้สำหรับการทำงาน เช่น การล่าช้า การพักเหนื่อย ความเมื่อยล้า และการทำธุระส่วนตัวของคนงาน เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการผลิตด้วย การรู้เวลามาตรฐานในการทำงานจะช่วยให้สามารถคำนวณหา

ผลผลิตมาตรฐานได้ เมื่อมีการทำงานด้วยประสิทธิภาพ 100% ซึ่งสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของการทำงานได้จากสูตร

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Standard Output}} \quad \textbf{(2.2)}$$

ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการทำงานว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือทางลบ

2.4.2 ประเภทของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

2.4.2.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือ การศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน อาจมีการบันทึกภาพช่วย

2.4.2.2 การศึกษาเวลาแบบกำหนดเวลาไว้ล่วงหน้า (Predetermined Motion-time Systems) คือ การหาเวลาโดยการใช้ตารางการคำนวณมาตรฐาน ตามวิธีที่มีผู้คิดค้นขึ้น

2.4.2.3 การสุ่มงาน (Work sampling) คือ การศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติ ในการหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

2.4.2.4 การศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลในอดีต (Standard Time Data and Formulary) คือ การศึกษาเวลาจากข้อมูลในอดีต และสูตรบางสูตรที่ช่วยในการคำนวณหาเวลา

2.4.3 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐาน แต่ประโยชน์อื่นๆ ซึ่งอาจได้จากการศึกษาเวลาก็ยังมีอีกมาก เช่น

2.4.3.1 Labor Cost Control ใช้หาเวลาทำงานของคนงานในงานชิ้นหนึ่งๆ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่างๆ

2.4.3.2 Budgeting ใช้ในการประเมินอัตราค่าใช้จ่าย (Overhead rate) ของชิ้นงานหรือสินค้าที่ผลิต โดยใช้สูตร

$$\text{Overhead Rate} = \frac{\text{Estimated Overhead Cost}}{\text{Standard Labor Cost for the Estimated Volume}} \quad \textbf{(2.3)}$$

2.4.3.3 Cost Estimation ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของงาน หรือ สินค้าที่อาจจะผลิตในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีต เพื่อใช้ในการกำหนดราคาสินค้า

2.4.3.4 Manpower Planning ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าแต่ละหน่วยงานต่างๆ ต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด

2.4.3.5 Training ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดฝึกคนงานใหม่ และเป็นมาตราเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการทำงาน

2.4.3.6 Production Line Balancing ใช้ช่วยในการกระจาย load ของการทำงานให้สม่ำเสมอกัน นั่นคือ คนงานทุกคนควรมีเวลาทำงาน

2.4.3.7 Incentive Scheme Based on Output ใช้ในการตั้งผลงานมาตรฐาน เพื่อเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบผลงานของคนแต่ละคน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการให้รางวัล หรือ โบนัสที่ยุติธรรม

2.4.3.8 Evaluation of Alternative Methods ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า โดยหาเวลาของวิธีต่างๆ ซึ่งยังช่วยในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าได้อีกด้วย

2.4.3.9 Production Scheduling เวลามาตรฐานช่วยในการกำหนดเวลาของการผลิตได้อย่างแน่นอน ทำให้การตั้งเป้าหมายการผลิตเป็นไปตามต้องการ และช่วยในการคำนวณหาวิถีวิกฤตในเรื่องของ Critical Path Analysis.

2.4.3.10 Plant Layout ช่วยในการประมาณพื้นที่ที่จะใช้ในการทำงานชิ้นๆ หนึ่ง ว่าถ้าต้องการผลผลิตเท่านี้ต่อวัน ต้องทำงานใช้คนงานจำนวนเท่าใด เครื่องจักร และเส้นทางของการเคลื่อนของ Production Line.

2.4.3.11 Maximum Plant Capacity ช่วยในการคำนวณหาระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต และขยายกำลังการผลิตในอนาคต

2.4.4 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นวิธีการศึกษาเวลา ที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการจับเวลาด้วยมือบันทึกเวลา และแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล อาจมีกล้องถ่ายภาพด้วยในบางกรณี เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาจึงควรมี ดังนี้

2.4.4.1 เครื่องมือบันทึกเวลา ส่วนใหญ่มักใช้เป็นนาฬิกาจับเวลา มีทั้งแบบเข็ม และแบบตัวเลขสเกลบอกเวลา

2.4.4.2 แผ่นสำหรับใช้รองเวลาบันทึกข้อมูล

2.4.4.3 แบบฟอร์มในการบันทึกข้อมูล (Time Study Observation Sheets)

2.4.4.4 กล้องถ่ายภาพในกรณีที่ต้องอาศัยการถ่ายภาพ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของการทำงาน

2.4.4.5 เครื่องวัดรอบ (Tachometer) ในกรณีที่มีการจับเวลาของการทำงานของเครื่องจักร จำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดรอบได้ตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักร

2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์

2.5.1 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล

โดยกรอกข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร โดยใช้ Input Analyzer มีขั้นตอน ดังนี้

2.5.1.1 นำข้อมูลเวลาที่ได้ใส่ลงในไฟล์ Excel หรือ Notepad แล้วทำการบันทึกไฟล์ให้เป็น (Save As) เพื่อเปลี่ยนสกุลของไฟล์ใหม่เป็น “ชื่อแฟ้ม.txt” หรือ “ชื่อแฟ้ม.dst”

2.5.1.2 เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยเข้าไปที่ File > New

2.5.1.3 ในหน้าต่าง Input จะต้องเข้าไปที่เมนู File >Data File >Use Exiting และเลือกไฟล์ที่ต้องการทดสอบค่ากระจาย โดยเลือกจากไฟล์ที่มีชื่อไฟล์จัดเก็บว่า “ชื่อแฟ้ม.txt” หรือ “ชื่อแฟ้ม.dst”

2.5.1.4 ปรากฏหน้าต่างการแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทรแกรม (Histogram) และทำกระบวนการนำกราฟแท่งที่ได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบการกระจายต่างๆ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงแบบใด แล้วจึงนำไปเลือกค่าการกระจายที่จะทดสอบ โดยคลิกที่เมนู Fit แล้วเลือกลักษณะการแจกแจงข้อมูลที่จะทดสอบ

2.5.2 การสร้างโมดูล (Module) ขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต

2.5.2.1 สร้างชิ้นงานเข้ามาในแบบจำลองด้วย Create Module โดยทำการสร้าง Module ชื่อ Customer Arrives เพื่อที่จะสร้างวัตถุเข้ามาในระบบ กรอกลักษณะของการแจกแจงและกำหนดค่าช่วงของเวลาห่างของการมาถึงของชิ้นงาน กำหนดเวลาเริ่มต้นของการที่วัตถุเข้าสู่ระบบ และจำนวนของวัตถุที่เข้ามาในระบบ

2.5.2.2 สร้าง Process Module เพื่อเป็นการนำชิ้นงานเข้ามาทำใน Module นี้ โดยทำการตั้งชื่อ บอกประเภทของการทำงานของ Process Module

2.5.2.3 สร้าง Dispose Module เพื่อเป็นการสิ้นสุดของโมเดล ในที่นี้หมายถึงการนำชิ้นงานออกจากระบวนการผลิตเมื่อชิ้นงานทำเสร็จแล้ว

2.5.3 การประมวลผล (Run) โปรแกรม

เลือกแถบเครื่องมือ Run >Setup >Replication Parameters จะปรากฏหน้าต่างที่ให้ผู้สร้างได้กำหนดขอบเขตการ Run ผล โดยการใส่ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลลงไปในช่องว่างที่ปรากฏ หลังจากนั้นทำการ Run ผลโปรแกรม โดยคลิกปุ่ม (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553)

2.6 วงจร PDCA

รูปที่ 2.2 วงจร PDCA

ที่มา : http://www.ftpi.or.th/2015/2125

วงจร PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ (Shewhart, 1980) ย่อมาจาก 4 คำ ได้แก่ Plan (วางแผน), Do (ปฏิบัติ), Check (ตรวจสอบ) และ Action (ปฏิบัติ) ซึ่งวงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกๆ เรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การปรุงอาหาร การเดินทางไปทำงานในแต่ละวัน การตั้งเป้าหมายชีวิต และการดำเนินงานในระดับบริษัท ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

2.6.1 ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

ขั้นตอนการวางแผน คือ การกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง จากนั้นทำการวางแผนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

2.6.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Do)

ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจ หรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

2.6.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ (Check)

ขั้นตอนการตรวจสอบ คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้าง และบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

2.6.4 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Action)

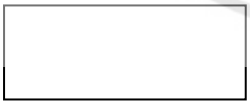
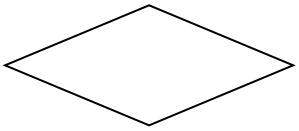
ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรก ก็ให้นำแนวทาง หรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐาน แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สอง คือ ผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ก็ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์ และพิจารณาว่าควรแก้ไขปัญหาที่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ได้อย่างไร

2.7 ผังงาน (Flowchart)

ผังงาน (วิโรจน์ ชัยมูล, 2558) เป็นเครื่องมือที่แสดงขั้นตอน หรือกระบวนการทำงาน โดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในสัญลักษณ์จะมีข้อความสั้นๆ อธิบายข้อมูลที่ต้องใช้ หรือผลลัพธ์ของขั้นตอนนั้นๆ และเชื่อมโยงขั้นตอนเหล่านั้นด้วยเส้นที่มีลูกศรชี้ทิศทางการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ

ผังงานใช้แสดงขั้นตอนการทำงาน โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ เช่น เอกสารเบื้องต้น หรือสื่อบันทึกที่ใช้อยู่เป็นอะไร และผ่านไปยังหน่วยงานใด มีกิจกรรมอะไรในหน่วยงานนั้นๆ แล้วส่งต่อไปยังหน่วยงานใด เป็นต้น ดังนั้น ผังงานจะเกี่ยวข้องกับ คน วัสดุ และเครื่องจักร แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในผังงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	จุดเริ่มต้น หรือจุดสิ้นสุดของกระบวนการทำงาน
	การทำงานในขั้นตอนการทำงานต่างๆ
	กำหนดเงื่อนไข ทางเลือกเพื่อการตัดสินใจ
	จุดเชื่อมต่อผังงานในหน้าเดียวกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) สัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในผังงาน

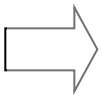
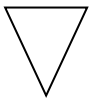
สัญลักษณ์	ความหมาย
	จุดเชื่อมต่อผังงานที่อยู่ต่างหน้ากัน
	ลูกศรแสดงทิศทางการทำงานของผังงาน

ที่มา : http://www.thaiall.com/flowchart/indexo.html., วิโรจน์ ชัยมูล.

2.8 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน อุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่างๆ โดยใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว ซึ่งกำหนดโดย ASME ในสหรัฐอเมริกา แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ และความหมายที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	Operation	การปฏิบัติงาน การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก
	Inspection	การตรวจอบ ตรวจสอบคุณภาพ หรือปริมาณ
	Transportation	การเคลื่อนที่วัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
	Delay	การรอคอย ล่าช้า
	Storage	การเก็บวัสดุ

ที่มา : http://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf,
จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน.

2.9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (J L Riggs, Wiley, 1987) คือ การหาลำดับของการเคลื่อนย้ายวัสดุผ่านขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตจนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ และยังเป็นหัวใจสำคัญของการวางผังโรงงาน การวิเคราะห์การไหลของวัสดุเชิงปริมาณ โดยใช้แผนภูมิการไหลไป-กลับ (From-to Chart) เพื่อทำ ให้ทราบปริมาณของระยะทางการขนถ่ายระหว่างแผนกงาน จำนวนการไหลที่ตัดกัน และการไหลย้อนกลับของผังบริษัทก่อนปรับปรุง

2.10 การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP)

การวางผังโรงงาน หมายถึง งาน หรือแผนการในการติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือ และวัตถุต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการผลิต ภายใต้ข้อจำกัดของโครงสร้าง และการออกแบบของอาคารที่อยู่ เพื่อทำให้การผลิตมีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงสุด

Subodh & Kuber (2014) กล่าวว่า การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ เป็นกระบวนการวางผังโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานี หรือกิจกรรมต่างๆ ว่าควรมีการจัดวางใกล้กันหรือไม่ แล้วพิจารณาระดับความใกล้ชิดของแต่ละสถานีทีละคู่จนครบทุกคู่ โดยพยายามให้สถานีต่างๆ มีภาระงานที่สมดุลกัน ซึ่งการวางผังโรงงานแบบทั่วไป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.10.1 การวางผังโรงงานขั้นต้น เป็นการกำหนดขอบเขตเอาไว้กว้างๆ ว่าจะกำหนดให้พื้นที่นี้ทำอะไร พื้นที่ตรงนี้ต้องอยู่ใกล้กับหน่วยงานใด เป็นต้น

2.10.2 การวางผังโรงงานอย่างละเอียด เป็นการกำหนดรายละเอียดในแต่ละแผนกว่า ในแผนกนี้จะติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือตรงไหน มุมไหนทางเดินภายในแผนก จะกำหนดอย่างไร สรุปแล้วการวางผังโรงงานอย่างละเอียด ก็คือการมองไปในรายละเอียดของแต่ละแผนกนั่นเอง

2.10.3 การติดตั้งเครื่องจักร เป็นขั้นตอนที่นำการวางผังโรงงานอย่างละเอียด มาสู่การปฏิบัติ คือการติดตั้งเครื่องจักรตามที่วางผังไว้แล้วให้สามารถปฏิบัติงานได้

2.11 การทดสอบสมมติฐานสถิติทดสอบ (T - test)

เทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมติฐาน (ผู้ที่ค้นพบการแจกแจงของ T มีชื่อว่า W.S.Gosset “Student” ต่อมาการแจกแจงใหม่นี้มีชื่อว่า Student T-Distribution และเรียกกันเวลาใช้ทดสอบโดยคุณสมบัติการแจกแจงนี้ว่า T-test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างประชากร หรือเปรียบเทียบระหว่างสองตัวอย่างประชากร โดยกลุ่มตัวอย่างอาจจะมีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกันก็ได้

2.11.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบ (T – test) มีดังนี้

2.11.1.1 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่ม

2.11.1.2 การแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ

2.11.1.3 ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) ขึ้นไป

2.11.1.4 ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร

ในทางปฏิบัติส่วนมากจะใช้ T – test เพราะผู้วิจัยมักจะไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ซึ่งจะใช้ t – test ได้กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ทั้งนี้เพราะข้อตกลงเบื้องต้นของ Z-test มีการระบุว่า จะใช้ Z- test ได้เมื่อทราบค่าความแปรปรวนของประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่มาก จะทำให้ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (degree of Freedom : df) มีค่ามากขึ้นตามลำดับ ค่าวิกฤตของ t กับค่าวิกฤตของ Z ก็จะมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้นตามลำดับเช่นกัน จนในที่สุดองศาแห่งความเป็นอิสระที่ ∞ ค่าวิกฤตของ t กับค่าวิกฤตของ Z ที่ระดับนัยสำคัญเดียวกัน จะมีค่าเท่ากันพอดี เช่น Z(0.05) = t(0.05)(df =∞) = 1.645 เป็นต้น

2.11.2 ขั้นตอนการทดสอบ

2.11.2.1 ตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานทางสถิติ จะประกอบด้วยสมมติฐานหลัก (Null hypothesis : H_0) และสมมติฐานรอง (Alternative hypothesis : H_1) ซึ่งสมมติฐานรองตั้งได้ 2 แบบ คือสมมติฐานรองแบบมีทิศทาง จะต้องท่าการทดสอบแบบทางเดียว (One-tailed test) และสมมติฐานรองแบบไม่มีทิศทาง จะทำการทดสอบแบบสองทาง (Two-tailed test)

2.11.2.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)

การกำหนดระดับนัยสำคัญเป็นการกำหนดความน่าจะเป็นที่ผู้วิจัยจะยอมให้เกิด ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α) จากการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เป็นจริง ในการวิจัยทางการศึกษานิยมกำหนดที่ α = 0.01 และ α = 0.05 ซึ่งในกรณีการทดสอบแบบสองทาง (Two-tailed test) การหาค่าวิกฤตจะต้องหารค่า α ด้วย 2 (α /2) ก่อน แล้วใช้ผลหารที่ได้ไปเปิดตาราง การแจกแจงของตัวอย่างสถิติทดสอบ แต่กรณีทดสอบแบบทางเดียว (One-tailed test) สามารถใช้ ค่า α ไปเปิดตารางได้เลย

2.11.2.3 เลือกสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุตฐาน

ในการทดสอบค่าเฉลี่ยสถิติที่ใช้ในการทดสอบมี Z - test ,T - test และการ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่ง Z – test และ T - test ใช้ทดสอบกรณีมีกลุ่มตัวอย่างหนึ่ง หรือสองกลุ่ม สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จะใช้ทดสอบกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป โดยสถิติจะต้องพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้น ก่อนการเลือกใช้

2.11.2.4 กำหนดขอบเขตวิกฤติ

การกำหนดขอบเขตวิกฤติ เป็นการกำหนดพื้นที่ หรือบริเวณในการแจกแจงตัวอย่างของสถิติทดสอบที่ใช้สำหรับปฏิเสธ หรือยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ซึ่งในการกำหนดขอบเขตวิกฤติจะพิจารณาสมมติฐานรอง (H_1) ที่ตั้งขึ้นว่า เป็นแบบทางเดียว (one-tailed test) หรือแบบสองทาง (two-tailed test) เพื่อนำค่าระดับนัยสำคัญ (α) ไปหาค่าวิกฤติ (critical value) มาใช้ในการเปรียบเทียบกับค่า ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการตัดสินใจว่า จะยอมรับ (Acceptance) หรือปฏิเสธ (Rejection) สมมติฐานหลัก (H_0) ซึ่งในการกำหนดขอบเขตวิกฤติเพื่อสรุปผลการทดสอบนั้นจะสามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางด้วยกัน คือ กรณีที่ 1 พิจารณาจากค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางเทียบกับค่าสถิติที่คำนวณได้เป็นหลัก โดยพิจารณาค่าที่อยู่ในแนวแกนนอนของการแจกแจงของค่าสถิตินั้นๆ หรือ กรณีที่ 2 พิจารณาจากพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจง ซึ่งเป็นกรณีที่ใช้กับการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณา ค่า Sig (ค่า P-value) ในตารางแสดงผลการคำนวณ (Print out) เทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α)

2.11.2.5 คำนวณค่าสถิติทดสอบตามสูตร

การคำนวณค่าสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างที่ศึกษาไปแทนค่าต่างๆ ตามสูตร ของสถิติทดสอบ

2.11.2.6 สรุปตัดสินใจ

การนำค่าสถิติจากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากตาราง แล้วจึงจะตัดสินใจเกี่ยวกับผลทดสอบ โดยมีหลักพิจารณา ดังนี้

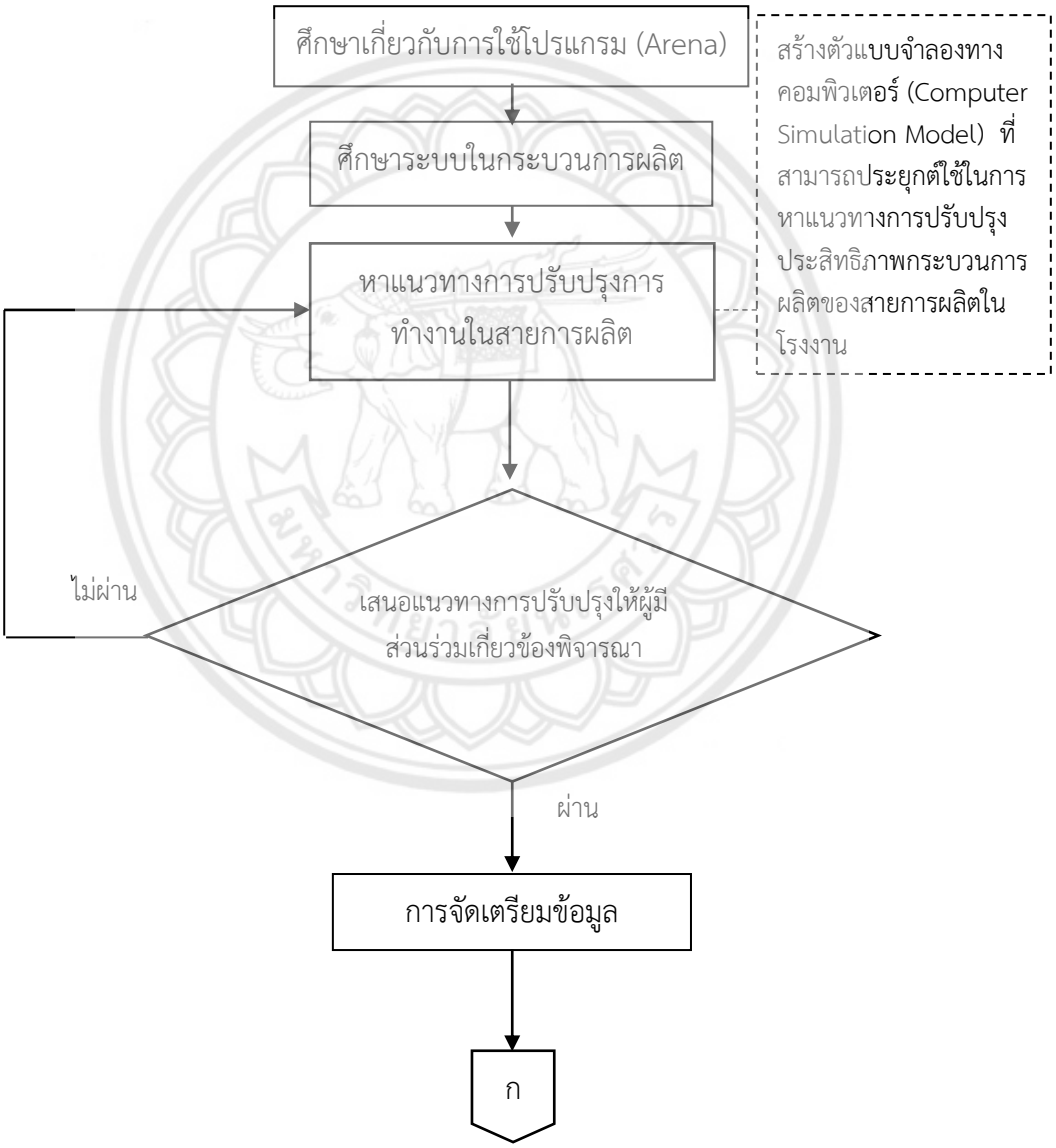
ก. ถ้าสถิติที่คำนวณได้ตกอยู่ในขอบเขตค่าวิกฤติ (ค่าคำนวณมากกว่า หรือเท่ากับค่า วิกฤติ โดยไม่คิดเครื่องหมาย) จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติรอง (H_1) นั่นคือจะ ยอมรับสมมติฐานการวิจัยตามที่ผู้วิจัยกำหนด

ข. ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้ตกอยู่นอกขอบเขตค่าวิกฤติ (ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าวิกฤติ โดยไม่คิดเครื่องหมาย) จะยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0)

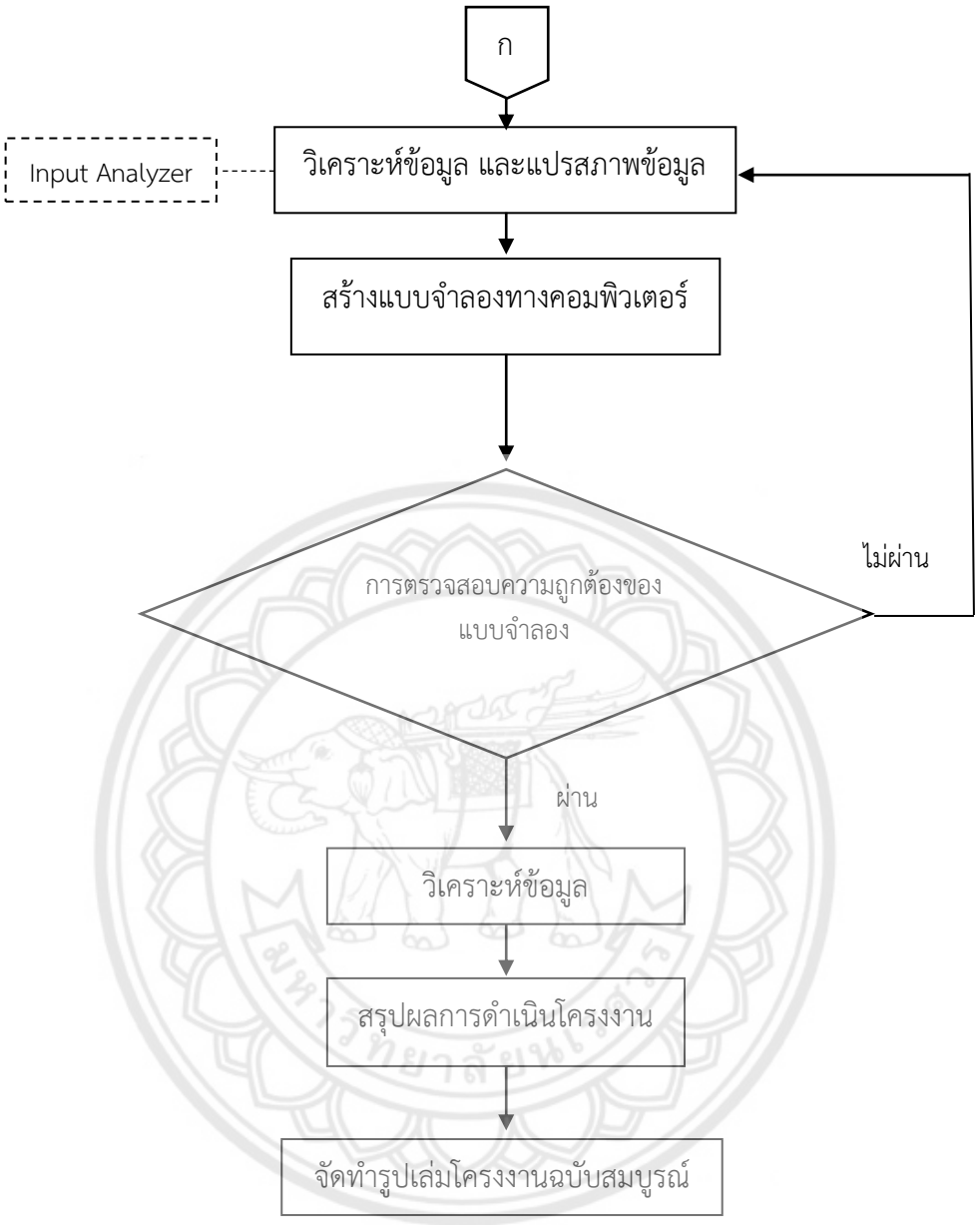
นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ในคอมพิวเตอร์ เช่นโปรแกรม SPSS for Window ซึ่งในการแสดงผล การวิเคราะห์จะมีการคำนวณค่า P-value มาให้ซึ่งค่า P-value เป็นค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิด ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้ภายใต้ H_0 โดยค่า P-value ในตารางจะแสดงในคอลัมน์ของ Sig (2-tailed) เราสามารถนำค่า Sig (2-tailed) มาพิจารณาเพื่อปฏิเสธ หรือ ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) โดยมีหลักพิจารณา คือ หากค่า Sig (2-tailed) น้อยกว่า หรือ เท่ากับ ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธ สมมติฐานหลัก (H_0) ยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) ที่ระดับนัยสำคัญ α และหากค่า Sig (2-tailed) มากกว่า ระดับนัยสำคัญ α จะยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ปฏิเสธสมมติฐานรอง (H_1) ที่ระดับนัยสำคัญ α

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จนถึงการจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานในรูปของผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



หมายเหตุ แสดงรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน

รูปที่ 3.1 (ต่อ) ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม (Arena)

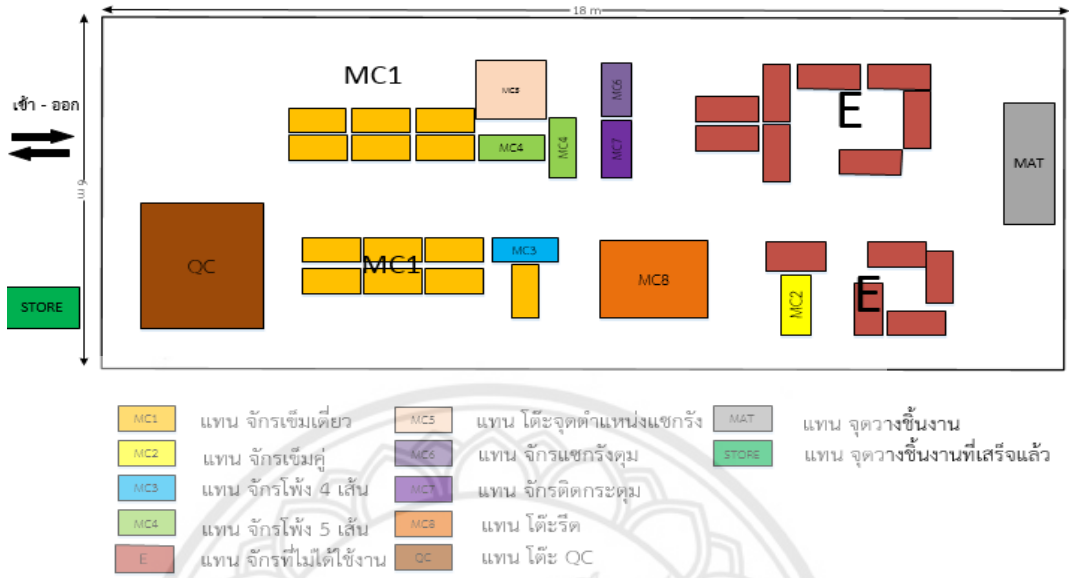
3.1.1 ศึกษาลักษณะการทำงานต่างๆ ของโมดูล (Module) แต่ละตัว

3.1.2 การรันผลของโปรแกรม และการตั้งค่าของโปรแกรม

3.1.3 การอ่านค่าต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรม

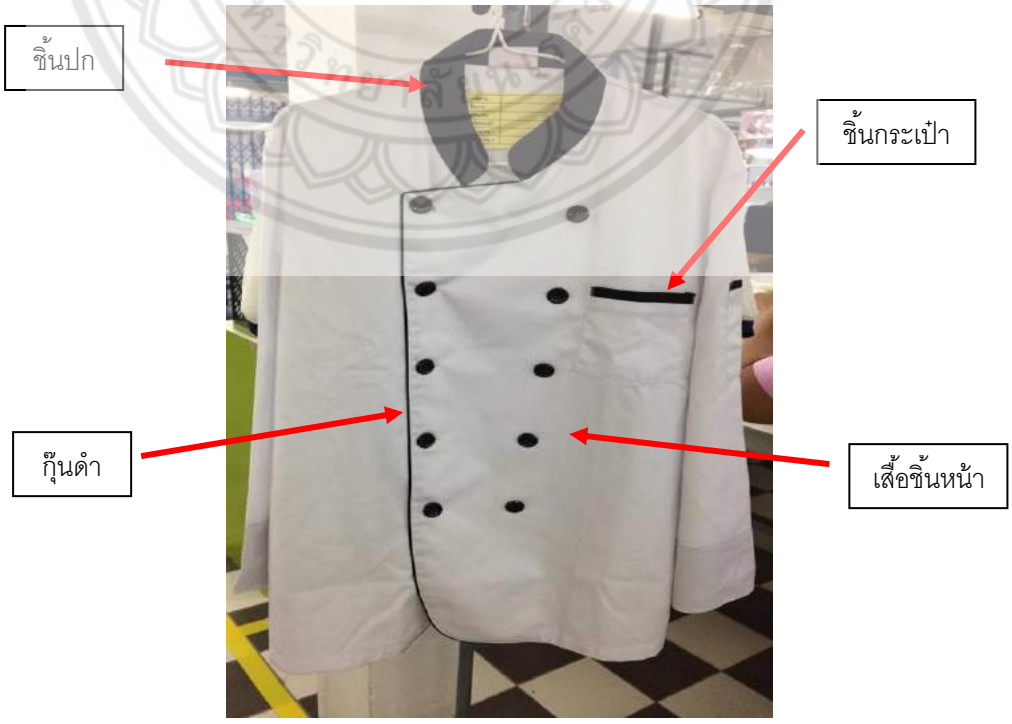
3.2 ศึกษาระบบในกระบวนการผลิต

3.2.1 แผนผังของโรงงานผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป



รูปที่ 3.2 แผนผังของโรงงาน (ปัจจุบัน)

3.2.2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป รุ่น CJCC, CJ1T, CJWD **แสดงดังตารางที่** 3.1 ถึง ตารางที่ 3.21



รูปที่ 3.3 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJCC

รูปที่ 3.3 (ต่อ) ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJCC

ตารางที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บสายกระดุมสาบหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
3	เย็บประกบสาบติดกุ๊นหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	คิ้วสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บติดกระเป๋าบนหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
7	คิ้วไหล่	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
8	โพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
9	เย็บเข้าปก ติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
10	คิ้วรอบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
11	เย็บพับชายเสื้อ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
12	แซกรังดุมหน้า ซ้าย 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
13	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	MC5
14	แซกรังดุมหน้า ขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
15	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	MC7
16	ตัดเศษด้าย	ตัดเศษด้าย	MC10
17	ทำการตรวจสอบชิ้นงาน	ตรวจสอบ	QC

ตารางที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นสายกระดุม)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บคิ้วรอบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	MC7
3	ตัดสายกระดุม	จักรตัดสายกระดุม	MC9

ตารางที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นกระเป๋า)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บติดปากกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	รีดกระเป๋า	โต๊ะรีด	MC8
3	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อกระเป๋า	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
4	รีดบล็อก เจียน	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหลัง)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อหลัง / ข้าง	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
2	รีดต่อหลัง / ข้าง	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บต่อหลัง 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	โพ้งกันลุ่ยหลัง 2 ข้าง	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
5	เย็บคิ้วคู่ชิ้นหลัง	จักรเข็มคู่	MC2
6	รีดชิ้นหลัง	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.5 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นปก)

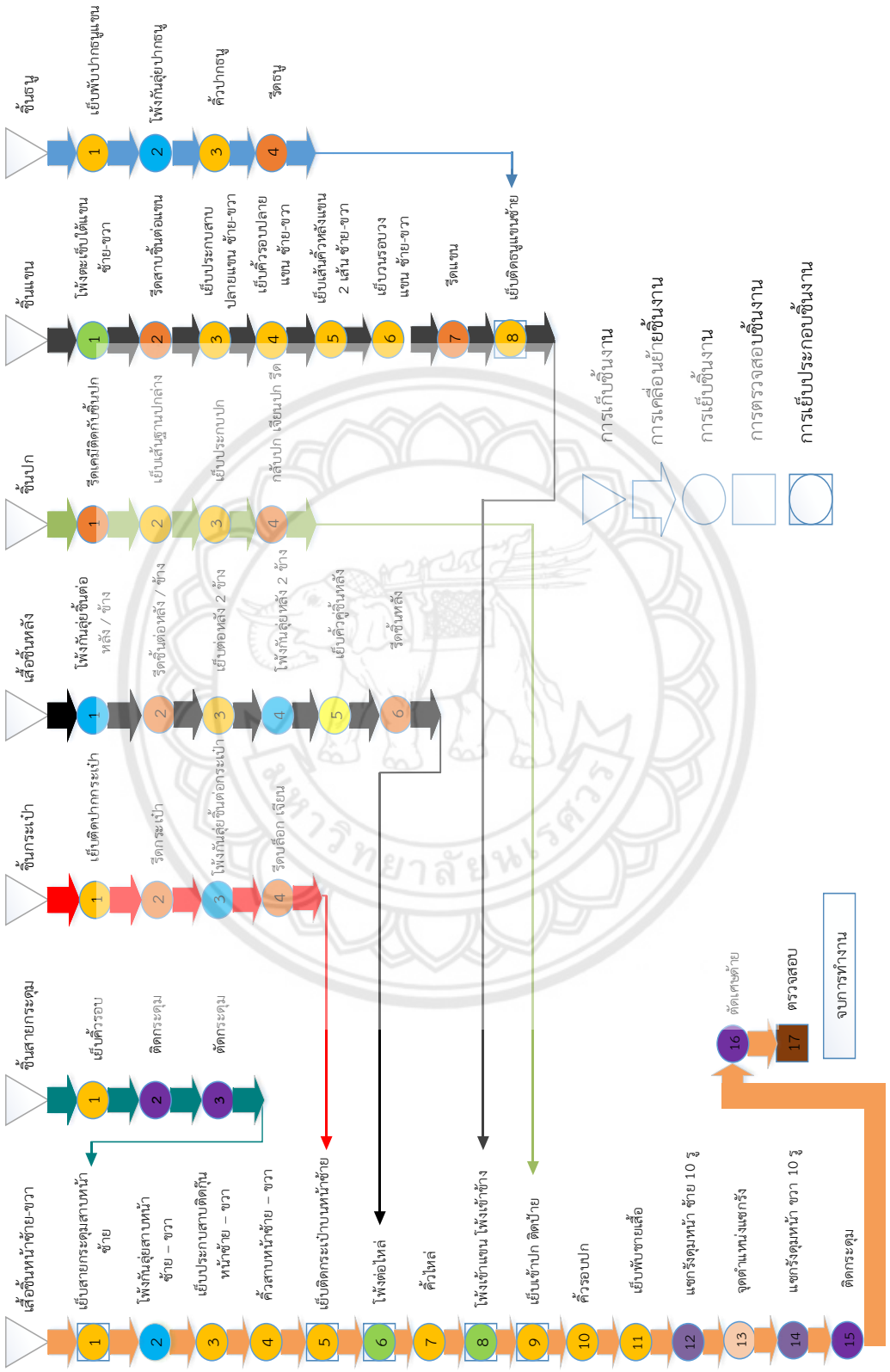
ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	รีดเคมีติดกับชิ้นปก	โต๊ะรีด	MC8
2	เย็บเส้นฐานปกล่าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บประกบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	กลับปก เจียนปก รีด	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.6 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นแขน)

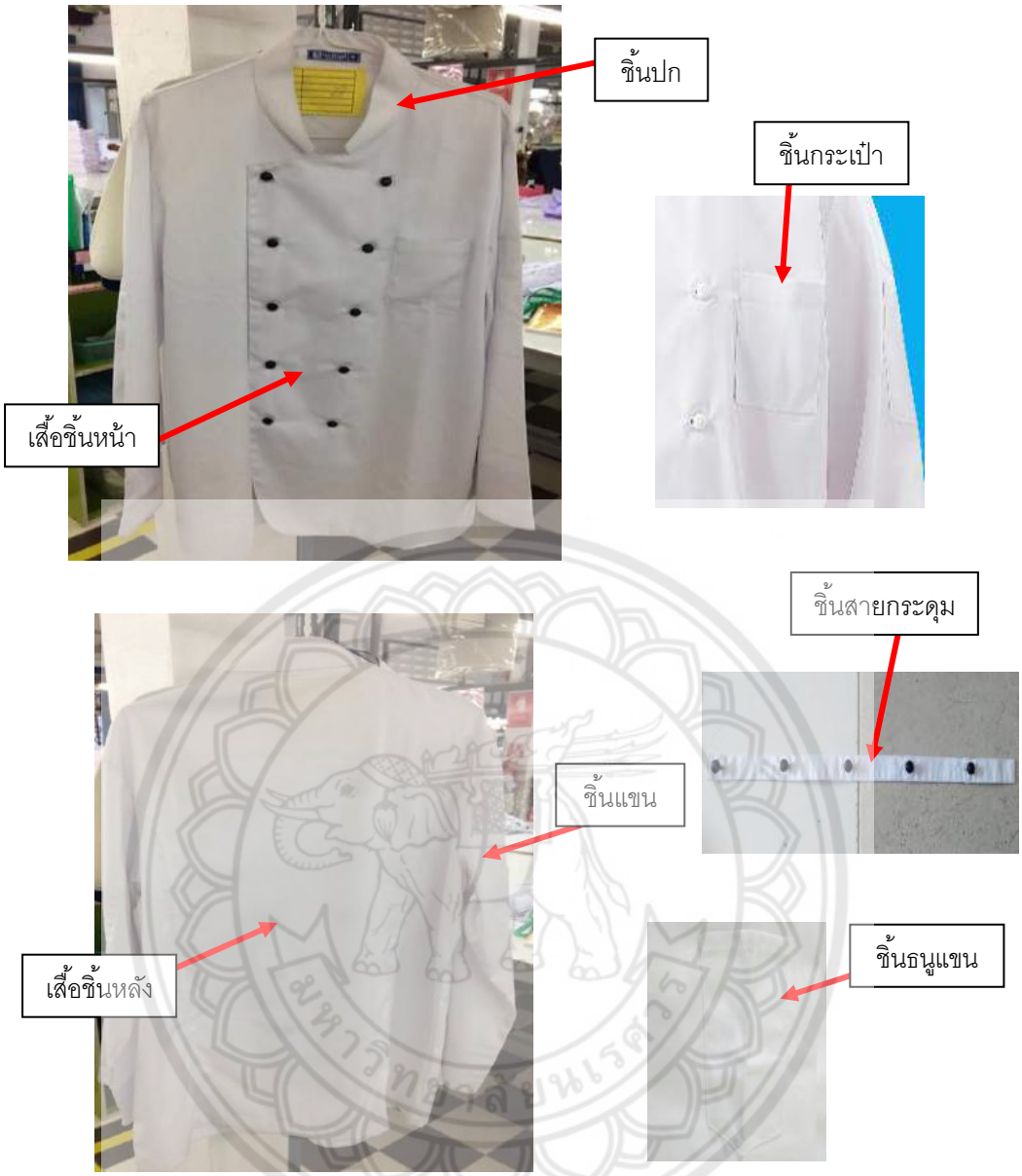
ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งตะเข็บใต้แขน ซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
2	รีดสาบชิ้นต่อแขน	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บประกบสาบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	เย็บคิ้วรอบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บเส้นคิ้วหลังแขน 2 เส้น ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	เย็บวนรอบวงแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
7	รีดแขน	โต๊ะรีด	MC8
8	เย็บติดธนูแขนซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.7 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นธนู)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บพับปากธนูแขน	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	โพ้งกันลุ่ยปากธนู	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
3	คิ้วปากธนู	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	รีดธนู	โต๊ะรีด	MC8



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJCC



รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJ1T

ตารางที่ 3.8 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้าซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
2	เย็บประกบสาบหน้าซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	คิ้วสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	เย็บติดกระเป๋าบนหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
6	คิ้วไหล่	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
7	โพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
8	เย็บเข้าปกติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
9	คิ้วรอบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
10	เย็บพับชายเสื้อ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
11	แซกรังดุมหน้า ซ้าย 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
12	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่งแซกรัง	MC5
13	แซกรังดุมหน้า ขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
14	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	MC7
15	ทำการตรวจสอบชิ้นงาน	ตรวจสอบ	QC

ตารางที่ 3.9 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นกระเป๋า)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บพับปากกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	รีดกระเป๋า	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.10 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (เสื้อชิ้นหลัง)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บประกบต่อชิ้นหลัง ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	โพ้งกันลุ่ยหลังซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
3	เย็บเส้นคิ้วคู่หลัง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.11 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นปก)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	รีดเคมีติดกับชิ้นปก	โต๊ะรีด	MC8
2	เย็บเส้นฐานปกล่าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บประกบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	กลับปก รีด เจียน	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.12 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นแขน)

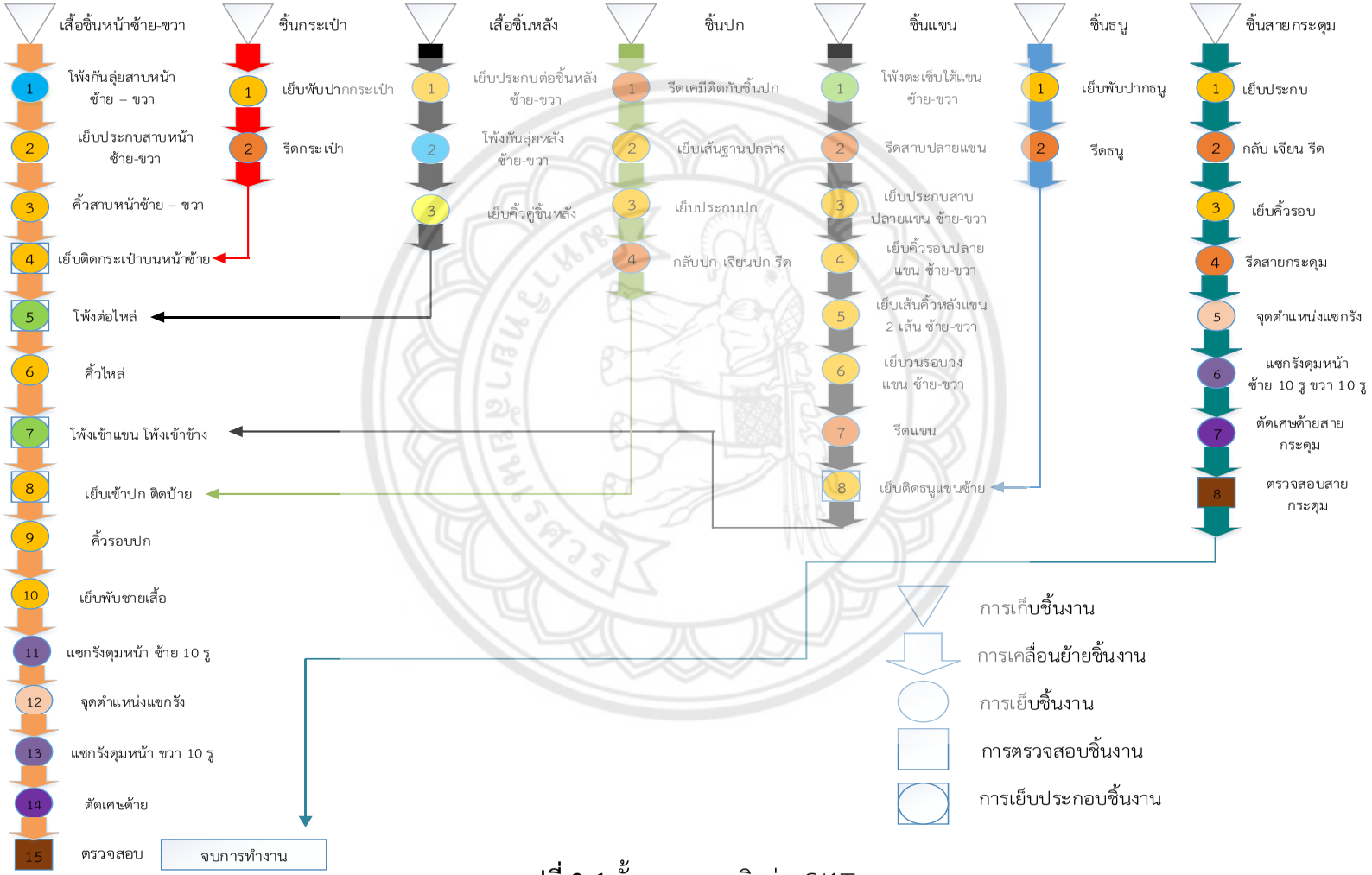
ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งตะเข็บใต้แขน ซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
2	รีดสาบปลายแขน	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บประกบสาบปลายแขนซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	เย็บคิ้วรอบปลายแขน 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บเส้นคิ้วหลังแขน 2 เส้น 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	เย็บวนรอบวงแขน 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
7	รีดแขน	โต๊ะรีด	MC8
8	เย็บติดธนูแขนซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.13 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นธนู)

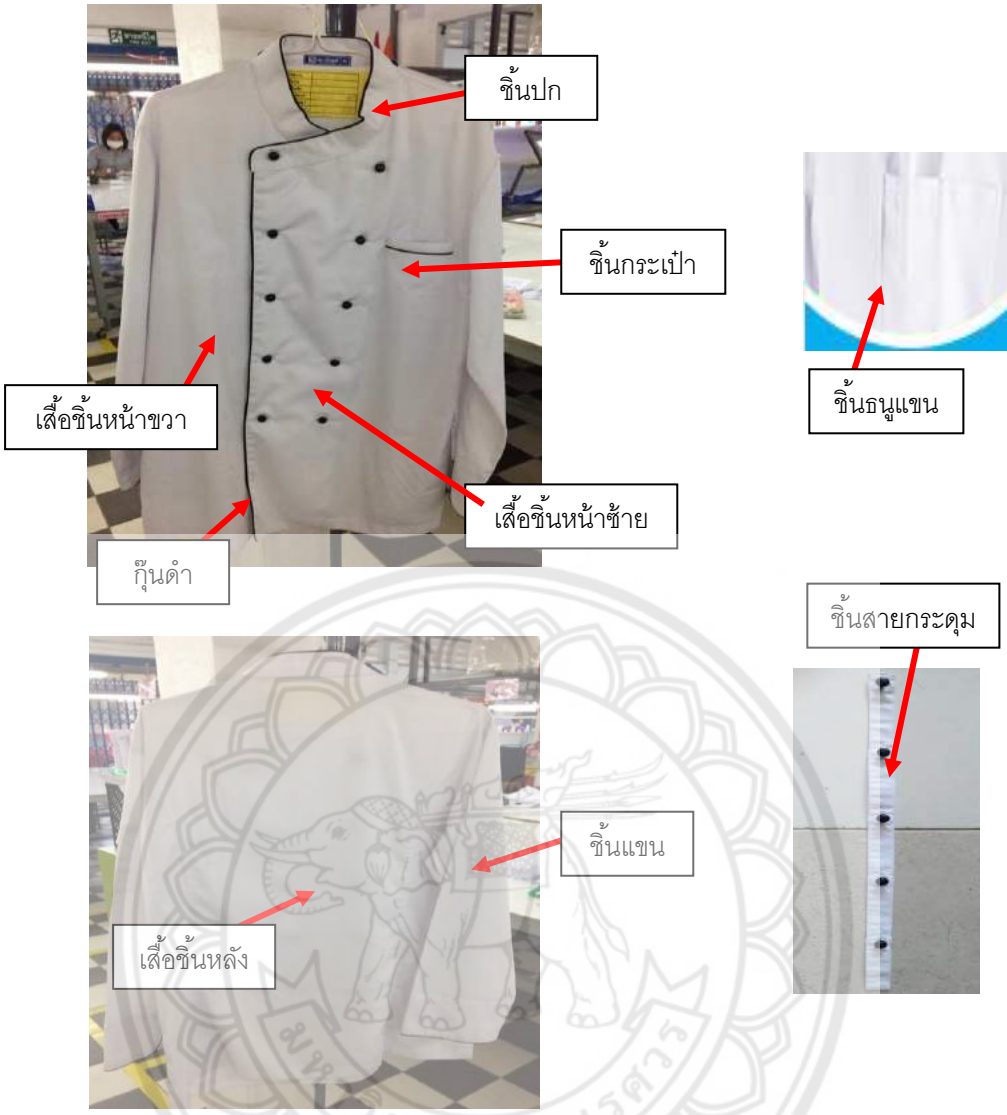
ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บพับปากธนู	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	รีดธนู	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.14 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJ1T (ชิ้นสายกระดุม)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บประกบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	กลับ รีด เจียน	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บคิ้วรอบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	รีดสายกระดุม	โต๊ะรีด	MC8
5	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	MC5
6	แซกรังดุมหน้า ซ้าย 10 รู ขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
7	ตัดเศษด้ายสายกระดุม	ตัดเศษด้าย	MC10
8	ตรวจสอบสายกระดุม	ตรวจสอบ	QC



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJ1T



รูปที่ 3.7 ผลิตภัณฑ์เสื้อรุ่น CJWD

ตารางที่ 3.15 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหน้าขวา)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	เย็บประกบสาบหน้า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บคิ้วสาบหน้า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
5	เย็บคิ้วไหล่ 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	โพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
7	เย็บเข้าปก ติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
8	คิ้วรอบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.15 (ต่อ) ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหน้าขวา)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
9	เย็บพับชายเสื้อ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
10	แซกรังดุมหน้า ซ้าย 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
11	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	MC5
12	แซกรังดุมหน้า ขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
13	ตัดเศษด้าย	ตัดเศษด้าย	MC10
14	ทำการตรวจสอบชิ้นงาน	ตรวจสอบ	QC

ตารางที่ 3.16 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหน้าซ้าย)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้า	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
2	เย็บประกบสาบหน้าติดกุ๊น	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บคิ้วสาบหน้า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	เจาะกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บเก็บกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.17 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นกระเป๋า)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	รีดเคมี	โต๊ะรีด	MC8
2	เย็บประกบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บติดกุ๊นดำ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	โพ้งกันลุ่ย	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3

ตารางที่ 3.18 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นหลัง)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งกันลุ่ยหลัง	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
2	เย็บประกบต่อชิ้นหลัง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บเส้นคิ้วคู่หลัง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.19 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นแขน)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	โพ้งตะเข็บใต้แขน ซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
2	รีดสาบปลายแขน	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บประกบปลายแขนทั้ง 2 ข้าง ติดกุ๊น	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	เย็บคิ้วรอบปลายแขน	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บคิ้วหลังแขน 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	เย็บวนปลายแขน 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
7	รีดแขน	โต๊ะรีด	MC8
8	เย็บติดธนูแขนซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ 3.20 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นธนู)

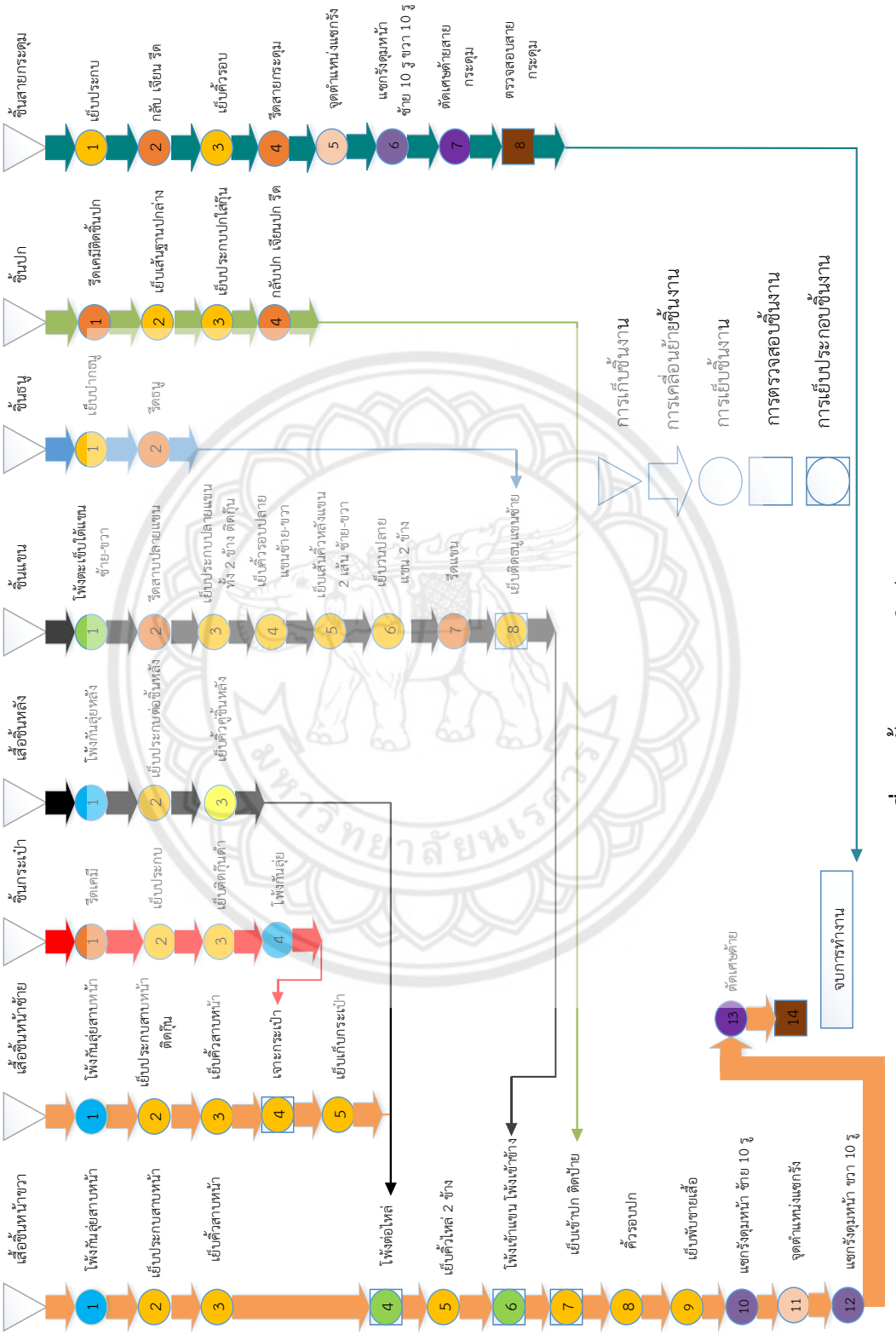
ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บปากธนู	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	รีดธนู	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ 3.21 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นปก)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	รีดเคมีติดชิ้นปก	โต๊ะรีด	MC8
2	เย็บเส้นฐานปกล่าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
3	เย็บประกบปกใส่กุ๊น	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	กลับ รีด เจียนปก	โต๊ะรีด	MC8

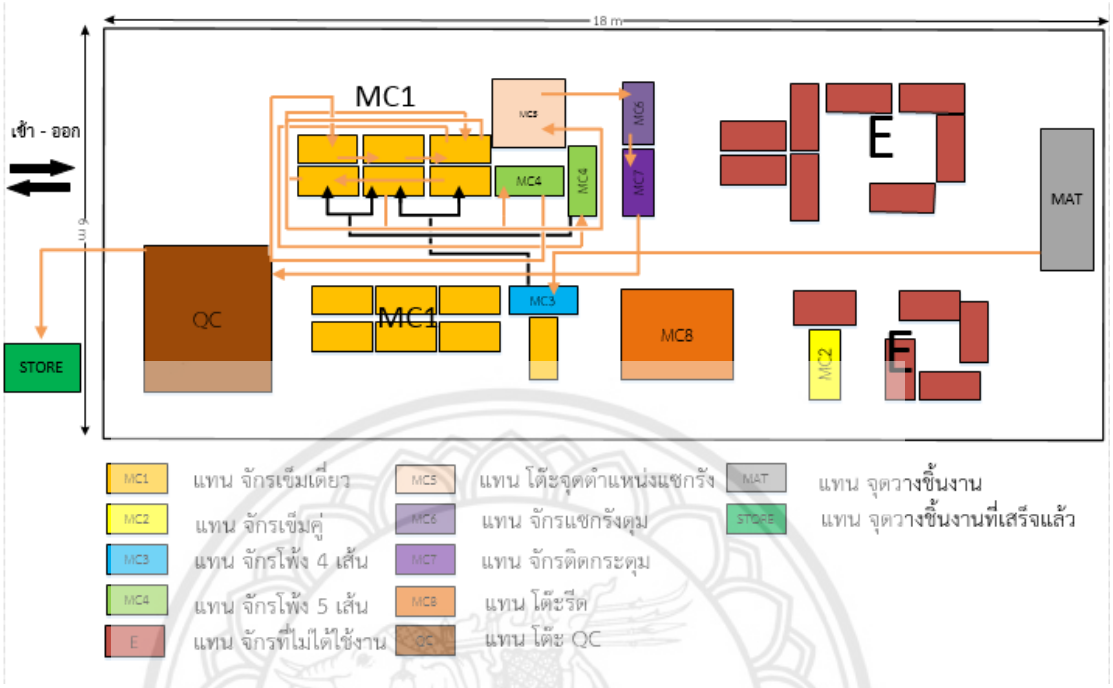
ตารางที่ 3.22 ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJWD (ชิ้นสายกระดุม)

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
1	เย็บประกบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	กลับ รีด เจียน	โต๊ะรีด	MC8
3	เย็บคิ้วรอบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	รีดสายกระดุม	โต๊ะรีด	MC8
5	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	MC5
6	แซกรังดุมหน้า ซ้าย 10 รู ขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
7	ตัดเศษด้ายสายกระดุม	ตัดเศษด้าย	MC10
8	ตรวจสอบสายกระดุม	ตรวจสอบ	QC

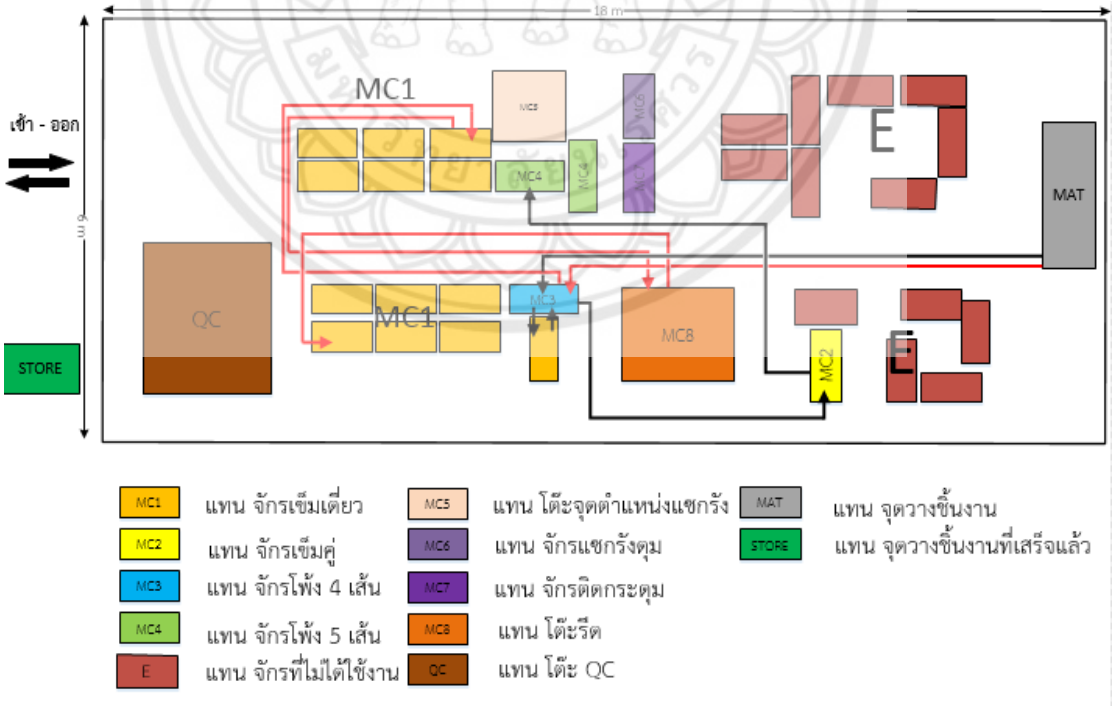


รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJWD

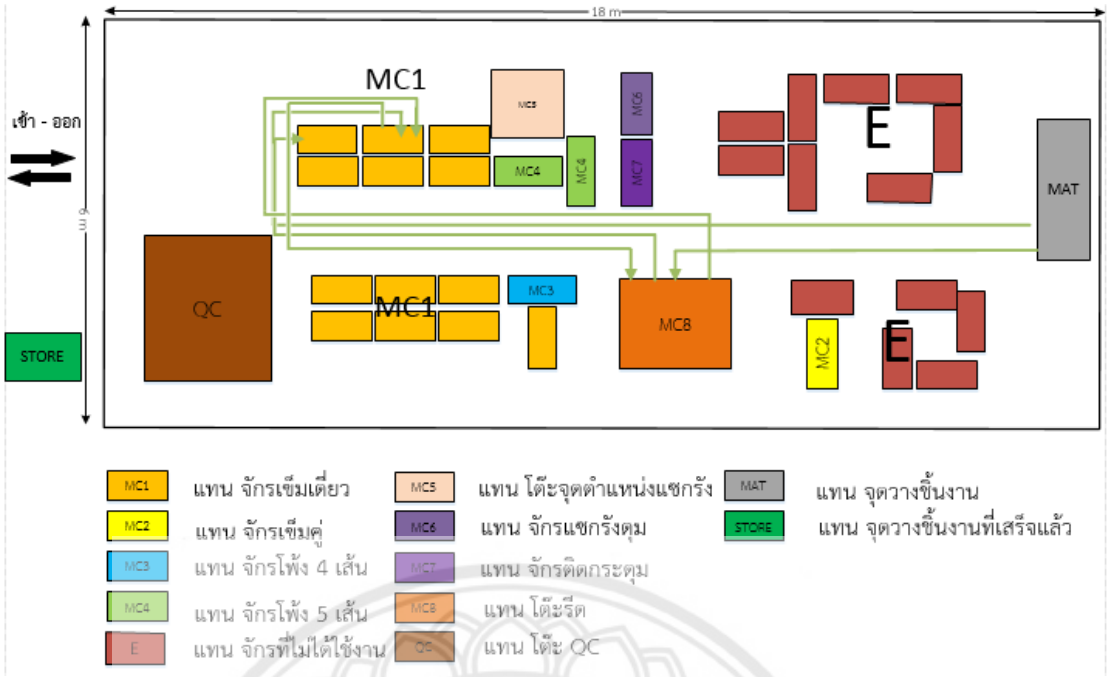
3.2.3 แผนผังการไหลของงาน ตั้งแต่เริ่มต้นจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าสำเร็จรูป



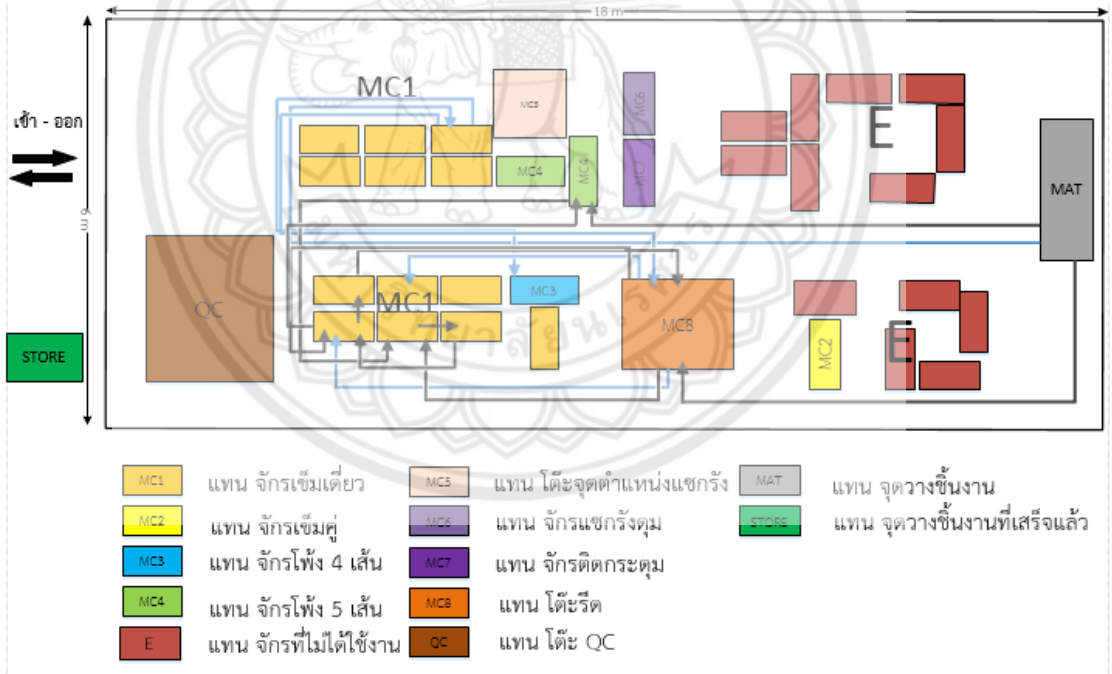
รูปที่ 3.9 แผนผังการไหลของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



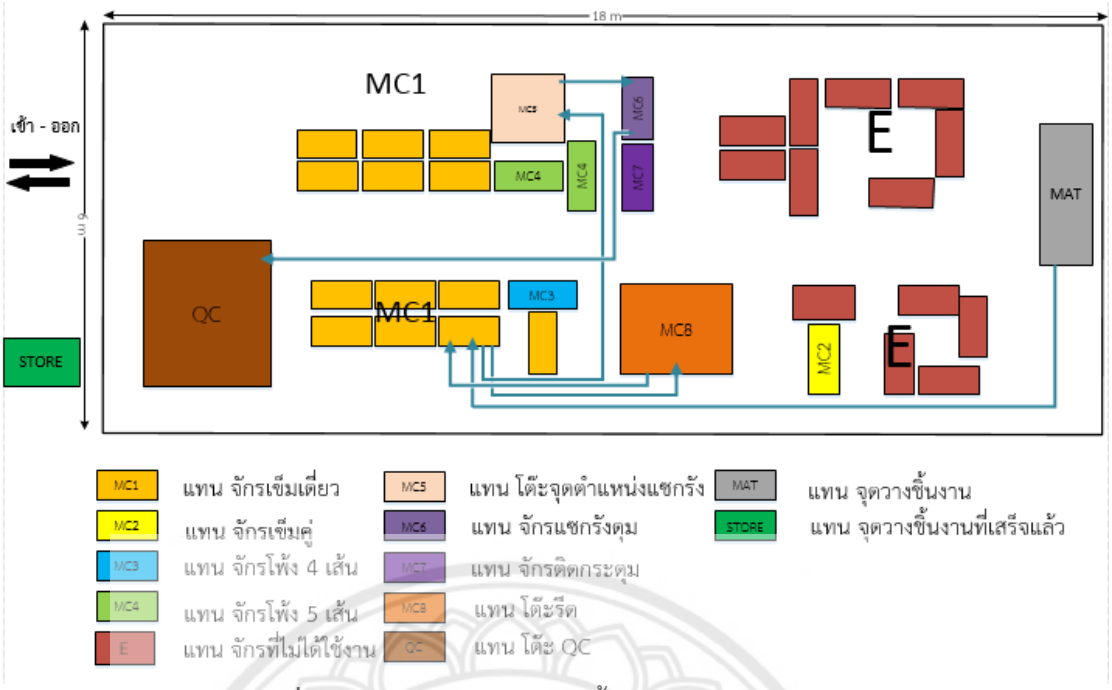
รูปที่ 3.10 แผนผังการไหลของชิ้นกระเป๋า และเสื้อชิ้นหลัง (ปัจจุบัน)



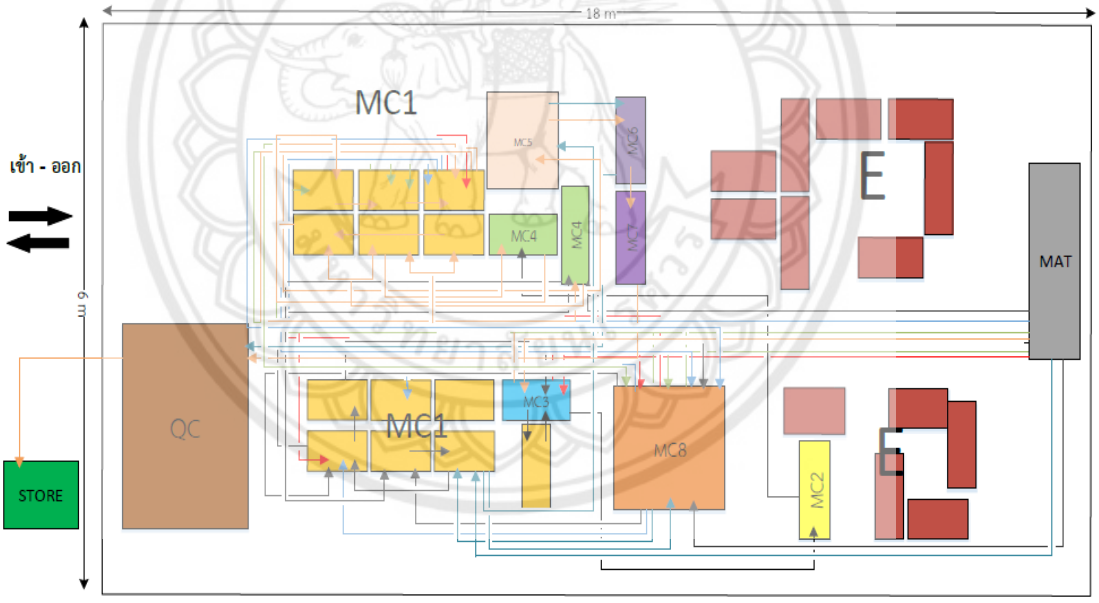
รูปที่ 3.11 แผนผังการไหลของชิ้นปก (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.12 แผนผังการไหลของชิ้นแขน และชิ้นธนู (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.13 แผนผังการไหลของชิ้นสายกระดุม (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.14 แผนผังการไหลของงานทุกชิ้นส่วน (ปัจจุบัน)

3.3 หาแนวทางการปรับปรุงการทำงานในสายการผลิต

สำหรับการหาแนวทางการปรับปรุงการทำงาน ในสายการผลิต โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบบกระบวนการผลิต มาวิเคราะห์ โดยสามารถวิเคราะห์จากปัจจัยต่อไปนี้

3.3.1 แผนผังของโรงงานที่ไม่เหมาะสม ตำแหน่งของสถานีงานไม่สอดคล้องต่อขั้นตอนการทำงาน

3.3.2 จำนวนพนักงานมีจำนวนน้อยกว่าขั้นตอนการทำงาน

ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่าการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มจำนวนพนักงาน จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานเพิ่มขึ้น และต้องมีการฝึกพนักงานให้มีความชำนาญในระดับหนึ่ง วิธีนี้เป็นการแก้ไขปัญหาที่ไม่ตรงจุด ซึ่งการแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงผังของโรงงาน จะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า วิธีนี้เป็นการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับความต้องการของทางบริษัท และเป็นการแก้ไขปัญหาระยะยาว ซึ่งหากจะทำการปรับปรุงผังในสายการผลิตจริง อาจจะส่งผลต่อความสูญเสียโอกาสในการเพิ่มผลกำไรให้กับทางบริษัท ดังนั้นผู้จัดทำโครงงาน จึงเลือกแนวทางการปรับปรุงผัง โดยใช้ตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model)

3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องพิจารณา

เมื่อทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงแล้ว จะทำการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้กับผู้ที่มีเกี่ยวข้องพิจารณา คือ โรงงานที่ทำการศึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ ซึ่งในกรณีที่แนวทางการปรับปรุงการทำงานในสายการผลิตผ่านการพิจารณา ก็จะดำเนินการปรับปรุงการทำงานตามแนวทางที่ได้เสนอไป แต่หากไม่ผ่านการพิจารณาก็จะดูความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ว่าเพราะสาเหตุใด จึงไม่ผ่านการพิจารณา หรือสามารถแก้ไขส่วนใด ของแนวทางการปรับปรุงเพิ่มเติมได้ และจะต้องกลับไปหาแนวทางการปรับปรุงการทำงานแล้วนำเสนอใหม่ จนกว่าจะผ่านการพิจารณา

3.5 การจัดเตรียมข้อมูล

เมื่อทราบถึงขั้นตอน และกระบวนการต่างๆ แล้ว สิ่งที่ต้องทำมีดังต่อไปนี้

3.5.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นวิธีการศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยการอาศัยการจับเวลา ด้วยเครื่องมือบันทึกเวลา และแผ่นบันทึกข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการจับเวลามีดังนี้

3.5.1.1 นาฬิกาจับเวลาแบบตัวเลข

3.5.1.2 แบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกเวลา

3.5.2 การวางแผนจับเวลา

การวางแผนจับเวลาจะจับเวลาอย่างละเอียด ในทุกขั้นตอนอย่างน้อย 30 ค่า โดยใช้วิธีตามหลักการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) แล้วทำการแบ่งออกเป็นสถานีงานต่างๆ และออกแบบฟอร์มจับเวลา ซึ่งมีส่วนที่ต้องทำการจับเวลาทุกลำดับขั้นตอนของการผลิต แสดงดังตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.22 และเครื่องจักรที่ต้องทำการจับเวลาแสดงดังตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 เครื่องจักรต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

จุดที่	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อสถานีงาน	จำนวน (เครื่อง)
1	MC1	จักรเข็มเดี่ยว	13
2	MC2	จักรเข็มคู่	1
3	MC3	จักรโพ้ง 4 เส้น	1
4	MC4	จักรโพ้ง 5 เส้น	2
5	MC5	จุดตำแหน่ง	1
6	MC6	จักรแซกรังดุม	1
7	MC7	จักรติดกระดุม	1
8	MC8	โต๊ะรีด	2
9	MC9	ตัดสายกระดุม	1
10	MC10	ตัดเศษด้าย	1
11	QC	ตรวจสอบ	1

3.6 วิเคราะห์ข้อมูล และแปรสภาพข้อมูล

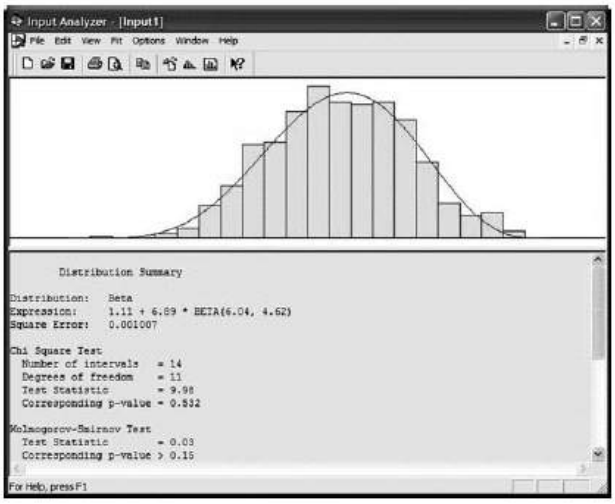
ขั้นตอนการใช้ Input Analyzer

3.6.1 นำข้อมูลเวลาที่ได้ใส่ลงในไฟล์ Excel หรือ Notepad แล้วทำการบันทึกไฟล์ให้เป็น (Save As) เพื่อเปลี่ยนสกุลของไฟล์ใหม่เป็น “ชื่อแฟ้ม.txt” หรือ “ชื่อแฟ้ม.dst”

3.6.2 เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยเข้าไปที่ File > New

3.6.3 ในหน้าต่าง Input จะต้องเข้าไปที่เมนู File >Data File >Use Exiting และเลือกไฟล์ที่ต้องการทดสอบค่ากระจาย โดยเลือกจากไฟล์ที่มีชื่อไฟล์จัดเก็บว่า “ชื่อแฟ้ม.txt” หรือ “ชื่อแฟ้ม.dst”

3.6.4 ปรากฏหน้าต่างการแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทรแกรม (Histogram) และทำการนำกราฟแท่งที่ได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบการกระจายต่างๆ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงแบบใด แล้วจึงนำไปเลือกค่าการกระจายที่จะทดสอบ โดยคลิกที่เมนู Fit แล้วเลือกลักษณะการแจกแจงข้อมูลที่จะทดสอบ



รูปที่ 3.15 ภาพตัวอย่างผลการแจกแจงข้อมูลจาก Input Analyzer

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/237427926_fig6_Figure-12-ARENA-Input-Analyzer-Figure-13-Expert-fit

ตารางที่ 3.24 แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
AProcess 1	NORM(24.1, 2.03)	0.375	AProcess 8	POIS(279)	0.382
A2Process 1	23.5 + 14 * BETA(1.17, 1.45)	0.164	AProcess 9	11.5 + GAMM(1.2, 1.75)	0.449
AProcess 2	7.5 + 5 * BETA(1.27, 1.53)	0.718	AProcess 10	31.5 + 14 * BETA(1.47,1.74)	0.359
AProcess 3	TRIA(3.5, 5, 7.5)	0.744	AProcess 11	8.5 + 6 * BETA(1.28, 1.64)	0.418
AProcess 4	9.5 + ERLA(1.1, 3)	0.327	A2Process 11	TRIA(11.5, 13, 16.5)	0.0902
AProcess 5	TRIA(6.5, 9.5, 11.5)	0.584	AProcess 12	76.5 + 24 * BETA(1.04,1.12)	0.218
AProcess 6	523 + GAMM(4, 1.4)	0.263	AProcess 13	TRIA(11.5, 13, 16.5)	0.0902
AProcess 7	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	AProcess 14	38.5 + ERLA(5.57, 2)	0.234

ตารางที่ 3.24 (ต่อ) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
AProcess 15	TRIA(10.5, 13, 15.5)	0.339	AProcess 25	UNIF(8.5, 13.5)	0.149
AProcess 16	130 + 23 * BETA(1.35, 1.18)	0.243	AProcess 26	32.5 + GAMM(3.2, 2.42)	0.208
AProcess 17	NORM(21.6, 1.43)	0.201	AProcess 27	UNIF(8.5, 13.5)	0.149
AProcess 18	78.5 + 24 * BETA(0.961, 0.93)	0.231	AProcess 28	47.5 + 16 * BETA(1.2, 1.57)	0.43
AProcess 19	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	AProcess 29	UNIF(8.5, 13.5)	0.149
AProcess 20	94.5 + 32 * BETA(0.828, 1.22)	0.206	AProcess 30	UNIF(49.5, 62.5)	0.448
AProcess 21	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	AProcess 31	31.5 + 9 * BETA(1.2, 1.4)	0.279
AProcess 22	217 + 34 * BETA(1.12, 1.36)	0.274	AProcess 32	78.5 + 16 * BETA(0.828, 1.15)	0.676
AProcess 23	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	AProcess 33	13.5 + 6 * BETA(1.42, 1.62)	0.322
AProcess 24	42.5 + 22 * BETA(0.838, 1.04)	0.445	AProcess 34	87.5 + 15 * BETA(1.33, 1.6)	0.444

ตารางที่ 3.24 (ต่อ) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
BProcess 1	29.5 + 11 * BETA(1.46, 1.74)	0.147	CProcess 4	9.5 + 5 * BETA(0.973,0.999)	0.533
BProcess 2	19.5 + 9 * BETA(0.842, 1.28)	0.692	CProcess 5	10.5 + 6 * BETA(1.05, 1.38)	0.674
BProcess 3	10.5 + 6 * BETA(1.36, 1.66)	0.262	CProcess 6	UNIF(4.5, 8.5)	0.118
BProcess 4	UNIF(3.5, 8.5)	0.211	CProcess 7	TRIA(11.5, 15.3, 21.5)	0.75
BProcess 5	12.5 + GAMM(0.915,3.57)	0.519	CProcess 8	24.5 + 8 * BETA(1.51, 1.39)	0.125
BProcess 6	UNIF(2.5, 5.5)	0.281	CProcess 9	UNIF(11.5, 16.5)	0.62
BProcess 7	16.5 + 6 * BETA(2.08, 2.16)	0.75	CProcess 10	12.5 + 6 * BETA(1.31, 1.87)	0.75
CProcess 1	TRIA(24.5, 30, 35.5)	0.239	DProcess 1	23.5 + 14 * BETA(1.17, 1.45)	0.164
CProcess 2	UNIF(7.5, 13.5)	0.0995	DProcess 2	25.5 + LOGN(7.04, 8.19)	0.104
CProcess 3	TRIA(19.5, 21, 27.5)	0.749	DProcess 3	9.5 + 10 * BETA(1.27, 1.44)	0.525

ตารางที่ 3.24 (ต่อ) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
DProcess 4	6.5 + 7 * BETA(1.88, 1.72)	0.368	EProcess 1	UNIF(9.5, 16.5)	0.75
DProcess 5	UNIF(6.5, 10.5)	0.00825	E2Process 1	TRIA(25.5, 35, 38.5)	0.154
DProcess 6	115 + 26 * BETA(1.07, 1.44)	0.158	EProcess 2	16.5 + 8 * BETA(1.56, 1.61)	0.75
DProcess 7	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	EProcess 3	TRIA(25.5, 35, 38.5)	0.154
DProcess 8	TRIA(24.5, 27.2, 32.5)	0.75	E2Process 4	19.5 + 13 * BETA(1.33, 1.32)	0.643
DProcess 9	14.5 + 8 * BETA(1.46, 1.88)	0.262	EProcess 5	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75
DProcess 10	60.5 + 20 * BETA(1.18, 1.46)	0.443	EProcess 6	TRIA(24.5, 27, 31.5)	0.729
DProcess 11	TRIA(6.5, 8, 10.5)	0.744	EProcess 7	NORM(33.3, 2.64)	0.205
DProcess 12	6.5 + 7 * BETA(1.88, 1.72)	0.368	EProcess 8	16.5 + 8 * BETA(0.926, 1.04)	0.36
DProcess 13	9.5 + 7 * BETA(1.94, 2.22)	0.369	EProcess 9	UNIF(4.5, 9.5)	0.256

ตารางที่ 3.24 (ต่อ) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
EProcess 10	UNIF(9.5, 16.5)	0.602	FProcess 8	UNIF(31.5, 42.5)	0.481
EProcess 11	TRIA(2.5, 5.2, 7.5)	0.627	FProcess 9	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75
EProcess 12	NORM(33.5, 2.19)	0.0855	FProcess 10	NORM(92.3, 8.28)	0.111
FProcess 1	UNIF(19.5, 28.5)	0.75	FProcess 11	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75
FProcess 2	13.5 + 13 * BETA(1.23, 1.54)	0.144	FProcess 12	31.5 + 21 * BETA(1.25, 1.13)	0.662
FProcess 3	28.5 + 12 * BETA(1.22, 1.91)	0.366	FProcess 13	TRIA(18.5, 20, 27.5)	0.204
FProcess 4	16.5 + 10 * BETA(0.971, 1.24)	0.0603	FProcess 14	8.5 + 12 * BETA(1.27, 1.15)	0.185
FProcess 5	32.5 + 13 * BETA(1.3, 1.29)	0.151	FProcess 15	UNIF(25.5, 33.5)	0.75
FProcess 6	NORM(69.8, 4.76)	0.238	FProcess 16	UNIF(68.5, 106)	0.455
FProcess 7	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	FProcess 17	TRIA(16.5, 20, 25.5)	0.132

ตารางที่ 3.24 (ต่อ) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด

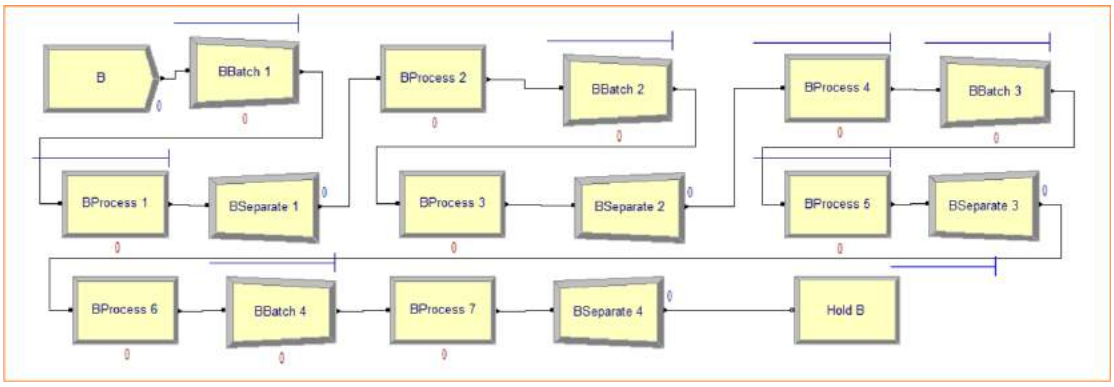
จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value	จุดที่ต้องป้อนค่า	Expression	P-value
F2Process 17	TRIA(16.5, 20, 25.5)	0.132	GProcess 5	17.5 + 8 * BETA(1.76, 1.41)	0.639
GProcess 1	27.5 + 8 * BETA(1.11, 1.17)	0.274	GProcess 6	7.5 + 8 * BETA(1.35, 1.7)	0.558
GProcess 2	UNIF(11.5, 18.5)	0.302	GProcess 7	NORM(25.1, 1.84)	0.0943
GProcess 3	TRIA(3.5, 4.4, 7.5)	0.75	GProcess 8	40.5 + 4 * BETA(0.888, 1.16)	0.419
GProcess 4	TRIA(2.5, 4.4, 5.5)	0.75	GProcess 9	17.5 + 8 * BETA(1.89, 2.42)	0.75

3.7 สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

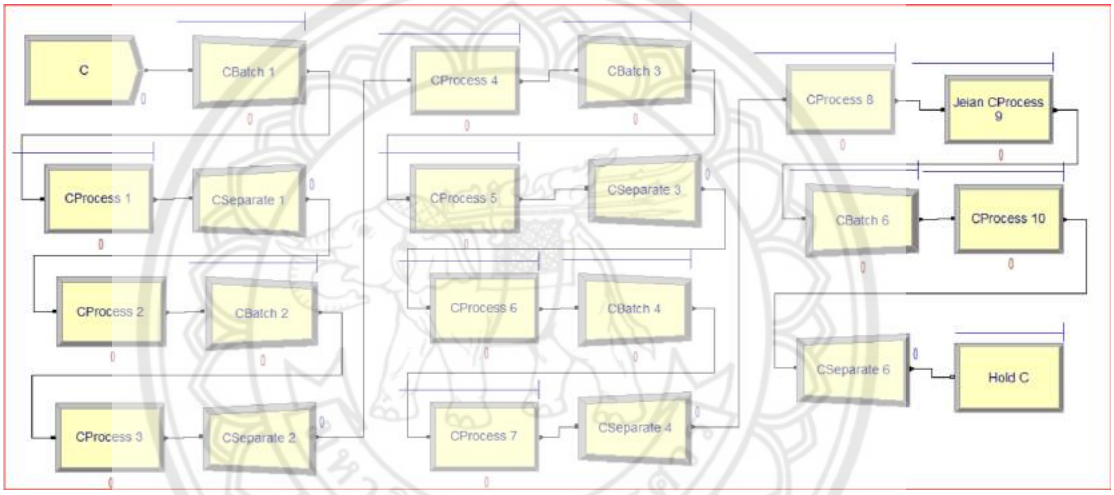
3.7.1 การสร้างแบบจำลอง

สำหรับการสร้างแบบจำลอง จะนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จาก Input Analyzer มาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของระบบจริง (ปัจจุบัน) และเมื่อได้แบบจำลองของระบบจริงแล้ว จากนั้นจะทำการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ทำการออกแบบไว้ (ปรับปรุง) โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานี้จะเป็นแบบ Terminated การทำงานมีระยะเวลากำหนดว่าจะสิ้นสุดเมื่อไหร่

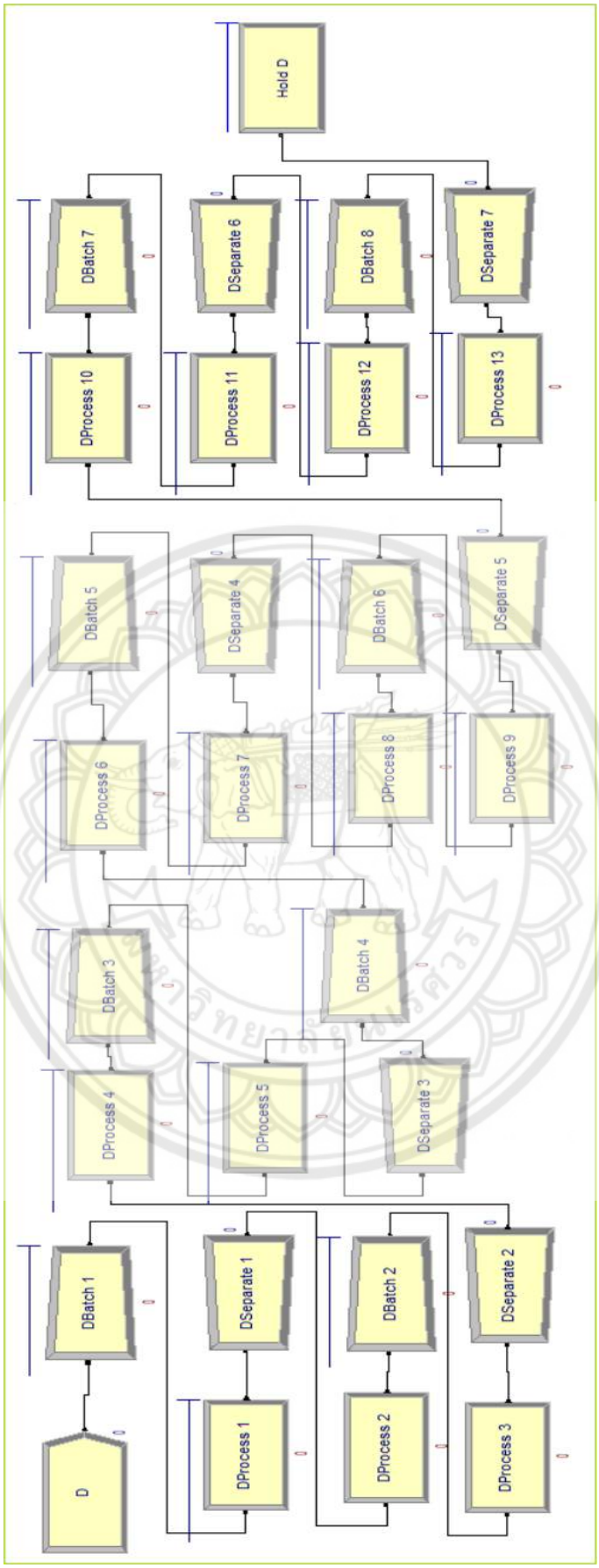
ซึ่งการสร้างแบบจำลองนี้ จะสร้างตาม ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJCC (Operation Process Chart) ดังรูปที่ 3.4



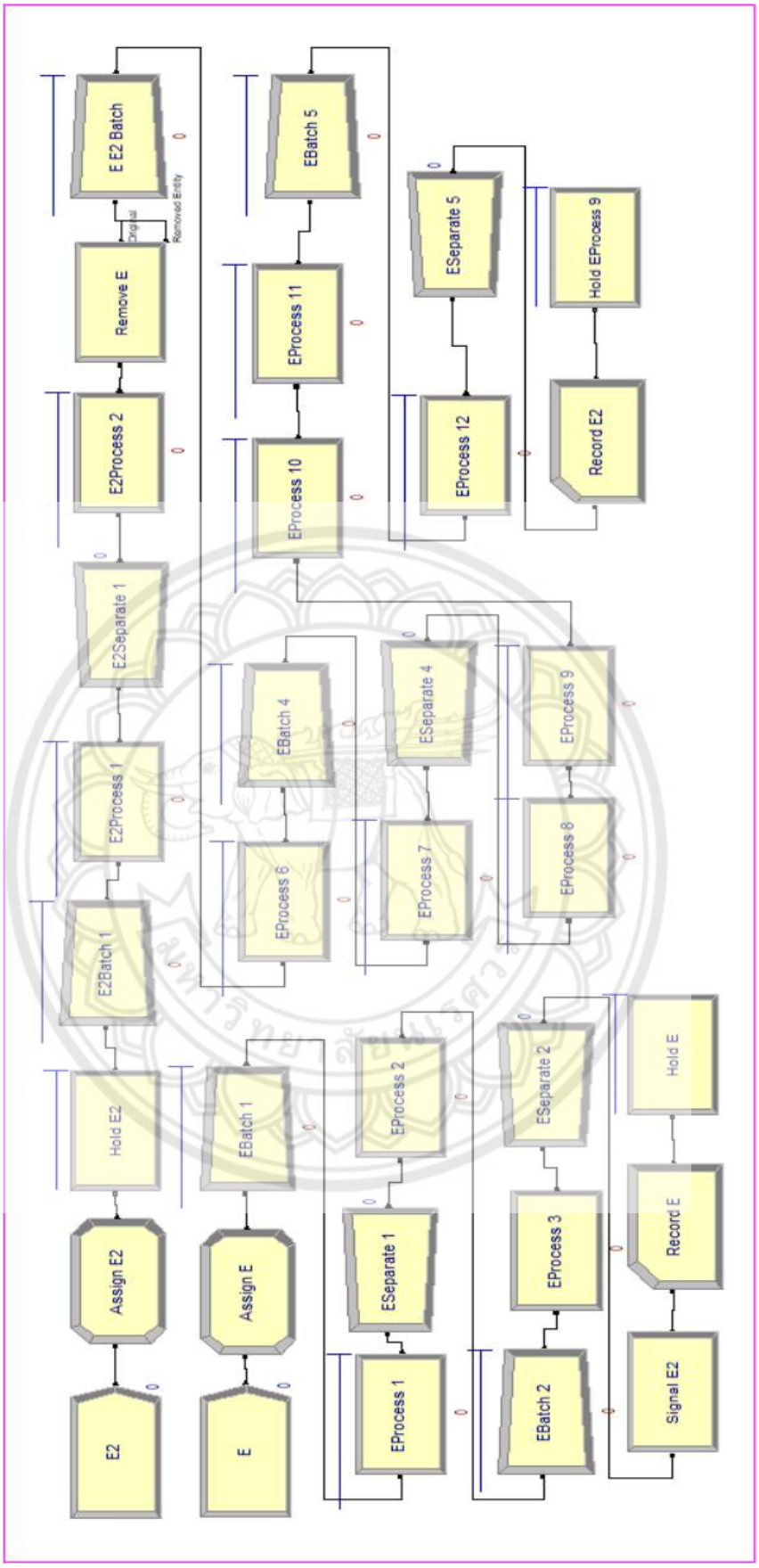
รูปที่ 3.16 แบบจำลองของชิ้นสายกระดุม (ปัจจุบัน)



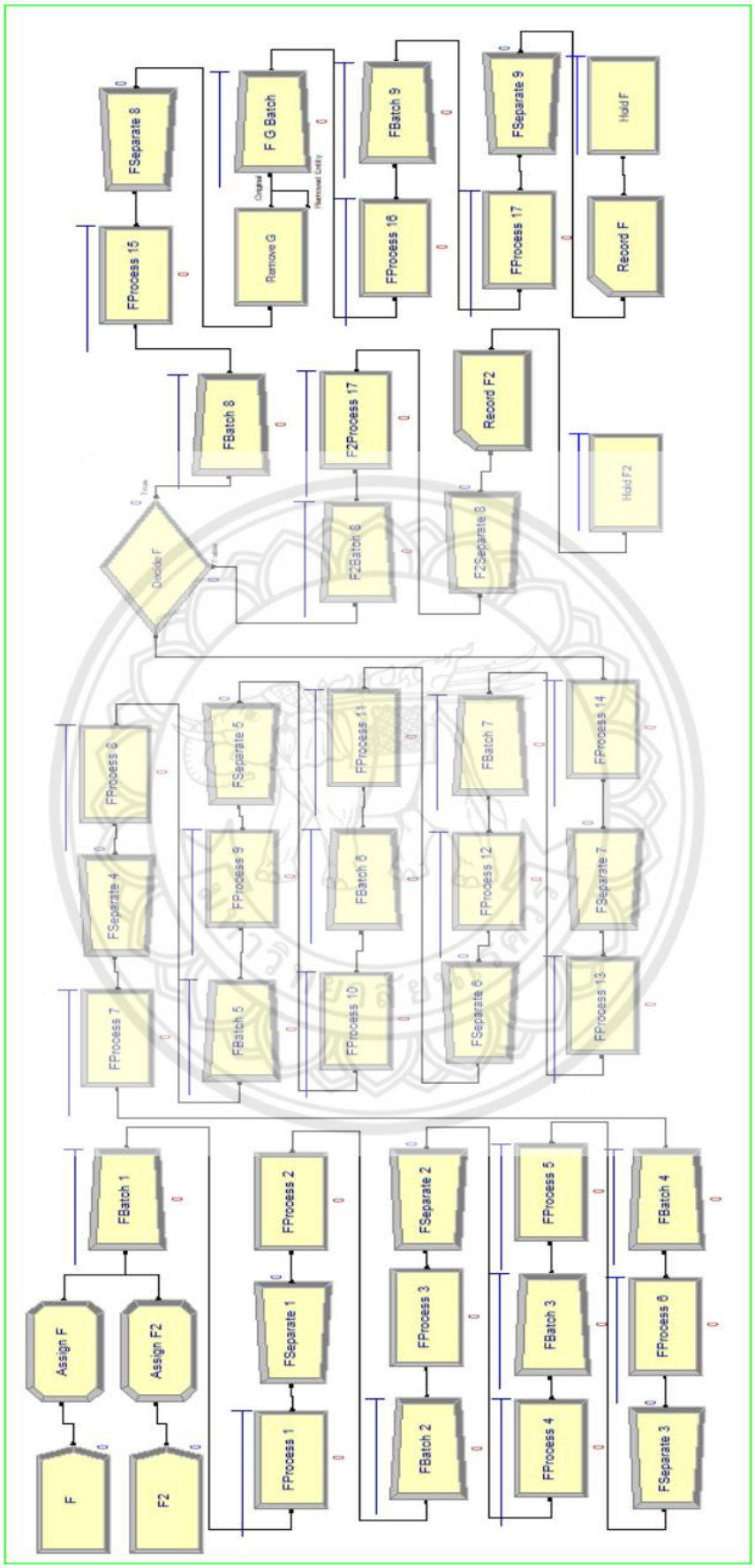
รูปที่ 3.17 แบบจำลองของชิ้นกระเป๋า (ปัจจุบัน)



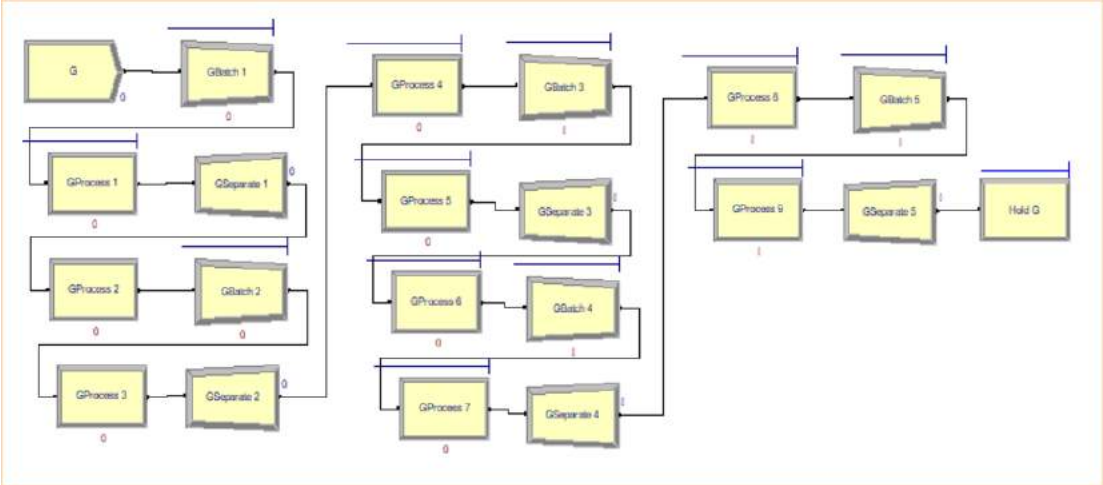
รูปที่ 3.18 แบบจำลองของสิ่งขึ้นหลัง (ปัจจุบัน)



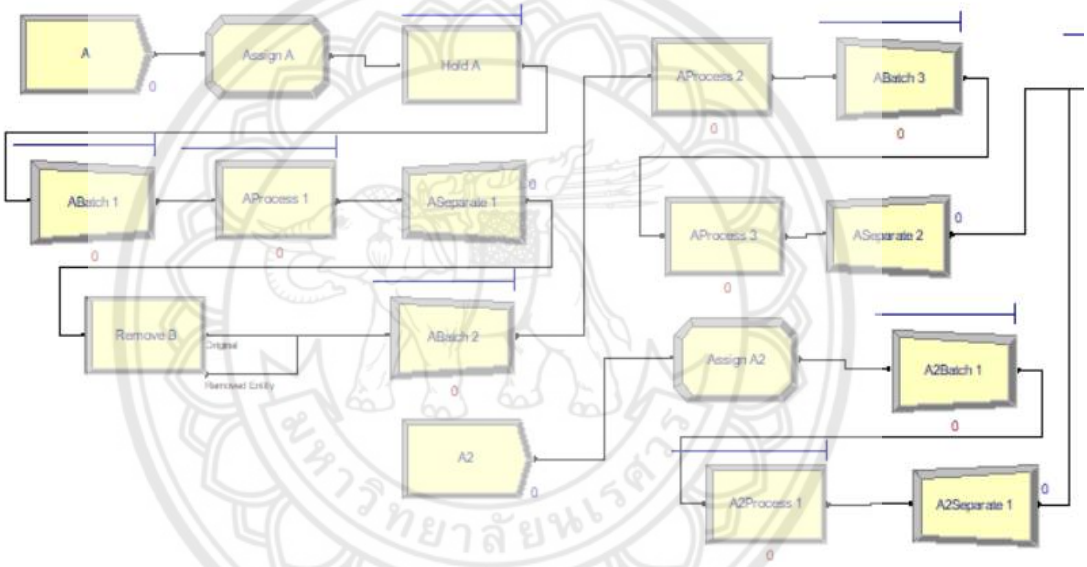
รูปที่ 3.19 แบบจำลองของขั้นปก (ปัจจุบัน)



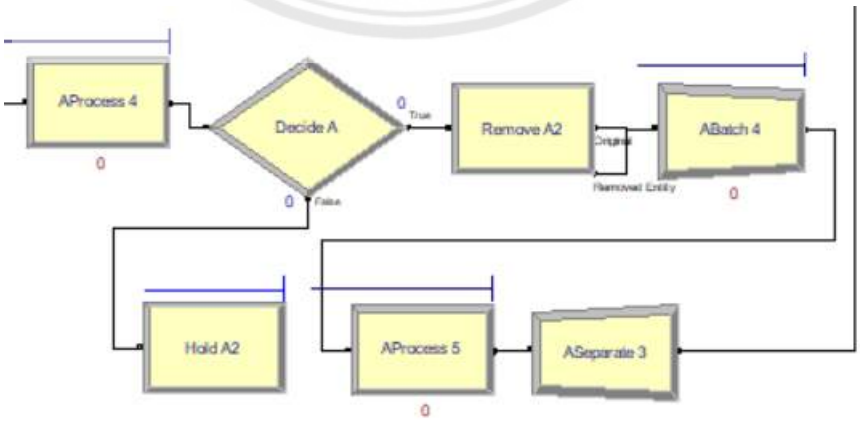
รูปที่ 3.20 แบบจำลองของขั้นแข่ง (ปัจจุบัน)



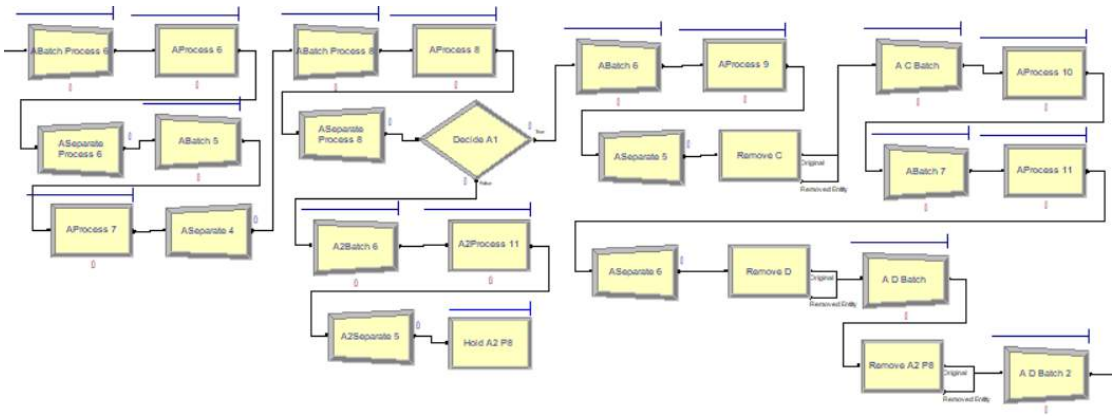
รูปที่ 3.21 แบบจำลองของชิ้นธนู (ปัจจุบัน)



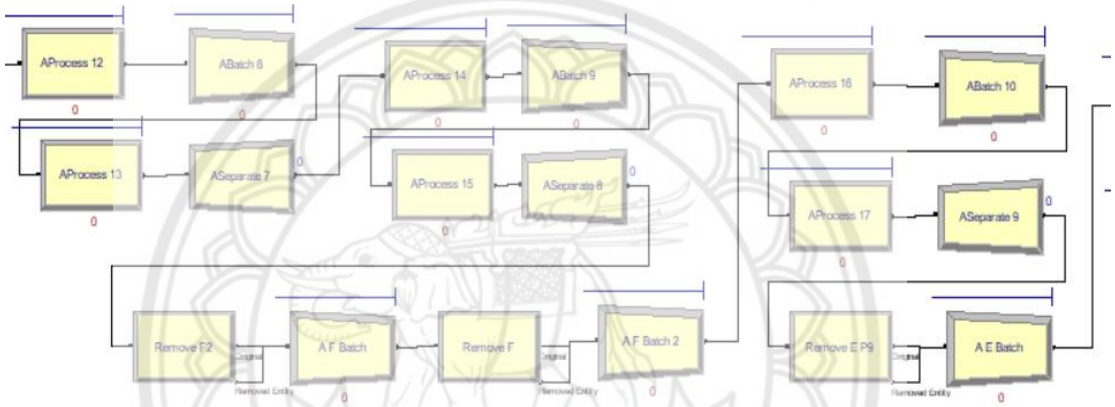
รูปที่ 3.22 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



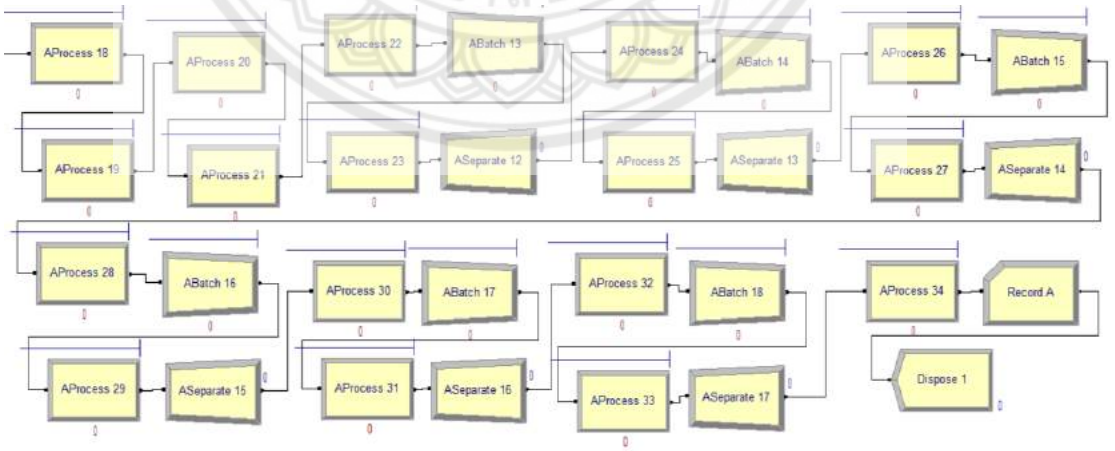
รูปที่ 3.23 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



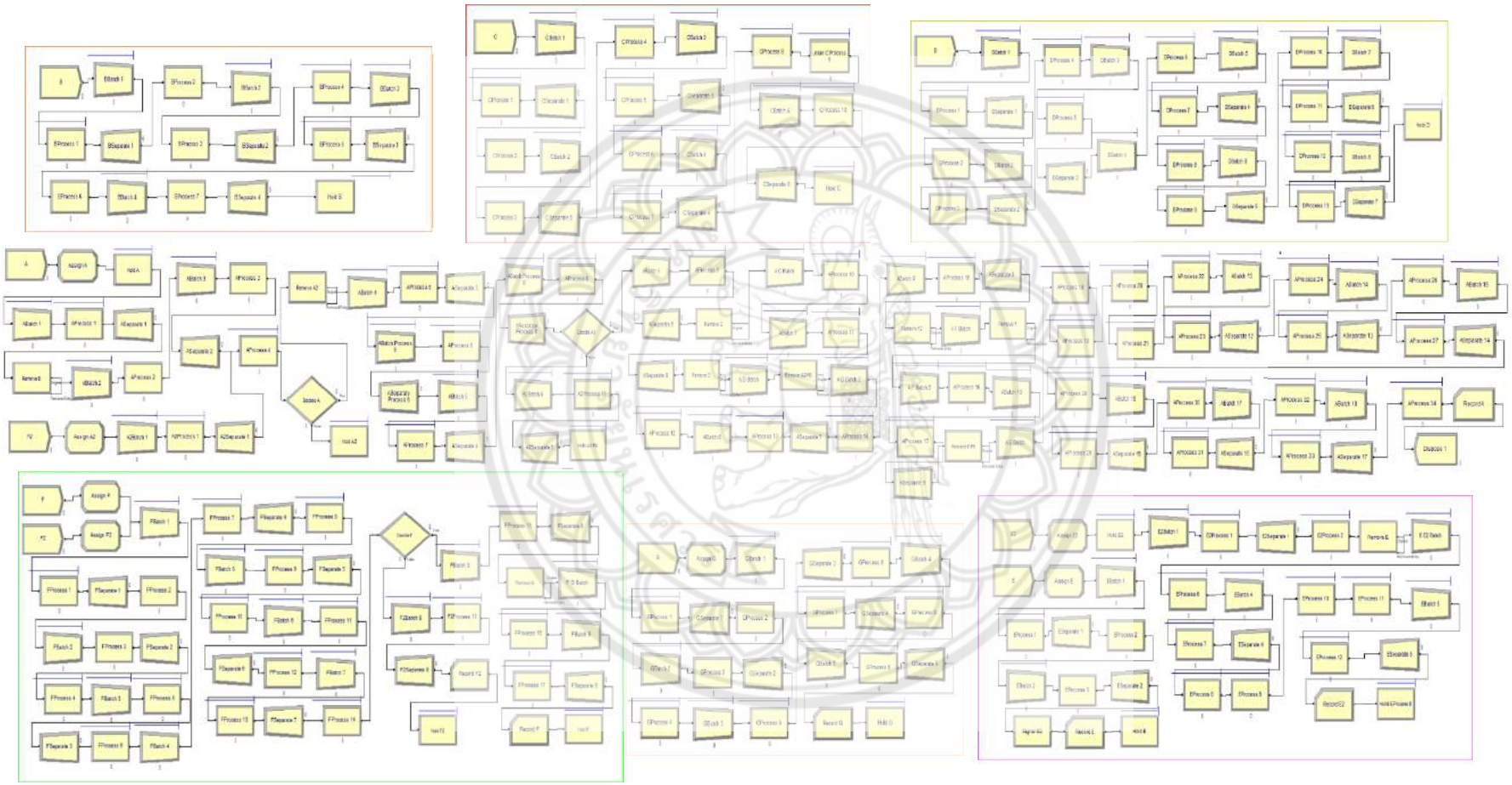
รูปที่ 3.24 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.25 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.26 แบบจำลองของเสื้อชิ้นหน้าซ้าย-ขวา (ปัจจุบัน)



รูปที่ 3.27 แบบจำลองของกระบวนการทั้งหมด (ปัจจุบัน)

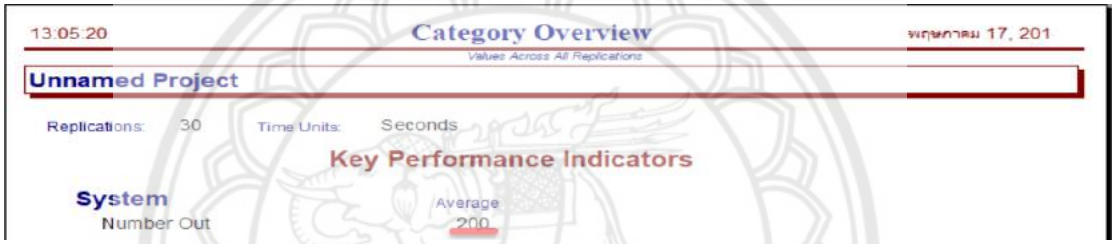
3.7.2 การทดลองประมวลผล

สำหรับในการทดลองประมวลผลนั้นมีขั้นตอนในการกำหนดค่าสำหรับช่วงเวลาของการที่จะให้โปรแกรม Arena นั้นทำการประมวลผลออกมาตามค่าช่วงเวลาที่ได้ตั้งไว้ (Run Setup) ซึ่งจะแสดงได้ดังภาคผนวก ข

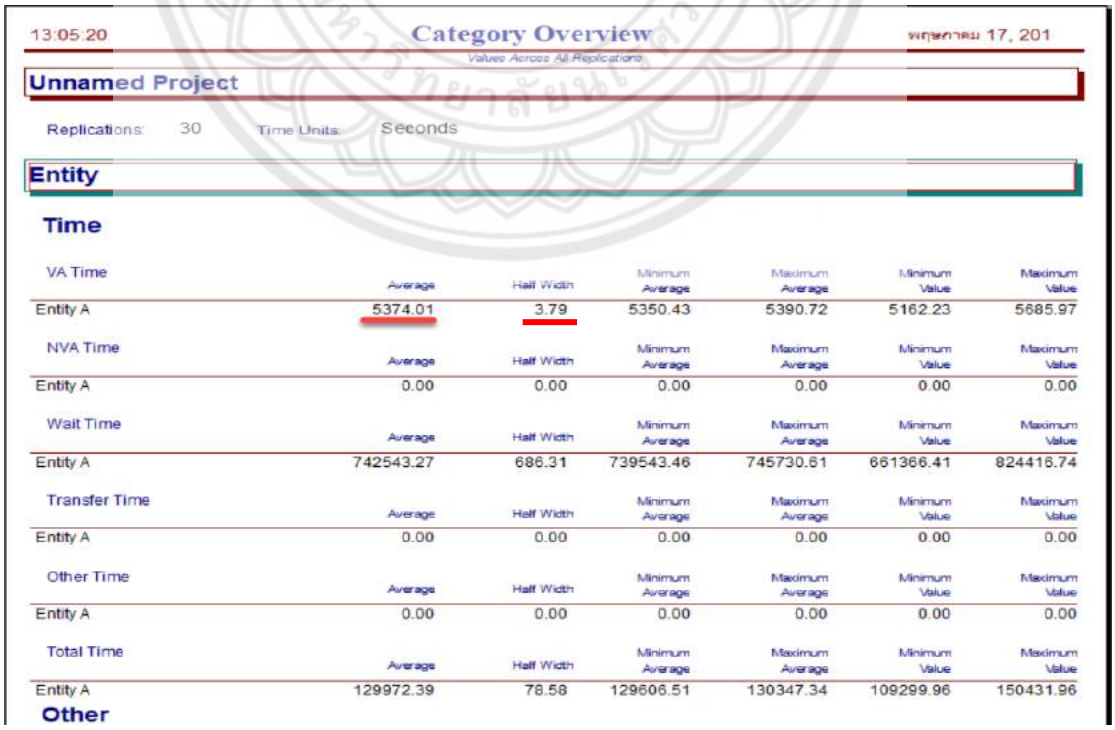
ค่าที่กำหนดในการประมวลผลสำหรับแบบจำลองการผลิตรุ่น CJCC คือ

Number of Replication	=	30
Warm-up Period	=	0 Seconds
Replication Length	=	6 Days
Hours per Day	=	8 Hours
Base Time Unit	=	Seconds

เมื่อสั่งให้โปรแกรมทำการประมวลออกมา จะแสดง ดังรูปที่ 3.28 และ 3.29 ตามลำดับ



รูปที่ 3.28 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out)



รูปที่ 3.29 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของแบบจำลอง

ผลที่ได้จากการประมวลของโปรแกรม Arena ด้วยการสั่งให้มีการประมวลผลซ้ำ 30 รอบ และกำหนดค่าความยาวของการประมวลผลไว้ที่ 6 วัน เนื่องจากต้องการวัดชิ้นงานที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out) เพื่อที่จะนำไปเทียบกับระบบงานจริงของสายการผลิตในปัจจุบัน สามารถสรุปได้ ดังนี้

ชิ้นงานเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out)	=	200 ชิ้น
เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ	=	5,374.01 วินาที
เวลารอคอยเฉลี่ยของชิ้นงานเมื่ออยู่ในระบบ	=	742,543.27 วินาที
เวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมดของชิ้นงาน	=	129,972.39 วินาที

3.8 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

สำหรับกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้นมี ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3.8.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification)

การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้น เป็นไปตามเงื่อนไข และทำงานได้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ หรือไม่ ดังนี้

3.8.1.1 ตรวจสอบว่าจำนวน Module ที่สร้างขึ้นมาในแบบจำลองนั้น ครบตามจำนวนขั้นตอนการทำงาน ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งดูได้จากค่าเฉพาะ (Expression) ที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ ของแต่ละ Module ดังตารางที่ 3.24 แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ทั้งหมด ตามรูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJCC (Operation Process Chart)

3.8.1.2 ทดสอบความถูกต้อง ว่ามีพฤติกรรมใกล้เคียงกับระบบงานจริง โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเทียบกับระบบงานจริง และให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ได้ทำการประเมิน ดังจะแสดงแบบประเมินในบทที่ 5

3.8.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องโดยการถามผู้เชียวชาญ (Face Validity) ที่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม Arena

3.8.2 การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

3.8.2.1 กำหนดจำนวนรอบของกระประมวลผล

ในการตรวจสอบแบบจำลองโดยใช้ความเชื่อมั่นที่ 95% จะเริ่มต้น (H_0) ทำซ้ำที่ 30 รอบ หลังจากนั้นจะทำการหาจำนวนรอบของการประมวลผลที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ความเชื่อมั่น ดังนี้

$$R = \left(\frac{t_{\alpha/2,R_0-1} S_0}{\varepsilon}\right)^2 = \left(\frac{2.0452 * 10.15}{3.79}\right)^2 \quad (3.1)$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการประมวลผล

$t_{\alpha/2,R0-1}$ คือ ค่าการแจกแจง t ที่ความเชื่อมั่น 1-α และองศาอิสระ = 2.0452

S_0 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 10.15

ε คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

จะได้ R = 30 ซึ่งรันผลแบบจำลองการทำซ้ำ 30 รอบ นั้นสามารถ ใช้เป็นตัวแทนแบบจำลองที่มีความเชื่อถือมากกว่า 95 %

3.8.2.1 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ย T-test

ตรวจสอบว่าแบบจำลองสามารถทำงานเสมือนระบบงานจริง หรือไม่ โดยใช้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยได้ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างเวลาในการทำงานที่ใช้ประกอบชิ้นงานขึ้น 1 ชิ้น จากกระบวนการผลิตจริง โดยไม่รวมเวลารอคอย 1 รอบต่อ 1 ชิ้น จำนวน 30 รอบเทียบกับเวลาเฉลี่ยในการทำงานต่อชิ้นของการประมวลผลของแบบจำลองที่สร้างขึ้นในแต่ละรอบ ของการประมวลผล โดยการทำการประมวลผลซ้ำ 30 รอบ สามารถดูได้จากภาคผนวก ข ด้วยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยกำหนดสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

$H_0 : \mu_0 = \mu_1$ คือ เวลาที่ได้จากแบบจำลองกับเวลาของระบบงานจริงมีค่าไม่แตกต่างกัน ข้อมูลสามารถใช้เป็นตัวแทนกันได้

$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1$ คือ เวลาที่ได้จากแบบจำลองกับเวลาของระบบงานจริงมีค่าแตกต่างกัน ข้อมูลไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนกันได้

จึงได้ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้การทดสอบทางสถิติด้วยการทดสอบสมมติฐานแบบ Two-Sample T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งจะให้โปรแกรม Excel ในการทดสอบสมมติฐาน จะได้ผลดังรูปที่ 3.30 แสดงผลลัพธ์จากการทดสอบสมมติฐานของการผลิตรุ่น CJCC

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	5374.013333	5373.033333
Variance	103.0393747	101.0678161
Observations	30	30
Pearson Correlation	0.887771944	
Hypothesized Mean Differen	0	
df	29	
t Stat	1.121312612	
P(T<=t) one-tail	0.135677199	
t Critical one-tail	1.699127027	
P(T<=t) two-tail	0.271354397	
t Critical two-tail	2.045229642	

รูปที่ 3.30 แสดงผลลัพธ์จากการทดสอบสมมติฐานของการผลิตรุ่น CJCC

โดยผลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานผ่านโปรแกรม Excel พบว่า ค่า P-Value ของการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.271354397 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่ 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่ายอมรับ H_0 ค่าเวลาในการทำงานของระบบงานจริง และค่าเวลาในการทำงานของแบบจำลองไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น สามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนที่ระบบจริงได้

พิสูจน์สมการที่โปรแกรม Excel ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นการนำข้อมูลจากภาคผนวก ข มาใช้ในการหาค่าตัวแปรต่างๆ ได้ดังนี้

จำนวนข้อมูลเวลาที่ได้จากแบบจำลอง (Simulation) n_1 = 30 ข้อมูล

จำนวนข้อมูลเวลาที่ได้จากระบบงานจริง (System) n_2 = 30 ข้อมูล

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ได้จากแบบจำลอง (Simulation) $\bar{x}_1$ = 5374.01 วินาที

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ได้จากระบบงานจริง (System) $\bar{x}_2$ = 5373.03 วินาที

ค่าความแปรปรวนของเวลาที่ได้จากแบบจำลอง (Simulation) s_1^2 = 103.04

ค่าความแปรปรวนของเวลาที่ได้จากระบบงานจริง (System) s_2^2 = 101.07

โดยที่ค่าความแปรปรวนหาได้จากสมการ

$$S_i^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3.2)$$

เนื่องจากค่าความแปร ไม่เท่ากัน $\left(s_1^2 \neq s_2^2\right)$ จึงเลือกใช้สมการในการทดสอบสมมติฐานดังขั้นตอนตอนไปนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานทางสถิติ : $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นที่ 3 กำหนดขอบเขตวิกฤติ

หาค่าองศาเสรี $df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2+1}} - 2$ (3.3)

ค่าองศาเสรี = 59.99 ≈ 60

หาค่าวิกฤตของ t จะได้จากตารางการแจกแจง t (t-distribution) จะได้ $t_{0.05,60} = 2.0003$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติตามสมการ หา t_0 ได้จากสมการ

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_2} + \frac{s_2^2}{n_1}}} \quad (3.4)$$

$t_0 = 0.375714149$

$t_0 \approx 0.38$

ขั้นที่ 5 สรุปตัดสินใจ

จากการคำนวณสามารถสรุปได้ว่า $t_{ตาราง} > t_0$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเวลาในการทำงานของระบบงานจริง และค่าเวลาในการทำงานของแบบจำลองไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นที่ 6 หาค่าความน่าจะเป็น หรือระดับนัยสำคัญต่ำสุดที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (P-value)

$$P - value = 1 - p(t > t_0) \quad (3.5)$$

= 1- p (t > (0.38)) ; เปิดตารางใต้โค้งปกติ p (t > (0.38))

= 1 - 0.64803

= 0.35197

จะสามารถสรุปได้ว่า ค่า P-Value ของการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.35197 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่ 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ยอมรับ H_0 ค่าเวลาในการทำงานของระบบงานจริง และค่าเวลาในการทำงานของแบบจำลองไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น สามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนที่ระบบงานจริงได้

เมื่อผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จากข้อที่ 3.8 ทั้งสองข้อแล้ว จึงนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มาใช้เป็นต้นแบบในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผังต่อไป

3.9 วิเคราะห์ข้อมูล

ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อแตกต่าง ระหว่างโมเดลที่ออกแบบไว้ กับโมเดลต้นแบบ เช่น เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time) เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Total Time) เวลาการรอคอยเฉลี่ยของชิ้นงาน (Waiting Time) จำนวนชิ้นงาน (Number Out) เป็นต้น

3.10 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

การสรุปผลการดำเนินโครงงาน จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะทำการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างโมเดลที่ออกแบบไว้ กับโมเดลต้นแบบว่า โมเดลตัวไหนมีประสิทธิภาพสูงกว่ากัน ซึ่งการวัดประสิทธิภาพของโมเดลนั้น จะวัดจากค่า เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time) เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Total Time) เวลาการรอคอยเฉลี่ยของชิ้นงาน (Waiting Time) จำนวนชิ้นงาน (Number Out) เป็นต้น

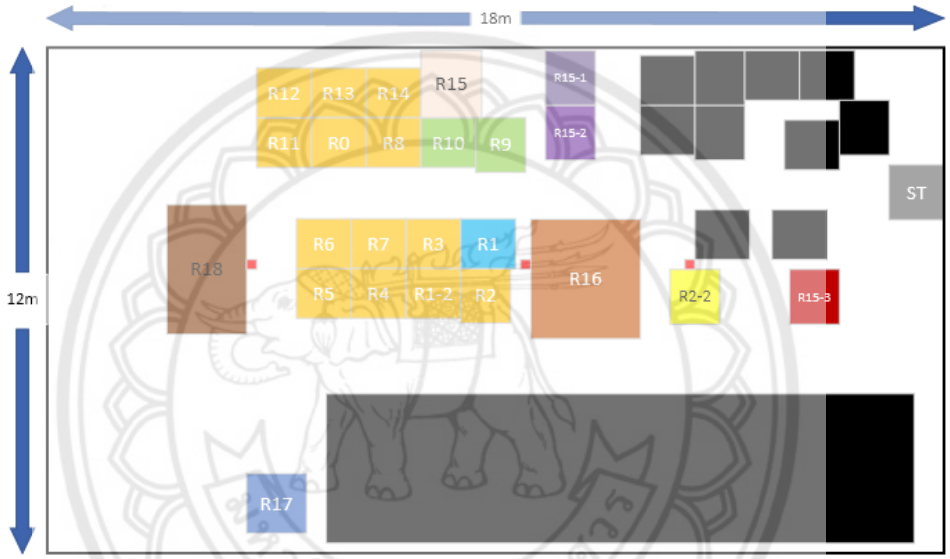
3.11 จัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูล และผลสรุปของข้อมูลมาเรียบเรียง เพื่อจัดทำเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ และการนำเสนอโครงงาน

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 แนวทางการปรับปรุงผัง

จากการเก็บข้อมูลการผลิตรุ่น CJCC ทำให้ทราบถึงพื้นที่ของโรงงาน พื้นที่ของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร ดังรูปที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.1 และทำให้ทราบถึงเส้นทางการไหลก่อนปรับปรุงผัง ทราบถึงระยะทางการขนถ่ายจากแผนภูมิการไหลไป-กลับ (From-to Chart) ได้ ดังตารางที่ 4.2 เป็นต้นไป



รูปที่ 4.1 แผนผังของโรงงาน (ปัจจุบัน)

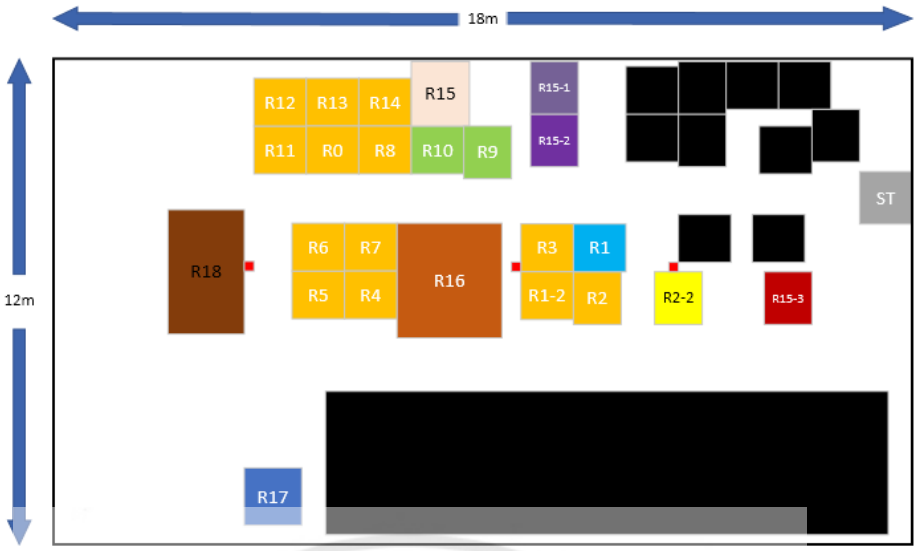
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของแผนผังโรงงาน

ตำแหน่ง	ความหมาย	กว้าง x ยาว (เมตร)	จำนวน
ST	จุดวางชิ้นงาน	1.1 x 1.1	1
R0	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R1	จักรโพ้ง 4 เส้น	1 x 1.1	1
R1-2	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R2	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R2-2	จักรเข็มคู่	1 x 1.1	1
R3	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R4	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) รายละเอียดของแผนผังโรงงาน

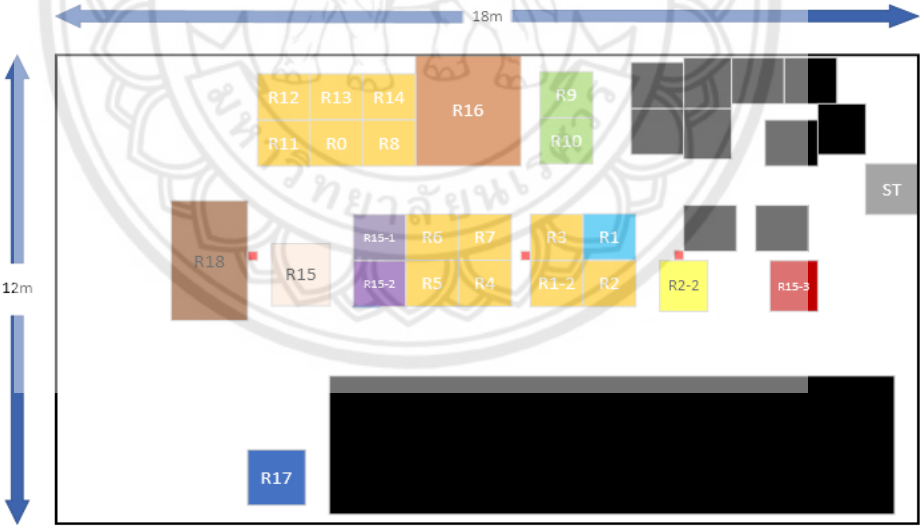
ตำแหน่ง	ความหมาย	กว้าง x ยาว (เมตร)	จำนวน
R5	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R6	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R7	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R8	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R9	จักรโพ้ง 5 เส้น	1 x 1.1	1
R10	จักรโพ้ง 5 เส้น	1 x 1.1	1
R11	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R12	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R13	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R14	จักรเข็มเดี่ยว	1 x 1.1	1
R15	จุดตำแหน่ง	1.22 x 1.35	1
R15-1	จักรแซกรังดุม	1 x 1.1	1
R15-2	จักรติดกระดุม	1 x 1.1	1
R15-3	จักรตัดสายกระดุม	1 x 1.1	1
R16	โต๊ะรีด	2.2 x 2.4	2
R17	ตัดเศษด้าย	1.2 x 1.2	1
R18	ตรวจสอบ	1.6 x 2.6	1

จากนั้นจะศึกษาจำนวนรอบการขนส่งในการทำงาน และระยะทางของการขนส่ง ดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 เป็นต้นไปตามลำดับ เพื่อที่จะนำข้อมูลไปคำนวณหาระยะทางการขนส่ง ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก การนำจำนวนรอบการขนส่งมาคูณกับระยะทางการขนส่ง เพื่อที่จะได้ระยะทางการขนส่งทั้งหมดนั่นเอง โดยสามารถดูการคำนวณระยะทางการขนส่งทั้งหมดได้จากภาคผนวก ค



รูปที่ 4.2 แผนผังแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 1

จากรูปที่ 4.2 ชิ้นงานจากเครื่องจักรสีส้ม จะส่งต่อไปยังตำแหน่ง R16 บ่อยครั้ง เราจึงทำการย้าย R16 ไปในกลุ่มของเครื่องจักรสีส้ม เพื่อลดระยะทางการส่งต่อชิ้นงาน ซึ่งแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 1 ได้ทำการสลับตำแหน่งเพียง 2 จุด เนื่องจากการสลับสถานีงานหลายตำแหน่ง อาจจะทำให้พนักงานเกิดความสับสนได้



รูปที่ 4.3 แผนผังแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 2

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเราทำการย้าย R16 ไว้ในกลุ่มเครื่องจักรสีส้มตามแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 1 แต่ทำการย้ายไว้ด้านบน และทำการย้าย R15,15-1 และ 15-2 มาไว้ด้านหน้าสุด เนื่องจากเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต จึงย้ายไปใกล้กับ R18 คือ ตำแหน่งของ QC แต่ก็ยังคงรูปแบบเดิมไว้ เนื่องจากหากทำการสลับหลายตำแหน่ง ก็จะทำให้พนักงานเกิดความสับสนได้มากขึ้น

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18	R0
Store	-	4	1			2				1	1											3			
R1	4	-		1						1															
R1-2	1		-																	1		4			
R2				-																					
R2-2		1			-																	1			
R3	2					-								1											
R4							-					2													
R5								-		2															
R6								2	-																
R7	1	1					2			-				1											
R8		1									-														
R9	2											-		1											
R10									1				-	1											
R11											1	1		-											1
R12													1		-										
R13	1														1	-									
R14																1	-								
R15																		-							
R15-1																		1	-	1					
R15-2			1																1	-	1				
R15-3																				1	-				
R16	3	4				1			2	1						1						-			
R17																				1			-		
R18																								-	1
R0		1																							-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปัจจุบัน)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18	R0
Store	-	16.96	25.72		16.41	18.96				20.96	5.9	16.46				35.72						5.8			
R1	-									2															
R1-2	-																			14.31					
R2	1																								
R2-2	-																					5.83			
R3	1																					7.8			
R4	-									1															
R5	-								1																
R6	-												6.6									12.32			
R7	2							2														10.32			
R8	-													2											
R9	-						14.57							10.56											
R10	-														14.38										
R11	6					8						10.78	8.78												
R12	-															1									
R13	-																1					24.53			
R14	-																	3.05							
R15	-																	1.95							
R15-1	1.46																								
R15-2	-																		1						
R15-3	18.16																								
R16	-	5.8		5.4		7.8	9.77		12.32	10.32		5.32	7.56		19.8	24.53									
R17	25																						-		
R18	-																							-	
R0	-					11.68																			

ตารางที่ 4.4 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปรับปรุงแบบที่ 1)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18	R0
Store	-	11.9	8.36			13.9																23.8			
R1	-			1		1				11.62												8.26			12.96
R1-2	-																			12.12					
R2	1		-																						
R2-2	-	11.64																				11.03			
R3	-																					6.26			
R4						1																			
R5							1																		
R6								1																	
R7	21.5	11.6					1																		
R8		10.96																							
R9	16.46								7.14																
R10																									
R11											2	10.62													
R12													14.22												
R13	35.72														1							19.6			
R14																1									
R15																									
R15-1																		1.95							
R15-2																		3.05	1.95						
R15-3																			1	18.4					
R16		8.26		7.5		6.26	4.8	7.55	3.3			3.48	2.5												
R17														13.4											
R18																									
R0																									

ตารางที่ 4.5 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJCC (ปรับปรุงแบบที่ 2)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18	R0
Store	-	11.66	20.2			13.9				16.9		18.64			35.72							17.7			
R1	-				11.24					7.27	11.2											8			13.24
R1-2	-																			9.86					
R2	1		-																						
R2-2				-																		17.28			
R3	1					-																5.8			
R4							-			1															
R5								-																	
R6								1	-																
R7	7.27									-															
R8											-														
R9							13.95					-													
R10													-												
R11						13.5				10.6		16.04	14	-											
R12															-										
R13															1	-									
R14																1	-								
R15																		-	1.6						
R15-1																		1.6	-						
R15-2																				-	19.5		10.5		
R15-3						8.95														1	-				
R16	8		14.4			5.8	12.22			3.58	2.78	1.5	1.5		3.2	2.65						-			
R17																							-	9.16	
R18																								-	
R0														1											-

ตารางที่ 4.6 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	2	2	3	1	1																		
R1	2	-		1																				
R1-2	2		-																			2		
R2	3	1		-																				
R2-2	1	1			-																			
R3	1					-																		
R4							-					2										2		
R5								-	2															
R6								2	-													2		
R7	1									-				1								1		
R8		1									-											1		
R9	2				1					1		-		1	1							1		
R10													-	1								1		
R11				1							1	1		-										
R12													1		-							1		
R13	1														1	-						1		
R14																1	-							
R15																		-	1			2		
R15-1																	1	3	-				3	
R15-2																				-				
R15-3																					-			
R16	3		4			1			2	1						1						-		
R17																			3				-	
R18																							3	-

ตารางที่ 4.7 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปัจจุบัน)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	16.96	25.72	23.42	16.41	18.96										35.72						18.8		
R1	16.96	-		1							5.9											7.74		
R1-2	25.72		-																					
R2	23.42	1		-																				
R2-2	16.41				-							15.96												
R3	18.96					-																7.8		
R4							-							16.4										
R5								-	1															
R6	20.96							1	-													12.32		
R7										-	-	6.68										10.32		
R8	5.9							1			-			2										
R9	16.46				15.96							-		10.56										
R10													-		14.38									
R11				16.4								10.78	8.78	-										
R12															-	1								
R13	35.72															-	1					24.53		
R14																	-	3.05						
R15																		1.95						
R15-1																			1.46	-		26.93		
R15-2																				-				
R15-3																					-			
R16			7.77				9.77		12.32	10.32									9.56			-		
R17																							-	9.16
R18																								-

ตารางที่ 4.8 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงแบบที่ 1)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	11.9	8.36	14.07		13.9				21.5		16.46				35.72						23.8		
R1	11.9	-		1	11.64						10.96													
R1-2	8.36		-																			5.76		
R2	14.07	1		-											1									
R2-2		11.64			-							16.1												
R3	13.9					-																6.26		
R4							-																	
R5								-	1															
R6								1	-									7.55						
R7	21.5									-								5.3						
R8		10.96									-		2											
R9	16.46				16.1					6.76		-		10.62										
R10													-	8.79	14.22									
R11		25									2	10.62		-										
R12	35.72												14.22		-	1								
R13															1	-	1					19.6		
R14																1	-	3.05						
R15																	3.05	-	1.95					
R15-1																		1.95	-				26.65	
R15-2																				-				
R15-3																					-			
R16	23.8		5.76						7.55	5.3						19.6						-	-	
R17						6.26													26.65				-	9.16
R18																							9.16	-

ตารางที่ 4.9 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงแบบที่ 2)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	11.66	20.2	13.93	11.24	13.9				16.9		18.64				35.72						17.7		
R1	-			1							11.2													
R1-2	-																					12.3		
R2	1	-																						
R2-2	-										18.22													
R3	-																					5.8		
R4	-								2															
R5	-							1																
R6	1	-																				3.58		
R7	-										7.55											2.78		
R8	-													2										
R9	-													16.04										
R10	-														19.33									
R11	10.6											16.04	14	-										
R12	-														-	1								
R13	-															-	1					2.65		
R14	-																-	18.4						
R15	-																	-	1.6					
R15-1	1.6	-																	-				16.45	
R15-2	-																			-				
R15-3	-																				-			
R16	9.36		12.3				12.22		3.58	2.78					3.2	2.65						-		
R17	-												1.5										-	9.16
R18	-																							-

ตารางที่ 4.10 แผนภูมิการไหลไป-กลับต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	5	2			1				1		2				1						4		
R1	5	-		4							1													
R1-2	2		-											4										
R2		4		-	1	1																		
R2-2				1	-							1		1										
R3		1				-																		
R4							-					2												
R5								-	2															
R6								2	-															
R7	1									-														
R8		1									-													
R9	2			1	1							-												
R10													-	1										
R11				1							1	1		-										
R12													1		-							1		
R13	1														1	-								
R14																1	-							
R15																		-	1			2		
R15-1									2	1							1	3	-					
R15-2																				-				
R15-3																1					-			
R16	4		4						2	1									3			-		
R17																							-	3
R18																								-

ตารางที่ 4.11 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปัจจุบัน)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	16.69	25.72			1																		
R1	16.69	-	-	1		1					5.9													
R1-2	25.72		-																			7.74		
R2		1		-		2																		
R2-2				10.76	-																			
R3		1				-						8.02										8.1		
R4							-					14.57										9.77		
R5								-	1															
R6							2	1	-													12.32		
R7	20.96									-												10.32		
R8		5.9			15.96						-			2										
R9	16.46			5.94								-		10.56										
R10													-	8.78										
R11				16.4										-										
R12													14.38		-							19.8		
R13	35.72														1	-						24.53		
R14																1	-							
R15																	3.05	-	1.46			9.56		
R15-1																		1.95	-				26.93	
R15-2																				-				
R15-3																					-			
R16			7.77																			-		
R17																							-	9.16
R18																								-

ตารางที่ 4.12 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปรับปรุงแบบที่ 1)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	11.9	8.36																					
R1		-		1		1																		
R1-2			-																					
R2		1		-		2																		
R2-2				5.55	-																			
R3		1				-								13.35										
R4							-					15.16										4.8		
R5								-	1															
R6							2	1	-													7.55		
R7	21.5									-												5.3		
R8		10.96									-													
R9	16.46			16.26	16.1							-		10.62										
R10				25									-	8.79								2.5		
R11											2	10.62		-								15.9		
R12	35.72												14.22		-							19.6		
R13															1	-								
R14																1	-							
R15																	3.05	-	1.95			10.6		
R15-1																		1.95	-				26.65	
R15-2																				-				
R15-3																					-			
R16	23.8		5.76						7.55	5.3						19.6						-		
R17																			26.65				-	9.16
R18																								-

ตารางที่ 4.13 แผนภูมิการไหลไป-กลับระยะทางต่อ 1 ชิ้น ของรุ่น CJWD (ปรับปรุงแบบที่ 2)

From-To	Store	R1	R1-2	R2	R2-2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R15-1	R15-2	R15-3	R16	R17	R18
Store	-	11.66	20.2			1																		
R1	-	-		1																				
R1-2	-		-																					
R2	-	1		-	5.2																			
R2-2	-			5.2	-																			
R3	-	1				-								13.51								5.8		
R4	-						-					13.95										12.22		
R5	-							-	1															
R6	-						2	1	-													3.58		
R7	-	16.9								-														
R8	-		11.2								-			2										
R9	-	18.64		19.44	18.22							-		16.04								2.78		
R10	-												-	14										
R11	-			24.8								16.04		-										
R12	-												19.33		-									
R13	-	35.72													1	-						2.65		
R14	-															1	-							
R15	-																18.4	-	1.6					
R15-1	-																	1.6	-				16.45	
R15-2	-																			-				
R15-3	-																				-			
R16	-	17.7		12.3					3.58							2.65		9.36				-		
R17	-																						-	9.16
R18	-																							-

ตารางที่ 4.14 แสดงระยะทางหลังปรับปรุงเทียบกับก่อนปรับปรุงทั้งหมด

รุ่น / แผนผัง	CJCC (เมตร)	CJ1T (เมตร)	CJWD (เมตร)
ก่อนปรับปรุง	744.53	833.5	804.22
ปรับปรุง 1	698.13	709.38	726.32
ปรับปรุง 2	676.44	707.6	716.57
ระยะทางที่ลดลงจากปรับปรุง 1	46.4 (6.23 %)	124.12 (14.89 %)	77.9 (9.68 %)
ระยะทางที่ลดลงจากปรับปรุง 2	68.09 (9.15 %)	125.9 (15.1 %)	87.65 (10.89 %)

ตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบของระยะทางก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงของทั้ง 3 รุ่นว่า มีการลดลงจากเดิมมากน้อยเพียงใด ซึ่งจากการปรับปรุงพบว่า การปรับปรุงแบบที่ 1 ทำให้ระยะทางของรุ่น CJCC, CJ1T และ CJWD ลดลงไป 46.4, 124.12, 77.9 เมตร ตามลำดับ และการปรับปรุงแบบที่ 2 ทำให้ระยะทางของรุ่น CJCC, CJ1T และ CJWD ลดลงไป 68.09, 125.9 และ 87.65 เมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการปรับปรุงแบบที่ 2 นั้น สามารถลดระยะทางการขนส่งได้มากกว่าแบบที่ 1 ดังนั้นจึงเลือกแนวทางการปรับปรุงแบบที่ 2 เพื่อที่จะทำการสร้างโมเดลที่ทำการปรับปรุงตามแบบที่ 2 นั่นเอง

4.2 แบบจำลองต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตรุ่น CJCC และรวมถึงการเก็บข้อมูลเวลาของกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และได้นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างแบบจำลอง ที่สามารถจำลองลักษณะการทำงานจริงของการผลิตรุ่น CJCC ได้ เพื่อเป็นต้นแบบในการหาแนวทางการปรับปรุงผังของโรงงาน โดยรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ได้แสดง ดังหัวข้อ 4.1 แนวทางการปรับปรุงผัง ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

โดยผลที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองต้นแบบเป็นเวลา 6 วัน แสดงดังรูปที่ 3.28 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out) และ รูปที่ 3.29 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time) ต่อ 1 ชิ้น สามารถสรุปได้ดังในตารางที่ 4.15 แสดงผลการประมวลผลของแบบจำลองต้นแบบรุ่น CJCC

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการประมวลผลของแบบจำลองต้นแบบรุ่น CJCC

จำนวนชิ้นงานที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out)	200	ชิ้น
เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time)	5,374.01	วินาที
เวลารอคอยรวมเฉลี่ยที่ชิ้นงานรอในระบบ (Wait Time)	742,543.27	วินาที
เวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ชิ้นงานใช้ในระบบ (Total Time)	129,972.39	วินาที

จากแบบจำลองที่ได้ เมื่อได้ทำการประมวลผลการทำงานที่ 6 วันแล้ว จะได้จำนวนชิ้นงานที่ได้จากแบบจำลอง (Number Out) เฉลี่ย 200 ชิ้น โดยมีเวลารอคอยเฉลี่ย เท่ากับ 742,543.27 วินาที และเวลารวมเฉลี่ยที่ใช้ในระบบ เท่ากับ 129,972.39 วินาที ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ ที่เท่ากับ 5,374.01 วินาทีต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงผังตามแนวทางที่ออกแบบไว้

4.3 การสร้างแบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุง

นำแนวทางการปรับปรุงที่ได้จาก ข้อที่ 4.1 แนวทางการปรับปรุงผัง มาสร้างแบบจำลองทำการปรับปรุง ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยการปรับ ค่าเฉพาะ (Expression) ในแต่ละ Process ที่ทำการปรับปรุง เพื่อให้แบบจำลองประมวลผลตามที่เราปรับปรุง เพื่อเป็นการทดสอบว่า แนวทางการปรับปรุงที่เราได้ออกแบบไว้นั้น ตรงตามการคำนวณไว้ หรือมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด

4.3.1 การสร้างแบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุงที่ 1

รูปที่ 4.4 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ย (Number Out) ของการปรับปรุงแนวทางที่ 1

15:21:44 **Category by Replication** พฤษภาคม 17, 201

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 149,525.45 Time Units: Seconds

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity A	5,187.15	(Insufficient)	5,015.95	5,423.19
NVA Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	740,345.56	(Insufficient)	662,366.12	817,640.89
Transfer Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	129,617.78	(Insufficient)	109,381.22	149,525.45

รูปที่ 4.5 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของการปรับปรุงตามแนวทางที่ 1

4.3.2 การสร้างแบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุงที่ 2

15:19:59 **Category Overview** พฤษภาคม 17, 201

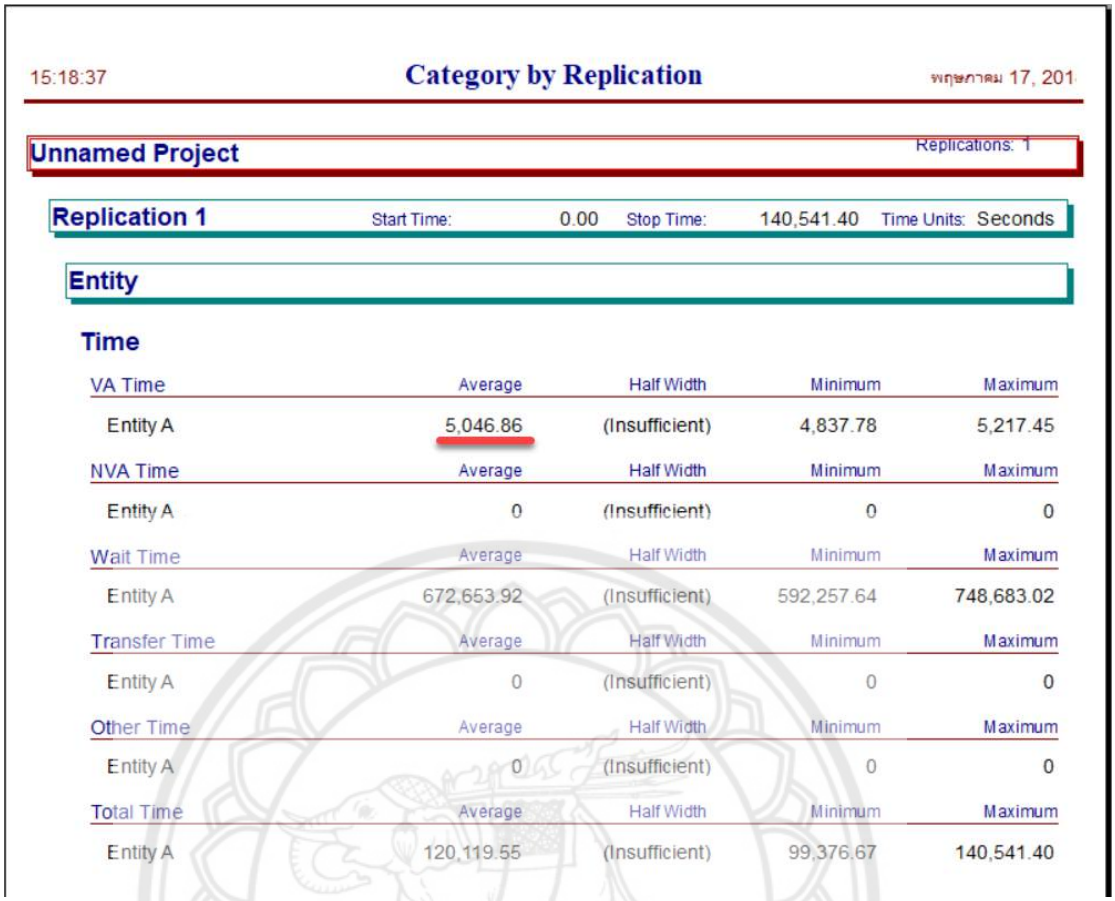
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Seconds

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	200

รูปที่ 4.6 แสดงจำนวนชิ้นงานเฉลี่ย (Number Out) ของการปรับปรุงแนวทางที่ 2



15:18:37 **Category by Replication** พฤษภาคม 17, 201

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 140,541.40 Time Units: Seconds

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity A	5,046.86	(Insufficient)	4,837.78	5,217.45
NVA Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	672,653.92	(Insufficient)	592,257.64	748,683.02
Transfer Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	**Average**	**Half Width**	**Minimum**	**Maximum**
Entity A	120,119.55	(Insufficient)	99,376.67	140,541.40

รูปที่ 4.7 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบของการปรับปรุงตามแนวทางที่ 2

4.4 ผลการทดลอง

จากการประมวลผลของแบบจำลองที่ได้จากข้อ 4.1 การสร้างแบบจำลองจากแนวทำการปรับปรุงผังที่ 1 และ 2 เพื่อลดเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ และเพื่อหาแนวทางการเพิ่มผลผลิต (Number Out) ด้วยนั้น จะสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.16 ตารางสรุปผลการประมวลผลจากแบบจำลองที่ทำการปรับปรุง

ตารางที่ 4.16 ตารางสรุปผลการประมวลผลจากแบบจำลองที่ทำการปรับปรุง

แบบจำลอง	ต้นแบบ	แนวทางปรับปรุงที่ 1	แนวทางปรับปรุงที่ 2
เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time) (วินาที)	5,374.01	5,187.15	5,046.86
จำนวนชิ้นงานที่ได้ (Number Out) (ชิ้น)	200	200	200

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า แบบจำลองต้นแบบ ก่อนที่จะทำการปรับปรุงนั้น จะมีเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบค่อนข้างมาก ทำให้จำนวนชิ้นงานที่ได้ (Number Out) น้อยตามไปด้วย และเมื่อหาแนวทางในการปรับปรุง โดยการปรับปรุงผัง ทำให้เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบลดลงได้จริง ซึ่งผลการทดลองนี้สามารถคิดเป็นร้อยละเพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ลดลงได้ดังนี้

4.5.1 แนวทางการปรับปรุงที่ 1 สามารถหาร้อยละเพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ลดลง ได้ดังนี้

คิดร้อยละของเวลาที่ลดลงจากแบบจำลองต้นแบบ = (1- (5187.15/ 5374.01)) ×100

= ร้อยละ 3.47 ที่ลดลง

คิดร้อยละของจำนวนชิ้นงานที่ได้ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองต้นแบบ

= ((200-200)/200) ×100

= ร้อยละ 0 ที่เพิ่มขึ้น

4.5.2 แนวทางการปรับปรุงที่ 2 สามารถหาร้อยละเพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ลดลง ได้ดังนี้

คิดร้อยละของเวลาที่ลดลงจากแบบจำลองต้นแบบ = (1- (5046.86/ 5374.01)) ×100

= ร้อยละ 6.09 ที่ลดลง

คิดร้อยละของจำนวนชิ้นงานที่ได้ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองต้นแบบ

= ((200-200)/200) ×100

= ร้อยละ 0 ที่เพิ่มขึ้น

จากการการวิเคราะห์ผลการทดลองจะเห็นได้ว่า แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานของแต่ละแนวทางการปรับปรุง จะมีร้อยละการเพิ่มหรือลดของเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะมีจำนวนชิ้นงานที่ได้เท่าเดิม (Number Out) เนื่องจากเป็นการผลิตแบบ Make to Order แต่เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบจะมีค่าลดลง ซึ่งแนวทางที่ปรับปรุงนั้นมีการใช้แผนภูมิการไหลไป-กลับ (From to Chart) เป็นหลักในการจัดหาแนวทางการปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 แบบจำลองสามารถจำลองขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้สอดคล้องกับระบบงานจริงตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น สังเกตได้จากผลของเวลาในกระบวนการที่สอดคล้องกับระบบการผลิตจริง รวมถึงจำนวนชิ้นงานที่ออกจากระบบ

5.1.2 แบบจำลองสามารถแสดงผลของกระบวนการทำงานเชิงสถิติได้สอดคล้องกับระบบงานจริง

5.1.3 แบบจำลองสามารถหาแนวทางการปรับปรุงผังของกระบวนการผลิต และนำมาแสดงผลเชิงสถิติ เพื่อแสดงเวลาที่ลดลงได้

ตารางที่ 5.1 แสดงการสรุปผลการทดลอง

แบบจำลอง	ต้นแบบ	แนวทางปรับปรุงที่ 1	แนวทางปรับปรุงที่ 2
เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานได้รับการทำงานในระบบ (VA Time) (วินาที)	5,374.01	5,187.15	5,046.86
จำนวนชิ้นงานที่ได้ (Number Out) (ชิ้น)	200	200	200
ร้อยละของจำนวนชิ้นงานที่เพิ่มขึ้น	-	0	0
ร้อยละเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบลดลง	-	3.47	6.09

5.2 ข้อดี และข้อเสียของโครงงาน

5.2.1 ข้อดี

5.2.1.1 สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และแบบจำลองที่ได้จากแนวทางการปรับปรุง เพื่อเป็นการประกอบการตัดสินใจว่า ถ้าจะมีการปรับปรุงผัง ควรจะปรับปรุงผังในแนวทางไหน เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

5.2.1.2 สามารถที่ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้นแบบแนวทางการปรับปรุงผัง ซึ่งสามารถทำการจำลองการปรับปรุงตามที่ต้องการในต้นแบบได้เลย เพื่อจำลองการทำงานของระบบงานจริง ก่อนที่จะนำไปปรับปรุงกับระบบงานจริง

5.2.2 ข้อเสีย

5.2.2.1 เนื่องจากตัวซอฟท์แวร์ที่ใช้ยังเป็นซอฟท์แวร์ที่มีข้อกำหนดในการใช้งาน เพราะเป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับการศึกษาทดลอง (Student version) จึงไม่เหมาะกับการใช้ในระบบงานจริงที่มีกระบวนการผลิตที่มีขนาดใหญ่ที่มี Entity รอคอยในแถวคอยของแต่ละ Module ที่สร้างขึ้นเกิน 150 ชิ้น จะทำให้ซอฟท์แวร์ไม่สามารถประมวลผลได้ (Error)

5.2.2.2 ค่าที่โปรแกรมทำการประมวลผลออกมาสามารถใช้ได้กับระบบงานนั้น แต่ไม่สามารถใช้กับระบบงานอื่นได้เนื้องจากระบบงาน มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถใช้แทนกันได้นั่นเอง

5.2.2.3 ข้อมูลเวลาที่ได้เก็บรวบรวมมา เพื่อมาใช้ในการสร้างแบบจำลองนั้น หากเก็บเฉพาะในส่วนช่วงเวลาที่ทำงานนั้น และไม่ได้เก็บเวลารอคอยของชิ้นงานมาด้วย จะทำให้ไม่สามารถอธิบายได้ว่า เวลารวมทั้งหมดที่ชิ้นงานนั้นอยู่ในระบบนั้นใช้เวลาเท่าไหร่ แบบจำลองที่ทำถูกต้องหรือไม่

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5.3.1 การทำงานต่างๆ ที่ต้องใช้เวลาในการทำย่อมมีข้อบกพร่องด้วยกันทั้งสิ้น และเนื่องจากแบบจำลองนี้เป็นการจำลองสายการผลิตสายการผลิตเดียว ซึ่งในสายการผลิตนี้ในช่วงเวลาอื่นก็จะต้องมีผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นทำด้วย และขั้นตอนการทำงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้ต้องใช้เวลาที่เพียงพอในการศึกษา ดังนั้น ผู้ที่สนใจในโครงงานนี้ควรคำนึงถึงรายละเอียดเหล่านี้ด้วย

5.3.2 ในการเก็บข้อมูลนั้นมีขั้นตอนในการจับเวลาซึ่งอาจทำให้ข้อมูลเวลาที่เก็บได้มีความคลาดเคลื่อนไปบ้างเนื่องจากชุดข้อมูลเวลามีความหลากหลายไม่คงที่ และแปรผันได้ เช่น ในช่วงที่ชิ้นงานเข้าอาจมีการตรวจเช็คการชำรุดของชิ้นงานบ้างเล็กน้อย หรือบางช่วงเวลามีการติดขัดของชิ้นงาน ซึ่งอาจจะส่งต่อชุดข้อมูลเวลาที่ได้ หรือแม้กระทั่งความเหนื่อยล้าของพนักงาน ระหว่างการทำงานช่วงเช้า กับการทำงานช่วงบ่ายซึ่งความเร็วในการทำงานก็อาจจะแตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการคำนึงถึงค่าเผื่อของความเมื่อยล้าด้วย

5.3.3 ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น ควรที่จะทำการพิจารณา เวลาที่ชิ้นงานทำงานในระบบ และเวลาของแถวคอยเพิ่มเข้าไปด้วย เนื่องจากการพิจารณาแถวคอย จะทำให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.4.1 ในอนาคตอัตราการผลิตอาจเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นในการสร้างโมเดล จำนวน Entity อาจมีจำนวนมากขึ้นจึงจำเป็นที่ต้องใช้ซอฟท์แวร์ที่ไม่มีข้อจำกัดในการทำงาน เพื่อให้ได้โมเดลที่สมบูรณ์

5.4.2 โมเดลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนงานงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้ เช่น อุตสาหกรรมการขนส่ง อุตสาหกรรมการให้บริการ เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2560). **แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)**. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, **คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena (ฉบับปรับปรุง)**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553

วันชัย ริจิรวนิช. (2539). **การศึกษาการทำงาน (หลักการและกรณีศึกษา).** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ ชัยมูล. (2558). **ผังงาน (Flowchart Diagram)**. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2560, จาก http://www.thaiall.com/flowchart/indexo.html.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, **การจำลองแบบปัญหา (Simulation)**, กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

ศิษฎา สิมารักษ์. (2559). **การศึกษาการปฏิบัติงานทางอุตสาหกรรม.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

C. Dennis Pegden, Robert E. Shannon, Randall P. Introduction to simulation using SIMAN/SadowskiSingapore : McGraw-Hill, 1991, c1990

Jerry Banks, John S. Carson, Berry L. Nelson Discrete-event system simulation/Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall, c1996

Walter A. Shewhart. Economic Control of Quality of Manufactured Product/50th Anniversary Commemorative Issue. Milwaukee : American Society for Quality. Originally published. New York : Van Nostrand, 1980.

J L Riggs, Wiley. (1987). **การวิเคราะห์ความสัมพันธ์.** สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2561, จาก https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/fromto-chart/

Subodh&Kuber. (2014). **การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ.** สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2561, จาก www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/1903/1134

นาง ประคอง สาธรรม, (2556). **การทดสอบสมมติฐานสถิติทดสอบ (T - test).** สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2561, จาก https://www.gotoknow.org/posts/399528

ภาคผนวก ก
วิธีการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า
(Input Analyzer)

ภาคผนวก ก
วิธีการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า (Input Analyzer)

เนื่องจากเวลาที่ได้เป็นข้อมูลจำนวนมากและมีการกระจายตัวของข้อมูลแตกต่างกันไปนั้น เรียกว่าข้อมูลดิบ ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงในโมเดลนั้นจะต้องมีการแปลงข้อมูลดิบทั้งหมดที่ได้มาให้มีการกระจายตัวแบบเฉลี่ย ดังนั้น จึงต้องใช้ตัวช่วยวิเคราะห์ซึ่งในโปรแกรม Arena นี้เรียกว่าการวิเคราะห์ข้อมูลป้อนเข้า (Input Analyzer)

ตารางที่ ก.1 ตารางแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเวลาของการทำงาน

แบบฟอร์มตารางการเก็บข้อมูล

PROCESS NAME : ขั้นตอนการผลิตรุ่น CJCC LOCATION :

DATA : TIME :

UNIT : SECOND ROUND :

NO.	TIME(s.)	NO.	TIME(s.)	NO.	TIME(s.)	NO.	TIME(s.)
1		11		21			
2		12		22			
3		13		23			
4		14		24			
5		15		25			
6		16		26			
7		17		27			
8		18		28			
9		19		29			
10		20		30			

ตารางที่ ก.2 กระบวนการต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา)			
1	เย็บสายกระดุมสาบหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
2	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
3	เย็บประกบสาบติดกุ๊นหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
4	คิ้วสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
5	เย็บติดกระเป๋าบนหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
6	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
7	คิ้วไหล่	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
8	โพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
9	เย็บเข้าปก ติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
10	คิ้วรอบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
11	เย็บพับชายเสื้อ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
12	แซกรังดุมหน้าซ้าย 10รู	จักรแซกรังดุม	MC6
13	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	MC5
14	แซกรังดุมหน้าขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	MC6
15	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	MC7
16	ตัดเศษด้าย	ตัดเศษด้าย	MC10
17	ทำการตรวจสอบชิ้นงาน	ตรวจสอบ	QC
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นสายกระดุม)			
18	เย็บคิ้วรอบ	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
19	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	MC7
20	ตัดสายกระดุม	จักรตัดสายกระดุม	MC9
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นกระเป๋า)			
21	เย็บติดปากกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
22	รีดกระเป๋า	โต๊ะรีด	MC8
23	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อกระเป๋า	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
24	รีดบล็อค	โต๊ะรีด	MC8

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) กระบวนการต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
25	เจียน	โต๊ะรีด	MC8
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหลัง)			
26	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อหลัง / ข้าง	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
27	รีด	โต๊ะรีด	MC8
28	เย็บต่อหลัง 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
29	โพ้งกันลุ่ยหลัง	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
30	เย็บคิ้วคู่ชิ้นหลัง	จักรเข็มคู่	MC2
31	รีดต่อหลัง	โต๊ะรีด	MC8
ขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นปก)			
32	รีดเคมีติดกับชิ้นปก	โต๊ะรีด	MC8
33	เย็บเส้นฐานปกล่าง	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
34	เย็บประกบปก	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
35	เจียน	โต๊ะรีด	MC8
36	กลับ	โต๊ะรีด	MC8
37	รีด	โต๊ะรีด	MC8
38	ลงชอล์ค	โต๊ะรีด	MC8
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นแขน)			
39	โพ้งตะเข็บใต้แขน ซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 5 เส้น	MC4
40	รีดสาบชิ้นต่อแขน	โต๊ะรีด	MC8
41	เย็บประกบสาบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
42	เย็บคิ้วรอบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
43	เย็บเส้นคิ้วหลังแขน 2 เส้น ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
44	เย็บวนรอบวงแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
45	รีดแขน	โต๊ะรีด	MC8
46	เย็บติดธนูแขนซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
ลำดับขั้นตอนการผลิตของรุ่น CJCC (ชิ้นธนู)			
47	เย็บพับปากธนูแขน	จักรเข็มเดี่ยว	MC1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) กระบวนการต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
48	โพ้งกันลุ่ยปากธนู	จักรโพ้ง 4 เส้น	MC3
49	คิ้วปากธนู	จักรเข็มเดี่ยว	MC1
50	รีดธนู	โต๊ะรีด	MC8
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหน้า ซ้าย-ขวา)			
51	เย็บสายกระดุมสาบหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
52	โพ้งกันลุ่ยสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรโพ้ง 4 เส้น	-
53	เย็บประกบสาบติดกุ๊นหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
54	คิ้วสาบหน้าซ้าย – ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
55	เย็บติดกระเป๋าบนหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
56	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	-
57	คิ้วไหล่	จักรเข็มเดี่ยว	-
58	โพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	-
59	เย็บเข้าปก ติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
60	คิ้วรอบปก	จักรเข็มเดี่ยว	-
61	เย็บพับชายเสื้อ	จักรเข็มเดี่ยว	-
62	แซกรังดุมหน้าซ้าย 10รู	จักรแซกรังดุม	-
63	จุดตำแหน่งแซกรัง	จุดตำแหน่ง	-
64	แซกรังดุมหน้าขวา 10 รู	จักรแซกรังดุม	-
65	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	-
66	ตัดเศษด้าย	ตัดเศษด้าย	-
67	ทำการตรวจสอบชิ้นงาน	ตรวจสอบ	-
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (ชิ้นสายกระดุม)			
68	เย็บคิ้วรอบ	จักรเข็มเดี่ยว	-
69	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม	-
70	ตัดสายกระดุม	จักรตัดสายกระดุม	-
71	ไปเย็บติดสาบซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) กระบวนการต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (ชิ้นกระเป๋า)			
72	เย็บติดปากกระเป๋า	จักรเข็มเดี่ยว	-
73	รีดกระเป๋า	โต๊ะรีด	-
74	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อกระเป๋า	จักรโพ้ง 4 เส้น	-
75	รีดบล็อค	โต๊ะรีด	-
76	เจียน	โต๊ะรีด	-
77	ไปเย็บติดกระเป๋าหน้าซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (เสื้อชิ้นหลัง)			
78	โพ้งกันลุ่ยชิ้นต่อหลัง / ข้าง	จักรโพ้ง 4 เส้น	-
79	รีด	โต๊ะรีด	-
80	เย็บต่อหลัง 2 ข้าง	จักรเข็มเดี่ยว	-
81	โพ้งกันลุ่ยหลัง	จักรโพ้ง 4 เส้น	-
82	เย็บคิ้วคู่ชิ้นหลัง	จักรเข็มคู่	-
83	รีดต่อหลัง	โต๊ะรีด	-
84	ไปโพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง 5 เส้น	-
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (ชิ้นปก)			
85	รีดเคมีติดกับชิ้นปก	โต๊ะรีด	-
86	เย็บเส้นฐานปกล่าง	จักรเข็มเดี่ยว	-
87	เย็บประกบปก	จักรเข็มเดี่ยว	-
88	เจียน กลับ รีด ลงซอล์ค	โต๊ะรีด	-
89	ไปเย็บเข้าปกติดป้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (ชิ้นแขน)			
90	โพ้งตะเข็บใต้แขน ซ้าย-ขวา	จักรโพ้ง 5 เส้น	-
91	รีดสาบชิ้นต่อแขน	โต๊ะรีด	-

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) กระบวนการต่างๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

ลำดับ	กิจกรรม	สถานีงาน	เครื่องจักร
92	เย็บประกบสาบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
93	เย็บคิ้วรอบปลายแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
94	เย็บเส้นคิ้วหลังแขน 2 เส้น ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
95	เย็บวนรอบวงแขน ซ้าย-ขวา	จักรเข็มเดี่ยว	-
96	รีดแขน	โต๊ะรีด	-
97	เย็บติดธนูแขนซ้าย	จักรเข็มเดี่ยว	-
98	ไปโพ้งเข้าแขน โพ้งเข้าข้าง	จักรโพ้ง 5 เส้น	-
ลำดับขั้นตอนการมาถึงของรุ่น CJCC (ชิ้นธนู)			
99	เย็บพับปากธนูแขน	จักรเข็มเดี่ยว	-
100	โพ้งกันลุ่ยปากธนู	จักรโพ้ง 4 เส้น	-
101	คิ้วปากธนู	จักรเข็มเดี่ยว	-
102	รีดธนู	โต๊ะรีด	-
103	ไปเย็บติดธนูแขน	จักรเข็มเดี่ยว	-

ตารางที่ ก.7 ตารางข้อมูลดิบ (หน่วย : วินาที)

	Process																
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	8	14	525	258	43	97	43	133	80	97	221	45	33	52	53	79	89
2	11	14	539	311	35	77	54	136	99	124	234	43	41	63	50	82	92
3	10	21	523	291	35	86	65	152	100	96	248	64	43	49	51	94	92
4	9	14	526	293	36	90	52	130	80	101	220	45	37	56	56	83	99
5	11	12	530	286	38	93	40	140	89	105	235	47	35	56	61	88	90
6	8	11	525	266	43	78	40	146	86	107	230	63	48	50	58	80	100
7	9	10	527	271	40	85	50	141	95	98	222	45	40	62	50	85	95
8	10	11	526	288	45	79	49	137	90	115	241	52	45	60	52	92	90
9	10	12	527	305	33	83	45	135	94	120	245	46	35	53	50	81	93
10	9	11	529	249	35	85	63	150	79	113	218	43	37	55	53	82	97
11	8	16	524	290	37	93	60	137	83	109	233	60	37	59	59	90	94
12	9	11	538	322	38	95	51	146	89	100	229	58	40	57	60	84	92
13	10	11	534	278	32	88	42	143	97	99	225	55	47	58	57	80	95
14	8	13	526	272	35	78	45	139	102	95	229	49	39	50	55	79	96
15	12	12	524	259	40	80	48	151	90	99	239	47	38	52	54	87	99
16	11	13	536	280	41	85	47	140	99	102	233	61	43	54	60	91	102
17	10	12	527	265	35	99	50	139	82	99	235	63	46	48	62	85	93
18	10	14	535	299	37	90	52	146	87	104	220	58	34	50	55	84	88
19	11	11	531	253	43	95	64	148	92	105	226	47	43	52	52	80	90
20	9	13	523	265	42	100	51	137	94	118	223	50	48	55	50	89	89
21	11	12	526	279	37	98	39	148	91	126	247	54	40	59	51	87	92
22	12	12	524	295	36	82	44	141	97	121	250	56	38	57	57	80	91
23	10	15	523	291	33	79	42	135	97	100	228	62	41	49	54	85	95
24	12	13	527	260	38	93	48	144	82	95	217	45	42	53	60	79	97
25	9	14	524	269	37	90	61	149	97	99	235	57	35	52	57	94	99
26	8	14	528	284	40	97	46	151	102	105	230	46	37	58	55	92	94
27	10	13	533	255	39	91	49	134	81	109	236	44	43	57	59	83	96
28	8	14	527	271	37	80	53	137	84	115	229	52	48	48	52	81	90
29	9	10	524	273	33	87	51	149	93	113	237	56	39	55	54	91	101
30	11	11	532	291	42	90	45	136	90	118	240	48	36	54	50	81	95
avg	9.767	12.8	528.1	279	37.83	88.1	49.63	141.7	90.7	106.9	231.8	52.03	40.27	54.43	54.9	84.93	94.17

	Process																
No	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	22	5	3	12	14	6	26	14	27	10	133	27	63	10	20	23	29
2	25	6	4	9	10	7	30	15	29	9	119	29	77	9	17	31	27
3	20	5	3	13	11	7	29	14	27	9	134	26	73	9	22	23	27
4	20	5	3	12	12	6	31	13	28	11	126	27	70	11	24	20	30
5	24	4	3	12	14	6	30	15	29	8	122	29	66	8	19	25	26
6	28	4	3	11	13	6	32	12	26	12	130	28	7	12	21	26	28
7	21	4	4	10	10	7	25	12	31	10	115	28	65	10	20	30	27
8	22	6	3	11	10	6	27	13	41	9	117	30	61	9	18	29	27
9	23	7	3	10	12	8	26	15	40	9	125	25	63	9	22	27	26
10	20	6	4	13	11	8	29	14	28	8	126	26	75	8	21	24	30
11	24	4	5	10	14	8	31	14	29	7	130	28	80	7	23	20	31
12	27	4	5	11	13	7	30	15	29	7	132	27	71	7	18	21	27
13	25	5	4	9	13	7	30	13	30	12	133	29	65	12	18	27	26
14	26	8	3	9	13	6	29	13	37	13	123	30	75	13	20	25	29
15	21	6	3	12	10	7	26	14	39	11	125	27	65	11	21	24	28
16	20	6	5	13	11	6	27	15	40	11	120	30	62	11	23	21	28
17	24	8	4	11	11	6	28	16	42	10	133	30	71	10	20	32	27
18	25	7	4	11	12	6	25	12	28	12	131	29	69	12	22	30	31
19	28	5	5	10	12	7	26	12	29	13	134	27	66	13	19	24	26
20	20	6	5	12	14	8	27	13	31	12	140	28	77	12	18	26	25
21	22	4	4	13	13	8	30	15	33	9	118	28	73	9	17	29	28
22	22	5	4	9	13	5	32	16	35	9	118	26	75	9	23	30	27
23	26	5	3	8	14	5	31	14	30	10	123	27	65	10	20	31	27
24	23	7	3	10	10	6	31	14	28	11	116	27	67	11	22	28	29
25	22	8	3	11	10	5	30	13	26	12	125	28	70	12	20	27	27
26	26	6	4	13	11	7	26	13	28	12	121	30	74	12	24	27	30
27	21	5	4	12	13	6	28	15	37	11	132	31	72	11	21	22	29
28	22	5	4	10	10	8	30	12	39	9	115	28	62	9	21	28	26
29	23	4	3	12	12	6	29	16	30	10	132	32	76	10	19	24	25
30	20	5	5	11	13	7	31	15	35	9	122	25	63	9	20	30	28
avg	23.07	5.5	3.767	11	11.97	6.6	28.73	13.9	32.03	10.17	125.7	28.07	67.27	10.17	20.43	26.13	27.7

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ตารางข้อมูลดิบ (หน่วย : วินาที)

	Process																
No	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
1	18	5	10	3	25	18	70	35	88	32	10	70	16	4	11	43	26
2	22	7	13	5	18	24	77	40	180	40	13	97	16	3	15	41	24
3	17	8	15	5	14	26	62	39	81	43	16	100	16	4	10	42	23
4	23	6	14	4	16	25	60	33	95	48	17	84	18	5	10	44	22
5	17	6	15	6	18	18	65	35	90	34	17	80	15	4	8	41	21
6	18	5	10	6	15	24	78	39	87	40	15	75	16	4	13	44	25
7	20	7	11	5	17	17	71	42	85	50	14	95	14	4	11	41	25
8	19	7	13	3	24	19	69	41	96	43	19	99	13	4	12	42	28
9	21	7	13	4	20	19	66	33	101	35	19	69	12	5	8	43	22
10	24	8	15	5	22	20	72	34	100	49	19	77	14	3	8	42	21
11	22	6	12	5	24	23	73	33	90	42	18	98	16	5	8	41	23
12	22	9	11	4	17	21	70	38	92	40	11	82	14	4	12	41	25
13	19	8	16	6	15	18	65	39	92	35	18	83	16	4	9	42	27
14	17	8	15	6	15	17	68	42	97	42	17	79	15	5	10	42	21
15	20	7	13	7	19	20	75	33	86	43	14	87	13	4	12	44	27
16	21	5	15	4	14	20	72	35	89	49	20	69	14	5	13	41	24
17	22	6	13	5	17	21	70	32	120	52	10	71	13	3	9	43	24
18	17	6	10	5	22	24	68	37	102	41	9	98	17	4	13	42	22
19	23	7	12	6	23	25	77	41	82	45	9	102	18	4	10	42	26
20	18	6	16	5	22	19	63	35	96	47	16	105	16	3	11	41	23
21	24	9	14	7	26	17	69	36	86	51	16	98	16	5	11	42	23
22	22	8	16	6	22	17	70	33	99	50	14	96	14	4	14	41	25
23	20	7	13	6	21	18	62	42	93	33	10	79	15	4	13	43	22
24	19	8	10	5	17	24	66	39	97	37	11	84	13	4	10	43	25
25	19	7	12	6	17	25	77	38	100	35	19	78	14	4	9	44	24
26	17	6	13	4	16	18	74	42	96	42	18	74	16	5	13	44	28
27	22	8	11	5	21	24	76	40	83	47	17	100	16	3	12	41	27
28	19	8	12	5	222	25	71	34	98	38	18	80	16	4	14	42	22
29	24	7	15	5	20	19	68	34	85	47	12	96	13	5	12	41	24
30	22	9	14	4	18	20	70	38	82	49	13	74	14	5	10	44	25
avg	20.27	7.033	13.07	5.067	25.9	20.83	69.8	37.07	95.6	42.63	14.97	85.97	14.97	4.133	11.03	42.23	24.13

	Process																
No	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
1	5	9	5	12	13	12	12	22	5	5	5	10	10	10	39	15	33
2	5	10	4	14	12	13	13	20	4	4	4	9	9	9	36	18	36
3	4	8	5	14	13	13	14	22	5	5	5	12	12	12	33	18	37
4	6	9	4	17	12	14	13	22	4	4	4	11	11	11	34	18	35
5	5	10	4	13	9	13	13	21	4	4	4	9	9	9	37	17	30
6	5	10	5	13	11	13	12	22	5	5	5	10	10	10	34	15	32
7	5	11	4	12	9	12	13	21	4	4	4	10	10	10	40	14	31
8	6	9	6	13	9	12	14	20	6	6	6	12	12	12	33	16	36
9	6	9	6	14	10	12	13	20	6	6	6	10	10	10	37	16	35
10	4	8	5	12	12	14	13	19	5	5	5	9	9	9	35	19	37
11	5	10	6	12	11	16	11	24	6	6	6	12	12	12	32	15	36
12	5	8	5	13	12	14	15	23	5	5	5	12	12	12	35	17	36
13	5	8	4	12	12	13	15	23	4	4	4	11	11	11	35	18	32
14	4	8	5	15	14	13	13	24	5	5	5	10	10	10	38	16	33
15	7	9	7	17	12	15	14	21	7	7	7	10	10	10	33	16	33
16	6	10	6	14	13	13	12	20	6	6	6	12	12	12	39	14	33
17	6	7	5	12	10	14	12	22	5	5	5	13	13	13	34	16	31
18	5	11	4	13	11	13	14	22	4	4	4	12	12	12	33	15	37
19	5	10	5	14	11	12	14	20	5	5	5	13	13	13	37	18	40
20	4	11	4	12	12	15	13	21	4	4	4	12	12	12	39	14	38
21	7	9	6	12	10	13	12	21	6	6	6	10	10	10	36	16	35
22	7	9	5	16	11	14	15	22	5	5	5	9	9	9	33	15	35
23	5	8	4	13	9	14	14	23	4	4	4	10	10	10	40	18	32
24	5	9	5	15	13	13	12	24	5	5	5	10	10	10	39	18	31
25	5	10	6	17	9	12	12	24	6	6	6	11	11	11	32	17	39
26	4	10	7	13	10	12	13	22	7	7	7	13	13	13	34	15	38
27	6	7	6	13	12	15	15	19	6	6	6	12	12	12	35	17	36
28	6	9	5	12	13	14	14	22	5	5	5	11	11	11	34	16	36
29	6	11	6	14	10	12	14	20	6	6	6	12	12	12	38	14	33
30	7	8	5	15	9	14	13	21	5	5	5	12	12	12	33	18	30
avg	5.367	9.167	5.133	13.6	11.13	13.3	13.23	21.57	5.133	5.133	5.133	10.97	10.97	10.97	35.57	16.3	34.53

ตารางที่ ก.9 (ต่อ) ตารางข้อมูลดิบ (หน่วย : วินาที)

	Process																
No	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
1	13	17	19	30	22	12	15	0	15	29	10	9	5	18	8	11	13
2	12	15	21	31	21	14	16	0	14	33	16	9	4	19	8	13	12
3	13	16	20	28	24	12	18	0	16	25	18	8	5	16	9	11	10
4	14	15	19	33	25	13	15	0	13	28	12	9	4	16	8	14	11
5	11	17	18	30	20	11	17	0	13	27	14	9	4	15	9	12	15
6	11	14	19	30	21	14	15	0	17	35	11	8	5	21	9	12	14
7	14	14	18	29	21	14	16	0	15	27	17	8	4	20	9	11	15
8	15	16	20	27	23	12	14	0	14	29	13	9	6	18	8	14	15
9	15	17	20	25	24	16	14	0	15	24	13	10	6	19	7	13	13
10	13	15	21	31	26	15	13	0	17	24	10	8	5	17	8	14	12
11	13	15	20	30	22	15	17	0	14	27	16	7	6	17	8	12	12
12	13	16	20	30	24	11	18	0	13	30	18	10	5	15	10	10	11
13	12	13	19	35	23	11	15	0	13	32	15	9	4	18	9	10	15
14	13	19	17	33	24	13	15	0	16	30	14	9	5	15	9	16	11
15	11	14	17	35	22	11	13	0	18	26	19	8	7	17	8	13	13
16	11	18	22	34	23	14	16	0	15	29	13	9	6	17	7	13	12
17	13	17	19	30	21	13	12	0	16	32	11	8	5	22	8	12	10
18	15	14	21	28	27	12	17	0	16	30	16	7	4	20	8	11	16
19	14	14	21	28	24	14	19	0	13	30	16	9	5	20	10	12	13
20	13	16	20	27	22	15	17	0	15	37	13	9	4	18	9	15	12
21	13	15	18	30	22	15	20	0	17	34	15	7	6	17	7	13	16
22	12	19	18	26	20	12	20	0	14	35	11	8	5	15	7	15	15
23	16	18	19	31	25	13	21	0	13	33	10	8	4	18	8	11	10
24	14	19	22	32	23	11	18	0	14	33	14	9	5	20	9	12	11
25	16	15	18	28	25	12	15	0	14	36	16	8	6	19	9	15	11
26	12	14	19	34	21	12	16	0	15	28	16	9	7	20	8	14	14
27	12	15	19	32	22	14	18	0	15	30	14	9	6	21	8	13	12
28	11	16	18	30	20	15	16	0	18	24	15	10	5	18	8	15	15
29	14	16	20	30	22	16	14	0	16	26	18	9	6	17	9	13	14
30	16	14	21	29	21	11	13	0	14	29	12	8	5	17	7	13	14
avg	13.17	15.77	19.43	30.2	22.67	13.1	16.1	0	14.93	29.73	14.2	8.567	5.133	18	8.3	12.77	12.9

	Process																	
No	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
1	27	5	31	35	23	31	39	5	5	5	24	29	21	33	5	22	26	22
2	35	4	31	33	25	30	40	4	4	4	23	27	22	34	4	23	25	20
3	36	5	35	34	24	33	41	5	5	5	21	28	20	33	5	20	29	21
4	29	4	30	36	22	29	35	4	4	4	21	27	19	32	4	25	27	21
5	38	4	33	30	22	35	39	4	4	4	20	32	20	30	4	21	26	19
6	35	5	32	33	20	33	34	5	5	5	26	30	20	35	5	21	25	19
7	33	4	33	33	21	30	38	4	4	4	24	26	25	33	4	23	25	22
8	32	6	31	38	28	30	45	6	6	6	24	29	24	34	6	20	26	20
9	26	6	36	32	26	36	44	6	6	6	23	27	24	33	6	22	28	22
10	34	5	38	30	27	38	44	5	5	5	24	32	22	30	5	23	25	25
11	30	6	35	35	28	29	42	6	6	6	22	30	23	28	6	20	24	23
12	28	5	35	35	25	35	39	5	5	5	21	31	21	33	5	21	22	23
13	29	4	30	34	25	34	40	4	4	4	20	31	20	29	4	23	26	21
14	38	5	29	36	24	34	42	5	5	5	27	27	20	28	5	22	25	20
15	35	7	33	33	23	36	40	7	7	7	20	28	17	35	7	20	25	18
16	35	6	35	35	20	35	41	6	6	6	25	28	20	30	6	21	22	19
17	32	5	34	36	22	32	33	5	5	5	22	26	19	30	5	20	26	19
18	31	4	34	36	22	32	35	4	4	4	22	32	18	28	4	25	29	23
19	29	5	33	34	21	36	41	5	5	5	26	30	23	31	5	24	24	22
20	28	4	36	30	26	31	37	4	4	4	20	30	22	29	4	24	24	22
21	36	6	31	35	23	29	42	6	6	6	21	32	20	32	6	23	26	21
22	35	5	31	31	27	31	36	5	5	5	24	28	22	35	5	25	25	24
23	35	4	32	33	24	30	45	4	4	4	22	27	18	33	4	22	22	20
24	34	5	33	35	21	33	39	5	5	5	24	28	24	31	5	20	23	20
25	31	6	38	34	20	32	41	6	6	6	23	26	19	28	6	19	25	23
26	29	7	40	33	20	33	38	7	7	7	26	26	20	33	7	25	25	21
27	36	6	29	36	26	35	35	6	6	6	21	33	24	30	6	18	27	19
28	33	5	34	30	26	38	33	5	5	5	20	32	23	31	5	20	23	20
29	33	6	35	30	28	33	35	6	6	6	20	28	20	31	6	22	22	19
30	35	5	33	31	25	40	38	5	5	5	19	29	19	30	5	24	25	22
avg	32.57	5.133	33.33	33.53	23.8	33.1	39.03	5.133	5.133	5.133	22.5	28.97	20.97	31.4	5.133	21.93	25.07	21

ภาคผนวก ข
การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ภาคผนวก ข
การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ตารางที่ ข.1 เวลาเฉลี่ยในการทำงานต่อชิ้นของการประมวลผลจากแบบจำลอง

Simulation (s).			
No.	VA Time	No.	VA Time
1	5,358.26	16	5,372.45
2	5,372.64	17	5,380.50
3	5,389.90	18	5,378.29
4	5,350.43	19	5,378.52
5	5,380.57	20	5,373.64
6	5,382.65	21	5,375.38
7	5,370.93	22	5,388.62
8	5,363.08	23	5,375.61
9	5,379.45	24	5,374.63
10	5,367.50	25	5,381.27
11	5,364.60	26	5,366.00
12	5,369.76	27	5,390.72
13	5,385.68	28	5,373.48
14	5,357.27	29	5,369.31
15	5,361.08	30	5,388.18

ตารางที่ ข.2 เวลาในการทำงานที่ใช้ประกอบชิ้นงานขึ้น 1 ชิ้นจากกการผลิตจริง

System (s).			
No.	VA Time	No.	VA Time
1	5359	16	5379
2	5369	17	5373
3	5385	18	5369
4	5354	19	5377
5	5376	20	5369
6	5376	21	5377
7	5365	22	5383
8	5369	23	5378
9	5377	24	5374
10	5376	25	5375
11	5367	26	5362
12	5366	27	5398
13	5385	28	5376
14	5359	29	5368
15	5357	30	5393

ภาคผนวก ค
แนวทางการปรับปรุงผัง

ภาคผนวก ค
แนวทางการปรับปรุงผัง

ค.1 แสดงการคำนวณระยะทางการขนส่งของแต่ละรุ่น

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJCC (ปัจจุบัน) (เมตร)

Store-R1 = 67.84	R8-R11 = 2	R16-R9 = 5.32
Store-R1-2 = 25.72	R9-R4 = 29.14	R16-R10 = 7.56
Store-R3 = 37.92	R9-R11 = 10.56	R16-R12 = 19.8
Store-R7 = 20.96	R10-R12 = 14.38	R16-R13 = 24.53
Store-R9 = 32.92	R11-R3 = 8	R17-R18 = 9.16
Store-R13 = 35.72	R11-R7 = 6	R0-R11 = 1
Store-R16 = 56.4	R11-R9 = 10.78	ระยะทางรวม = 744.53 เมตร
R1-R2-2 = 16.41	R11-R10 = 8.78	
R1-R7 = 2	R12-R13 = 1	
R1-R8 = 5.9	R13-R14 = 1	
R1-R16 = 23.2	R13-R16 = 24.53	
R1-R0 = 7.9	R14-R15-1 = 3.05	
R1-2-R15-2 = 14.31	R15-R15-1 = 1.95	
R2-R1 = 1	R15-1-R15 = 1.46	
R2-2-R16 = 5.83	R15-1-R15-2 = 1	
R3-R1 = 1	R15-2-R15-3 = 18.16	
R3-R16 = 7.8	R15-2-R17 = 25	
R4-R7 = 2	R15-3-R3 = 11.68	
R5-R6 = 2	R16-R1 = 5.8	
R6-R10 = 6.6	R16-R2 = 16.2	
R6-R16 = 24.64	R16-R3 = 7.8	
R7-R1 = 2	R16-R4 = 19.54	
R7-R5 = 4	R16-R6 = 24.64	
R7-R16 = 10.32	R16-R7 = 10.32	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJCC (ปรับปรุงผัง 1) (เมตร)

Store-R1 = 47.6	R8-R11 = 2	R16-R9 = 3.48
Store-R1-2 = 8.36	R9-R4 = 30.32	R16-R10 = 2.5
Store-R3 = 27.8	R9-R11 = 10.62	R16-R12 = 15.9
Store-R7 = 21.5	R10-R12 = 14.22	R16-R13 = 19.6
Store-R9 = 32.92	R11-R3 = 13.4	R17-R18 = 9.16
Store-R13 = 35.72	R11-R7 = 5.88	R0-R11 = 1
Store-R16 = 71.4	R11-R9 = 10.62	ระยะทางรวม = 698.13 เมตร
R1-R2-2 = 11.64	R11-R10 = 8.79	
R1-R7 = 11.6	R12-R13 = 1	
R1-R8 = 10.96	R13-R14 = 1	
R1-R16 = 33.04	R13-R16 = 19.6	
R1-R0 = 12.96	R14-R15-1 = 3.05	
R1-2-R15-2 = 12.12	R15-R15-1 = 1.95	
R2-R1 = 1	R15-1-R15 = 1.95	
R2-2-R16 = 11.03	R15-1-R15-2 = 1	
R3-R1 = 1	R15-2-R15-3 = 18.4	
R3-R16 = 6.26	R15-2-R17 = 24.4	
R4-R7 = 2	R15-3-R3 = 9.2	
R5-R6 = 2	R16-R1 = 8.26	
R6-R10 = 7.14	R16-R2 = 22.5	
R6-R16 = 15.1	R16-R3 = 6.26	
R7-R1 = 11.62	R16-R4 = 9.6	
R7-R5 = 4	R16-R6 = 15.1	
R7-R16 = 5.3	R16-R7 = 3.3	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJCC (ปรับปรุงผัง 2) (เมตร)

Store-R1 = 46.64	R8-R11 = 2	R16-R9 = 1.5
Store-R1-2 = 20.2	R9-R4 = 27.9	R16-R10 = 1.5
Store-R3 = 27.8	R9-R11 = 16.04	R16-R12 = 3.2
Store-R7 = 16.9	R10-R12 = 19.33	R16-R13 = 2.65
Store-R9 = 37.28	R11-R3 = 13.5	R17-R18 = 9.16
Store-R13 = 35.72	R11-R7 = 10.6	R0-R11 = 1
Store-R16 = 53.1	R11-R9 = 16.04	ระยะทางรวม = 676.44 เมตร
R1-R2-2 = 11.24	R11-R10 = 14	
R1-R7 = 7.27	R12-R13 = 1	
R1-R8 = 11.2	R13-R14 = 1	
R1-R16 = 32	R13-R16 = 2.65	
R1-R0 = 13.24	R14-R15-1 = 18.4	
R1-2-R15-2 = 9.86	R15-R15-1 = 1.6	
R2-R1 = 1	R15-1-R15 = 1.6	
R2-2-R16 = 17.28	R15-1-R15-2 = 1	
R3-R1 = 1	R15-2-R15-3 = 19.5	
R3-R16 = 5.8	R15-2-R17 = 10.5	
R4-R7 = 2	R15-3-R3 = 8.95	
R5-R6 = 2	R16-R1 = 8	
R6-R10 = 7.7	R16-R2 = 43.2	
R6-R16 = 7.16	R16-R3 = 5.8	
R7-R1 = 7.27	R16-R4 = 24.44	
R7-R5 = 4	R16-R6 = 7.16	
R7-R16 = 2.78	R16-R7 = 2.78	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJ1T (ผังปัจจุบัน) (เมตร)

Store-R1 = 33.92	R9-R11 = 10.56
Store-R1-2 = 51.44	R10-R12 = 14.38
Store-R2 = 70.26	R11-R7 = 6
Store-R3 = 18.96	R11-R9 = 10.78
Store-R7 = 20.96	R11-R10 = 8.78
Store-R9 = 32.92	R12-R13 = 1
Store-R13 = 35.72	R13-R14 = 1
Store-R16 = 56.4	R13-R16 = 24.53
R1-R2 = 1	R14-R15-1 = 3.05
R1-R2-2 = 16.41	R15-R15-1 = 5.85
R1-R8 = 5.9	R15-1-R15 = 1.46
R1-2-R16 = 30.96	R15-1-R17 = 80.79
R2-R1 = 1	R16-R1-2 = 15.54
R2-R11 = 16.4	R16-R4 = 19.54
R2-2-R9 = 15.96	R16-R6 = 24.64
R3-R16 = 7.8	R16-R7 = 10.32
R4-R6 = 4	R16-R10 = 7.56
R5-R6 = 2	R16-R12 = 19.8
R6-R5 = 2	R16-R13 = 24.53
R6-R16 = 24.64	R16-R15 = 19.12
R7-R9 = 6.68	R17-R18 = 27.48
R7-R16 = 10.32	ระยะทางรวม = 833.5 เมตร
R8-R11 = 2	
R9-R4 = 29.14	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงผัง 1) (เมตร)

Store-R1 = 23.8	R9-R11 = 10.62
Store-R1-2 = 16.72	R10-R12 = 14.22
Store-R2 = 42.21	R11-R7 = 5.88
Store-R3 = 13.9	R11-R9 = 10.62
Store-R7 = 21.5	R11-R10 = 8.79
Store-R9 = 32.92	R12-R13 = 1
Store-R13 = 35.72	R13-R14 = 1
Store-R16 = 71.4	R13-R16 = 19.6
R1-R2 = 1	R14-R15-1 = 3.05
R1-R2-2 = 11.64	R15-R15-1 = 5.85
R1-R8 = 10.96	R15-1-R15 = 1.95
R1-2-R16 = 23.04	R15-1-R17 = 79.95
R2-R1 = 1	R16-R1-2 = 11.52
R2-R11 = 25	R16-R4 = 9.6
R2-2-R9 = 16.1	R16-R6 = 15.1
R3-R16 = 6.26	R16-R7 = 3.3
R4-R6 = 4	R16-R10 = 2.5
R5-R6 = 2	R16-R12 = 15.9
R6-R5 = 2	R16-R13 = 19.6
R6-R16 = 15.1	R16-R15 = 21.2
R7-R9 = 6.76	R17-R18 = 27.48
R7-R16 = 5.3	ระยะทางรวม = 709.38 เมตร
R8-R11 = 2	
R9-R4 = 30.32	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJ1T (ปรับปรุงผัง 2) (เมตร)

Store-R1 = 23.32	R9-R11 = 16.04
Store-R1-2 = 40.4	R10-R12 = 19.33
Store-R2 = 41.79	R11-R7 = 10.6
Store-R3 = 13.9	R11-R9 = 16.04
Store-R7 = 16.9	R11-R10 = 14
Store-R9 = 37.28	R12-R13 = 1
Store-R13 = 35.72	R13-R14 = 1
Store-R16 = 53.1	R13-R16 = 2.65
R1-R2 = 1	R14-R15-1 = 18.4
R1-R2-2 = 11.24	R15-R15-1 = 4.8
R1-R8 = 11.2	R15-1-R15 = 1.6
R1-2-R16 = 49.2	R15-1-R17 = 49.35
R2-R1 = 1	R16-R1-2 = 24.6
R2-R11 = 24.8	R16-R4 = 24.44
R2-2-R9 = 18.22	R16-R6 = 7.16
R3-R16 = 5.8	R16-R7 = 2.78
R4-R6 = 4	R16-R10 = 1.5
R5-R6 = 2	R16-R12 = 3.2
R6-R5 = 2	R16-R13 = 2.65
R6-R16 = 7.16	R16-R15 = 18.72
R7-R9 = 7.55	R17-R18 = 27.48
R7-R16 = 2.78	ระยะทางรวม = 707.6 เมตร
R8-R11 = 2	
R9-R4 = 27.9	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJWD (ผังปัจจุบัน) (เมตร)

Store-R1	= 83.45	R10-R12	= 14.38
Store-R1-2	= 51.44	R11-R3	= 8.02
Store-R7	= 20.96	R11-R9	= 10.78
Store-R9	= 32.92	R11-R10	= 8.78
Store-R13	= 35.72	R12-R13	= 1
Store-R16	= 75.2	R13-R14	= 1
R1-R2	= 4	R13-R16	= 24.53
R1-R3	= 1	R14-R15-1	= 3.05
R1-R8	= 5.9	R15-R15-1	= 5.85
R1-2-R16	= 30.96	R15-1-R15	= 1.46
R2-R2-2	= 10.76	R15-1-R17	= 80.79
R2-R9	= 5.94	R16-R1-2	= 15.54
R2-R11	= 16.4	R16-R3	= 8.1
R2-2-R9	= 15.96	R16-R4	= 19.54
R3-R1	= 1	R16-R6	= 24.64
R3-R2	= 2	R16-R10	= 7.56
R4-R6	= 4	R16-R12	= 19.8
R5-R6	= 2	R16-R13	= 24.53
R6-R5	= 2	R16-R15	= 19.12
R6-R16	= 24.64	R17-R18	= 27.48
R7-R16	= 10.32	ระยะทางรวม = 804.22 เมตร	
R8-R11	= 2		
R9-R4	= 29.14		
R9-R11	= 10.56		

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJWD (ปรับปรุงผัง 1) (เมตร)

Store-R1 = 59.5	R10-R12 = 14.22
Store-R1-2 = 16.72	R11-R3 = 13.35
Store-R7 = 21.5	R11-R9 = 10.62
Store-R9 = 32.92	R11-R10 = 8.79
Store-R13 = 35.72	R12-R13 = 1
Store-R16 = 95.2	R13-R14 = 1
R1-R2 = 4	R13-R16 = 19.6
R1-R3 = 1	R14-R15-1 = 3.05
R1-R8 = 10.96	R15-R15-1 = 5.85
R1-2-R16 = 23.04	R15-1-R15 = 1.95
R2-R2-2 = 5.55	R15-1-R17 = 79.95
R2-R9 = 16.26	R16-R1-2 = 11.52
R2-R11 = 25	R16-R3 = 6.23
R2-2-R9 = 16.1	R16-R4 = 9.6
R3-R1 = 1	R16-R6 = 15.1
R3-R2 = 2	R16-R10 = 2.5
R4-R6 = 4	R16-R12 = 15.9
R5-R6 = 2	R16-R13 = 19.6
R6-R5 = 2	R16-R15 = 21.2
R6-R16 = 15.1	R17-R18 = 27.48
R7-R16 = 5.3	ระยะทางรวม = 726.32 เมตร
R8-R11 = 2	
R9-R4 = 30.32	
R9-R11 = 10.62	

คำนวณระยะทางการขนส่งของรุ่น CJWD (ปรับปรุงผัง 2) (เมตร)

Store-R1	= 58.3	R10-R12	= 19.33
Store-R1-2	= 40.4	R11-R3	= 13.51
Store-R7	= 16.9	R11-R9	= 16.04
Store-R9	= 37.28	R11-R10	= 14
Store-R13	= 35.72	R12-R13	= 1
Store-R16	= 70.8	R13-R14	= 1
R1-R2	= 4	R13-R16	= 2.65
R1-R3	= 1	R14-R15-1	= 18.4
R1-R8	= 11.2	R15-R15-1	= 4.8
R1-2-R16	= 49.2	R15-1-R15	= 1.6
R2-R2-2	= 5.2	R15-1-R17	= 49.35
R2-R9	= 19.44	R16-R1-2	= 24.6
R2-R11	= 24.8	R16-R3	= 5.8
R2-2-R9	= 18.22	R16-R4	= 24.44
R3-R1	= 1	R16-R6	= 7.16
R3-R2	= 2	R16-R10	= 1.5
R4-R6	= 4	R16-R12	= 3.2
R5-R6	= 2	R16-R13	= 2.65
R6-R5	= 2	R16-R15	= 18.72
R6-R16	= 7.16	R17-R18	= 27.48
R7-R16	= 2.78	ระยะทางรวม = 716.57 เมตร	
R8-R11	= 2		
R9-R4	= 27.9		
R9-R11	= 16.04		

Unnamed Project

Replications: 30 Time Units: Seconds

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	5214.78	3.93	5187.15	5234.60	4979.22	5549.72

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	740937.57	502.95	738444.81	744053.70	660651.08	821502.44

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	129735.11	79.36	129365.53	130248.38	109143.43	150405.04

Other

รูปที่ ค.1 ผลลัพธ์แบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุงที่ 1

Unnamed Project

Replications: 30 Time Units: Seconds

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	5056.52	4.77	5030.53	5084.65	4806.93	5336.04

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	674404.43	399.24	672561.17	676456.27	592250.21	752442.42

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Entity A	120409.18	54.75	120119.55	120688.90	99376.67	141095.14

Other

รูปที่ ค.2 ผลลัพธ์แบบจำลองตามแนวทางการปรับปรุงที่ 2

ภาคผนวก ง
แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจ

การใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผัง ของกระบวนการผลิตรุ่น CJCC

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ในช่องที่ต้องการ

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

หัวข้อพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการจำลองระบบงานจริง					
1.1 แบบจำลองสามารถจำลองขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้สอดคล้องกับระบบงานจริงตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น					
1.2 ขั้นตอนของกระบวนการในแบบจำลองมีขั้นตอนที่เป็นไปตามระบบงานจริงตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น					
1.3 ข้อมูลเวลาในแบบจำลองมีค่าเหมือนหรือใกล้เคียงระบบงานจริง					
1.4 ลักษณะของของการเก็บข้อมูลมีการกระจายของการเก็บข้อมูลเพียงพอ					
2. ด้านข้อมูล					
2.1 เวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น					
2.2 จำนวนคนงานและเครื่องจักร					
2.3 จำนวนสถานีงาน					
3. ด้านการใช้งานแบบจำลอง					
3.1 แบบจำลองสามารถใช้งานได้ง่าย					
3.2 แบบจำลองสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์					
3.3 แบบจำลองสามารถปรับเปลี่ยนตามแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้สอดคล้องกับระบบงานจริง					
4. ด้านประสิทธิภาพของแบบจำลอง					
4.1 แบบจำลองสามารถแสดงการเคลื่อนที่ของชิ้นงานได้สอดคล้องกับระบบงานจริง					
4.2 แบบจำลองสามารถแสดงผลของกระบวนการทำงานเชิงสถิติได้สอดคล้องกับระบบงานจริง					
4.3 แบบจำลองสามารถหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและนำมาแสดงผลเชิงสถิติได้					

ปัญหา / ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....