รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์: กรณีศึกษา บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

Assembly Line Productivity Improvement Using Computer Simulation: Case Study of Western Digital (Thailand) Company Limited

นายชนพล จิ๋วสวัสดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตของการการประกอบโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์
ชื่อ-สกุล นักศึกษา :	นายชนพล จิ๋วสวัสดิ์
คณะ :	วิศวกรรมศาตร์
ภาควิชา :	วิศวกรรมอุตสาหการ สาขาการออกแบบการผลิตและวัสดุ
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ :	ดร.พลชัย โชติปรายนกุล
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน :	นางภรณี หรุ่นรักวิทย์
สถานประกอบการ :	เวสเทิร์น ดิจิตอล บางประอิน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อปรับปรุงกำลังการผลิตของกระบวนการทำงานในการประกอบผลิตภัณฑ์หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ หนึ่งรุ่นที่โรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยเข้าไปศึกษาในการปรับปรุงจะใช้เทคนิคการปรับปรุงงานและตรวจสอบผลการปรับปรุงด้วยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ได้อย่างชัดเจนสามารถลดการรอบเวลาการผลิตเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตให้สูงขึ้น และยังมีเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของพนักงานที่สูงขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องทำการปรับเปลี่ยนสายการผลิตจริง จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า เกิดคอขวดการผลิตขึ้นที่สถานีการทำงาน ACAM เนื่องจากมีการทำงานที่มีความไม่ต่อเนื่องและวัตถุดิบที่ไม่แน่นอน หลังจากทำการปรับปรุงด้วยเทคนิคการปรับปรุงงาน และทำการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่แล้วพบว่า ในการวางแผนทรัพยากรนั้น สามารถลดจำนวนพนักงานลงจากเดิม 6 คนต่อสายการประกอบ เหลือ 5 คนต่อสายการประกอบ ซึ่งมีผลให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.84% และค่าการใช้ประโยชน์เฉลี่ยของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิม 10.45% โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปีลงได้ 144,000 ดอลล่าห์สหรัฐ

พลชัย โชติปรายนกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	Assembly Line Productivity Improvement Using Computer Simulation
Student intern name:	Chanapol Jiewsawatt
Faculty:	Engineer
Department:	Industrial, Production Design and Material Program
Advisor name:	Dr. Pholchai Chotiprayanakul
Mentor name:	Poranee Roonrakwit
Company:	Western Digital Bangpa-in

ABTRACT

This cooperative study emphasizes on a line balancing case study of Head gimbal assembly manufacturing. The ECRS techniques and computer simulation are applied for improvement. ECRS techniques are easiness method to analyze the ability of line production. Simulation model is used to verify the improving Head gimbal assembly procedure. It is flexible and easy to adjust production line in the simulation model without necessity to do on the real production line. From prelim study and analysis, couple bottle neck stations were found at ACAM department due to uncertain flow of assembly line. After improvement by using ECRS and line balancing techniques, the new assembly line model was defined and this line need number of workers decreasing from 6 to 5 men per line. This can increase productivity by 3.84% and average utilization of operators by 10.45% while production level remains the same as before improvement. This improvement can save cost of up to 144,000 US dollars in a year.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ซึ่งผู้จัดทำต้องขอขอบคุณบุคคลต่อไปนี้ที่ได้ช่วยโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

1. ดร. พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำแนะนำและเอกสารที่ใช้ประกอบการทำงานวิจัยนี้
2. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่ได้ช่วยประสิทธิ์ประศาสตร์วิชาความรู้
3. บริษัท เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมบางประอิน ตำบลคลองจิก อำเภอบางประอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. คุณจารุภัทร แย้มเจิม ที่ช่วยประสานงานติดต่อการเข้ามาร่วมโครงการสหกิจศึกษาที่บริษัท เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
5. คุณภรณี หรุ่นรักวิทย์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาที่ช่วยให้คำปรึกษาและสนับสนุนข้อมูลในการทำโครงงานวิจัยนี้
6. คุณสกุลกานต์ กาญจโนมัย ที่มอบโอกาสให้ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งกับบริษัท เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
7. วิศวกรและบุคลากรทุกคนในแผนกการวางแผนอุตสาหการ ในการให้คำปรึกษาการทำงานและสนับสนุนข้อมูลในการทำงานวิจัย

นายชนพล จิ๋วสวัสดิ์

ผู้จัดทำโครงงานงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ..... I

Abstract..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญภาพ..... VIII

1. บทนำ..... 1

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4. วิธีดำเนินงานวิจัย..... 3

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.6. แผนการดำเนินงานวิจัย..... 4

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลผลิต และอัตราผลผลิต..... 5

2.1.1.ระบบการผลิตแบบลีน..... 5

2.1.2.การปรับปรุงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต..... 8

2.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการศึกษาเวลา..... 11

2.2.1.เครื่องมือการศึกษาเวลาโดยตรง..... 11

2.2.2.ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง..... 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแผนผังสาเหตุและผล..... 13
2.4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแผนผภูมิกิจกรรมพหุกิจกรรม..... 16
2.5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับฟังก์ชั่นการแจกแจง..... 17
2.6. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์..... 27
2.6.1.ระบบงาน..... 27
2.6.2.ประเภทของระบบงาน..... 28
2.6.3.ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา..... 32
2.6.4.โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena..... 33
2.6.5.การหาลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลด้วยโปรแกรม Stat::Fit..... 35

3. วิธีดำเนินงานวิจัย..... 36
3.1. การหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้น..... 36
3.1.1.รายละเอียดของสายการประกอบ..... 36
3.1.2.การเก็บข้อมูลเวลาของสายการประกอบ..... 40
3.1.3.การหาสาเหตุหลักของปัญหาในสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์..... 43
3.2. การหาแนวทางการปรับปรุงการทำงาน..... 46
3.3. การวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล..... 50

4. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์..... 52
4.1. การกำหนดรูปแบบของปัญหา..... 52
4.2. การกำหนดจุดมุ่งหมายและข้อจำกัด..... 52
4.2.1.จุดมุ่งหมาย..... 52
4.2.2.ขอบเขตของงานวิจัย..... 52
4.2.3.ข้อจำกัด..... 52
4.3. การเก็บข้อมูล..... 53
4.4. การสร้างแบบจำลอง..... 53
4.4.1. การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena..... 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในส่วน Flowchart View..... 54
4.4.3. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในส่วน Spreadsheet View..... 55
4.4.4. บัญชีชื่อหน่วยโมดูล (Arena Modeling Panels)..... 56
4.5. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง..... 59
4.6. การปรับปรุงสายการประกอบโดยใช้แบบจำลอง..... 60
4.6.1. แบบจำลองสถานการณ์กระบวนการปัจจุบัน..... 60
4.6.2. แบบจำลองสถานการณ์หลังปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 63
4.7. สรุปผลการปรับปรุงสายการผลิต..... 64
4.8. การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนปรับปรุง..... 65

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 67
5.1. สรุปผลการวิจัย..... 67
5.2. ข้อเสนอแนะ..... 68

เอกสารอ้างอิง..... 69

ภาคผนวก..... 70

ประวัติผู้วิจัย..... 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน..... 4

2.1 องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบการกำหนดงานผลิต..... 28

3.1 แสดงงานย่อยของเครื่องจักร..... 38

3.2 ข้อมูลเวลาการทำงานจริงที่จับได้จากการปฏิบัติในงานย่อยที่ 5 และการคำนวณที่เกี่ยวข้อง..... 41

3.3 เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการ..... 42

3.4 แผนภูมิคน-เครื่องจักรของสถานี PILC..... 44

3.5 รอบเวลาการผลิตของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์..... 45

3.6 รอบเวลาการผลิตของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์แบบมีเงื่อนไข..... 45

3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์..... 50

4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม..... 59

4.2 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของการผลิต..... 65

4.3 การใช้ประโยชน์ของพนักงาน..... 65

4.4 ผลตอบแทนที่ได้จากการปรับปรุงการทำงาน..... 66

5.1 ผลลัพธ์ของการผลิตจากการปรับปรุงการทำงาน..... 67

5.2 ผลลัพธ์ของการใช้ประโยชน์ของพนักงานจากการปรับปรุงการทำงาน..... 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างแผนผังสาเหตุและผล..... 14

2.2 ตัวอย่างแผนภูมิคนเครื่องจักร..... 17

2.3 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเบต้า..... 17

2.4 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงต่อเนื่อง..... 18

2.5 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงไม่ต่อเนื่อง..... 19

2.6 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเออร์แลง..... 20

2.7 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล..... 21

2.8 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา..... 21

2.9 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงจอร์นสัน..... 22

2.10 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงล็อกปกติ..... 23

2.11 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ..... 23

2.12 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง..... 24

2.13 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงสามเหลี่ยม..... 25

2.14 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงสม่ำเสมอ..... 25

2.15 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์..... 26

2.16 โปรแกรมวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล Stat::Fit..... 35

3.1 ผังแสกงการไหลของกระบวนการประกอบหัวอ่านข้อมูล..... 36

3.2 แผนผังสาเหตุและผลของปัญหาที่สถานี ACAM เป็นคอขวด..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.3 สถานีย่อยภายในเครื่อง ACAM..... 46

3.4 แผนผังการตัดสินใจของการติดSliderเข้ากับSuspension..... 48

3.5 ส่วนประกอบต่างๆของสถานี OCR..... 49

4.1 หน้าต่างแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena..... 53

4.2 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลบนตำแหน่งหน่วยโครงสร้าง..... 55

4.3 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลในหน่วยการจัดการข้อมูล..... 56

4.4 สถานีการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ..... 57

4.5 กระบวนการทำงานที่สถานี ASLV..... 58

4.6 กระบวนการทำงานที่สถานี ACAM..... 58

4.7 กระบวนการทำงานที่สถานี PILC..... 58

4.8 กระบวนการทำงานที่สถานี SJB..... 58

4.9 กระบวนการทำงานที่สถานี LOW..... 58

4.10 กระบวนการทำงานที่สถานี OCR..... 59

4.11 เวลาในการทำงานของกระบวนการทำงานในสถานี ACAM..... 63

4.12 รายละเอียดการทำงานของสถานี PILC..... 64

4.13 รายละเอียดการทำงานเปลี่ยนเป็น 3 ตะกร้าจากเดิม 9 ตะกร้า..... 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ฮาร์ดดิสก์ คืออุปกรณ์เก็บข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วยแผ่นจานแม่เหล็กเรียงกันอยู่บนแกน Spindle ทำให้แผ่นแม่เหล็กหมุนไปพร้อมๆกัน ฮาร์ดดิสก์ใช้หัวอ่านเพียงหัวเดียวในการทำงานทั้งอ่านและเขียนข้อมูล ในการเขียนข้อมูลหัวอ่านจะได้รับกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่คอยล์ของหัวอ่านเพื่อรับข้อมูลเป็นดิจิตอลและเก็บในรูปสารแม่เหล็กบนผ่านจานแม่เหล็ก โดยกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์มีสองส่วน คือ ส่วนของสายการประกอบชิ้นส่วนการผลิต (Assembly Line) ซึ่งเป็นลักษณะของการประกอบชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์เข้าด้วยกันอย่างต่อเนื่อง สถานีงานแต่ละสถานีจัดวางอยู่ใกล้กันโดย Assembly Line นี้จัดอยู่ในส่วนที่เป็น Clean Room ส่วนที่สองของกระบวนการผลิตเป็นส่วนของการทดสอบความสามารถการทำงานของฮาร์ดดิสก์ซึ่งอยู่ด้านนอกของ Clean Room ที่เรียกว่าส่วน Backend

เนื่องจากในปัจจุบันความต้องการของฮาร์ดิสก์ไดรฟ์มีแนวโน้มลดลง เพราะมีการใช้ชิฟหน่วยความจำ (Solid State Disk) ในการเก็บข้อมูลแทนการใช้จานแม่เหล็ก ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในหลายด้าน ทั้งเรื่องของความเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูล เสถียรภาพและความทนทาน เพื่อการรักษาผลกำไรของบริษัทในขณะที่ความต้องการลดลงนั้น ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ดำเนินหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เช่น การลดเวลาในการขนส่ง การกำจัดกระบวนการที่ไม่จำเป็น การใช้ทรัพยากรคนอย่างมีประสิทธิภาพ หรือการทำเทคโนโลยีการผลิตใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการ

บริษัทกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบหัวอ่านข้อมูล ที่เป็นองค์ระกอบหนึ่งที่ใช้ในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยได้ทำการศึกษาถึงการประกอบหัวอ่านข้อมูลเพื่อหาถึงปัญหาของการทำงานที่ไม่เกิดประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการประกอบของสายการประกอบหัวอ่านข้อมูลของผลิตภัณฑ์รุ่น P และหาแนวทางปรับปรุงแนวทางการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบเกิดขึ้นต่อการทำงานในปัจจุบัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของงานวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษางานในกระบวนการ HGA Assembly โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในกระบวนการผลิตจริง แล้วนำมาจัดทำเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อนำมาช่วยในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Arena

1.3.2 กระบวนการที่ทำการศึกษาเป็นกระบวนการย่อยของ HGA Assembly เครื่อง Assembly Line ใช้ในการประกอบ Suspension เข้ากับ Slider มีสถานีย่อยทั้งหมด 6 สถานีย่อย ดังนี้

- การปลด Suspension ออกจาก Tray มาบรรจุใน Pallet (ASLV)
- การนำ Slider มาติดกับ Suspension (ACAM)
- การอบเพื่อให้กาวติดแน่น (PILC)
- การเชื่อมขาของ Slider (SJB)
- การตรวจสอบด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ (LOW)
- การบรรจุลง Tray เพื่อส่งต่อให้สถานีต่อไป (OCR)

1.3.3 งานวิจัยนี้ศึกษาเครื่อง Assembly Line ที่ใช้ประกอบผลิตภัณฑ์รุ่น P เท่านั้น และกำหนดว่ามีจำนวน Slider อยู่เต็มถาด (500ตัว)

1.3.4 งานวิจัยนี้ไม่ได้เข้าไปปรับปรุงกระบวนการทำงานของเครื่องจักร จะมุ่งเน้นการปรับปรุงการทำงานของคนเป็นหลัก

1.3.5 สมมติให้สถานการณ์ปัญหาเกิดกับทุกรอบการผลิตในช่วงการจำลองสถานการณ์

1.3.6 การประเมินผลที่ได้จากการปรับปรุง จะวัดผลจากค่าต่างๆ ดังนี้

- กำลังการผลิต (Capacity)
- ค่าการใช้ประโยชน์ของพนักงาน (Utilizaton)
- ปริมาณการผลิตต่อวัน (Unit per Day)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์กระบวนการผลิตในปัจจุบัน เพื่อระบุถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการในสายการประกอบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

1.4.3 รวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการทำแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ของกระบวนการทำงานปัจจุบัน

1.4.4 เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงเบื้องต้น และทำแบบจำลองสถานการณ์หลังทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานใหม่แล้ว

1.4.5 เปรียบเทียบและประเมินผลการปรับปรุงการทำงาน

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อทราบถึงปัญหาในสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ HGA รุ่น P และสามารถจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันได้

1.5.2 สามารถเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ HGA รุ่น P ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการปรับปรุงแนวทางการทำงาน โดยมุ่งเน้นการวางแผน เพื่อสามารถลดการสูญเสีย อีกทั้งการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

สัปดาห์ / รายละเอียด	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน	←	—	→													
2.ศึกษากระบวนการทำงานของ CR#4	←	—	—	—	→											
3.จัดทำตารางการศึกษาเวลาการทำงาน			←	—	→											
4.ทำPrecidance Diagrame เพื่อหา Bottle Neck					↔											
5.จัดทำ Fish Bone Diagrame เพื่อหาสาเหตุของปัญหา					↔											
6.จัดทำแบบจำลองสถานการณ์ตามแผนการทำงานเดิม							←	—	→							
7.วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเดิม										←	—	→				
8.จัดทำแบบจำลองสถานการณ์ตามแผนการปรับปรุง											←	—	→			
9.สรุปผลข้อเสนอแนะพร้อมเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง														←	→	
10.จัดทำรูปเล่มงานวิจัย															↔	

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลผลิต และอัตราผลผลิต (Output And Productivity)

2.1.1 ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Process)

Womack & Jones (2003) กล่าวว่า แนวคิดลีน หมายถึง แนวคิดที่ช่วยให้มีวิธีการระบุคุณค่าและมุ่งขจัดความสูญเปล่า เป็นเครื่องมือที่สร้างสรรค์คุณค่าให้สินค้าหรือบริการแก่ลูกค้า ซึ่งมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ทำให้ลดต้นทุน และลดความสูญเปล่า และสามารถนำไปประยุกต์ได้จริง ในการปฏิบัติกิจกรรม และเป็นวิธีที่ช่วยจัดการให้ได้งานมากขึ้น

เกียรติขจร โฆมานะสิน (2556) ได้กล่าวว่า ระบบการผลิตแบบลีน เป็นเครื่องมือในการจัดการกระบวนการที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้แก่องค์กร โดยการพิจารณาคุณค่าในการดำเนินงานเพื่อมุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า ด้วยการมุ่งสร้างคุณค่าในตัวสินค้าและบริการ กำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้น ตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลกำไรและผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจ ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพที่ดี ตามความต้องการของลูกค้าควบคู่ไปด้วย

การผลิตแบบลีน เป็นวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุ และกำจัดความสูญเสียความสูญเปล่าหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุคุณค่า (Value) ของสินค้าและบริการในมุมมองของลูกค้าไม่ว่าจะเป็นลูกค้าภายใน และลูกค้าภายนอกเพื่อให้มั่นใจว่าลูกค้าหรือผู้ใช้บริการจะได้รับความพึงพอใจสูงที่สุดการที่ระบุว่าสินค้าหรือบริการมีคุณค่าอยู่ที่ใดอาจเปรียบเทียบจากคู่แข่ง (Benchmarking) ก็ได้ และกระบวนการที่ปราศจากการสูญเปล่า (Waste-Free) เป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างถูกต้องโดยต้องใช้เวลา และความพยายามที่จะกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ ดังนั้น กระบวนการที่สร้างคุณค่าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ แต่จำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer's Perspective) ไม่ใช่มองจากมุมของผู้ผลิต (Producer's

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Perspective) ลูกค้าจะเป็นคนสุดท้ายที่กำหนดคุณค่า ด้วยเหตุนี้ความสูญเปล่าประเภทหนึ่งของของเสีย (Waste or Muda) คือ กระบวนการที่ลูกค้าไม่ต้องการองค์กรที่ผลิตแบบลีนจะดำเนินการเพื่อกำหนดคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์และความสามารถของผลิตภัณฑ์ ในการเสนอราคาให้กับลูกค้า การที่สามารถระบุได้ว่าสินค้าหรือบริการที่เป็นผลิตภัณฑ์มีคุณค่าอย่างไร นับได้ว่าเป็นขั้นแรกของแนวคิดลีน ซึ่งจะทำให้เกิดความพึงพอใจอันส่งผลต่อการดำเนินธุรกิจ ดังนั้น การค้นหาและวิจัยความต้องการของถูกจึงเป็นสิ่งสำคัญและควรใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Quality Function Deployment หรือ QFD โดยเทคนิคของ QFD เป็นเทคนิคที่นำความต้องการของลูกค้ามาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับความสามารถของตนเอง และคู่แข่งในการบรรลุความต้องการของลูกค้านั้น เพื่อหาหนทางในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เป็นการนำความต้องการของลูกค้ามากำหนดสิ่งที่จะต้องทำ ดังนั้นการทราบความต้องการของลูกค้าถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการพึงระลึกเสมอว่า

- คุณค่าของสินค้าหรือบริการจะถูกตัดสินใจโดยลูกค้าเสมอ
- ผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการมีหน้าที่ในการสร้างคุณค่านั้นให้แก่สินค้าหรือบริการที่จะเสนอออกสู่ตลาด
- ความต้องการของลูกค้าและเสียงตอบกลับ (Feedback) คือ สิ่งที่กำหนดคุณค่าผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการจำเป็นจะต้องทำอะไรต่อไปในการพัฒนาสินค้าและบริการเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า

2. การวิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Stream Analysis) หลักการการนิยามคุณค่าเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวิเคราะห์สายธารคุณค่า ซึ่งในการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยแผนภาพกระบวนการ (Process Mapping) กำหนดแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการผลิต ซึ่งในแต่ละขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต เป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าของความสามารถของผลิตภัณฑ์หรือคุณภาพ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ การกำจัดสิ่งที่ไม่เกิดคุณค่าในกระบวนการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีในการเพิ่มคุณค่าและเพิ่มประสิทธิภาพ

3. ทำให้กิจกรรมต่างๆ ที่มีคุณค่าดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง (Flow) คือ การทำให้สายการผลิตสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวางหรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม ให้สามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่องเหมือนเช่น แม่น้ำ ต้องมุ่งมั่นในเรื่องการไหลของผลิตภัณฑ์แบบรวดเร็ว โดยการกำจัดอุปสรรคต่าง ๆ และระยะทางที่อยู่ระหว่างแผนกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ทำให้แผนการทำงานของพนังงานและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเปลี่ยนแปลงไป การไหลของงาน ถือว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบลีน เป็นจุดเริ่มต้นที่ต้องให้เกิดขึ้นก่อนที่จะเกิดขึ้นก่อนที่จะทำการติดตั้งของระบบอื่น ๆ และของระบบการผลิตแบบลีนต่อไป การทำให้สายการผลิตเกิดการไหลอย่างต่อเนื่องสามารถทำได้ดังนี้

- อย่าให้เครื่องจักรว่างงานด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
- หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม (Out of Control) ต้องแก้ไขให้กลับสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด
- การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้จะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม เพราะบางกรณีไม่สามารถควบคุมเวลานี้ได้
- อย่าขัดจังหวะการผลิต ด้วยเหตุอันใดก็ตาม
- จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจะทำให้ไม่มีงานรอหรือมีชิ้นงานคงค้างระหว่างกระบวนการ (Wok in Process. WP) หรือเกิดคอขวด (Bottleneck)
- ลดปริมาณการขนย้าย หรือเคลื่อนย้าย
- ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต
- จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม

4. ใช้ระบบดึง (Pull) ทันเวลาพอดี ในแนวคิดแบบลีน สินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกพิจารณาเป็นเรื่องการสูญเปล่า ฉะนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ขายไม่ได้จะเป็นการสูญเปล่าเช่นเดียวกัน ดังนั้นการให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าของกระบวนการ คือ การทำการผลิตเมื่อลูกค้าภายในและภายนอกเป็นการผลิตที่เข้าใกล้กับลักษณะของการผลิตตามสั่ง ไม่ใช่การผลิตเพื่อเก็บและการรอขายถือเป็นความสูญเปล่าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นเพราะการรอคอย วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันวลาพอดีคือ การสร้างความสมดุลและความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตต่อเวลา จึงได้นำช่วงเวลาเริ่มต้นมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดสมดุลของการไหล เป็นตัวคำนวณมาตรฐานของคุณค่าบนความต้องการของลูกค้า และเป็นความรวดเร็วที่กำหนดให้ระบบการผลิตเพื่อให้ได้ตามความต้องการในระบบการผลิตแบบลีน จึงเป็นเครื่องมือที่เชื่อมระหว่างการผลิตกับลูกค้าและเป็นตัวกำหนดอัตราการผลิต การประเมินสภาพการผลิต การคำนวณแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน การพัฒนาเส้นทางสำหรับการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งนำไปสู่การค้นหาปัญหาและหาคาตอบที่ต้องการ

5. สร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่า (Perfection) หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้า รู้และเข้าใจในคุณค่าของสินค้าที่ผลิต จัดทำแผนภาพคุณค่า โดยให้ถูกค้าเป็นผู้ดึงงาน และกำหนดกิจกรรมในการผลิตแล้ว ต่อมาก็คือ การพยายามพิมคุณค่ให้กับสินค้และบริการอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่าให้พบและกำจัดอย่างต่อเนื่องตลอดไป ซึ่งก็คือ แนวคิด PDCA (Plan-Do-Check-Action) การทำให้ประสบความสำเร็จนั้นได้รับผลมาจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพในหลักการที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ควรให้โอกาสที่จะปรับปรุงในเรื่องของการลดเวลาลดพื้นที่ ลดต้นทุน และการลดความผิดพลาดเกี่ยวกับการสร้างผลผลิตและการจัดการ ซึ่งเป็นผลตอบสนองไปยังความต้องการของลูกค้า โดยทั่วไปองค์ประกอบ 3 ประการ ที่แนวคิดแบบลีนมุ่งเน้น ได้แก่ ประการแรก บรรลุถึงการออกแบบผลิคภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาของลูกค้า ประการที่สอง เป็นการวางโครงสร้งระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง ระบบคงคลังเป็นศูนย์ การผลิตทันเวลาพอดี ของเสียเป็นศูนย์ และประการที่สามความสมบูรณ์แบบ คือ การเพิ่มคุณค่ามากที่สุดโดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องหรือ Kaizen ดังนั้น การบริการ และการดำเนินงานขั้นต่อไปควรคำนึงถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่เป็นไปได้ ซึ่งเป็นความสูญเปล่า และกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง

2.1.2 การปรับปรุงงานเพื่อการเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement)

จากการผลิตที่มักพบความสูญเปล่า (Muda หรือ Waste หรือ NVA) คือ การกระทำใดๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไป ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่นๆ แต่ไม่ได้ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง ภาษาญี่ปุ่นจะเรียกความสูญเปล่านว่า มุดะ (Muda) หรือ ความสูญเปล่าก็คือการกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการนั่นเอง โดยการที่จะบอกว่าการกระทำนั้น มีคุณค่าหรือไม่ ให้ตัดสินกันที่สินค้าหรือบริการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าสินค้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั่น ถือว่าการกระทำนั้นไม่มีคุณค่าต่อตัวผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปพบว่าในงานที่ทำกันอยู่ 100 งาน จะเป็นงานที่มีคุณค่าอยู่เพียง 5 งาน หรือ 5% เท่านั้น ที่เหลืออีก 95% นั้น ถือว่าเป็นงานหรือการกระทำที่ไม่มีคุณค่า ซึ่งสามารถแบ่งกิจกรรมเหล่านัน้ ออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้ (โกศล, 2547)

1. กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity : VA) 5%
2. กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non Value Added Activity : NVA) 95%

— ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ 60% (ชนิดที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ 35% (ชนิดที่ 2)

เมื่อทราบถึงองค์ประกอบชนิดของงานที่ทำไปในการผลิตแล้ว สิ่งที่จำเป็นต้องทำก็คือ

1. หางานที่เป็น NVA ให้พบว่ามีงานอะไรบ้าง และทำอยู่ที่ใดบ้างในโรงงาน
2. เมื่อพบ NVA ให้พิจารณาว่างานนั้นๆ จำเป็นต้องทำจริงๆ หรือไม่เป็น NVA ชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2
3. หากเป็น NVA ชนิดที่ 2 ให้ยกเลิกงานนั้นเสีย ไม่จำเป็นต้องทำอีกต่อไป
4. หากเป็น NVA ชนิดที่ 1 ให้พิจารณาดูว่าควรทำอย่างไรให้ประหยัดที่สุดทำอย่างไรให้ทำน้อยลง โดยที่ผลงานยังคงดีเท่าเดิม

ความสูญเปล่า หรือมุดะ แบ่งออกเป็น 7 ชนิด (7 Wastes) ได้แก่ (วันชัย, 2548)

- การมีของเสีย (Defect)
- การผลิตที่มากเกินไปโดยไม่จำเป็น (Overproduction)
- การมีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (Unnecessary Inventory)
- การมีกระบวนการที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Processing)
- การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions)
- การขนส่งที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transportation)
- การรอคอย (Waiting)

ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็น และไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัท ดังนั้น ทุกบริษัทควรจะทำการลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลง การลดความสูญเปล่านอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิต และสามารถเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนที่เกิดในบริษัทอีกด้วย

หลักทั่วไปในการปรับปรุงงาน เพื่อความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการข้างต้นนั้นไม่ว่าจะเป็นงานประเภทใด มีหลักใหญ่ๆ ที่ใช้ได้โดยทั่วไปอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1. การกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป (Eliminate)

งาน หรือการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น หมายถึง การสูญเปล่าของแรงงาน เวลา วัสดุของ หรือเงินทุน ค่าใช้จ่ายที่นำมาลงทุน หรือดำเนินกิจการ หรือจัดงานนั้นขึ้น การพิจารณาขั้นตอนการทำงานเพื่อการกำจัดออกนั้น จะเริ่มโดยการพิจารณาว่า จะกำจัดขั้น ตอนการทำงานได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากปัจจัยต่อไปนี้

— งานขั้นตอนนี้อาจจะไม่มีความสำคัญอีกต่อไปแล้ว

— งานขั้นตอนนี้อาจจะมีขึ้นเพื่อความสะดวกสบายของพนักงานเท่านั้น

— งานขั้นตอนนี้อาจจะตัดออกได้ ถ้ามีการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- งานขั้นตอนนี้อาจจะตัดออกได้ ถ้ามีการใช้เครื่องมือที่ดีกว่าเดิม

2. การรวมขั้นตอนการทำงานหลายส่วนเข้าด้วยกัน (Combine)

ในกระบวนการผลิต ถ้าแบ่งขั้นตอนการผลิต หรือการปฏิบัติงานมากเกินไป จะทำให้ใช้อุปกรณ์เครื่องมือ การเคลื่อนย้ายวัสดุมากเกินความจำเป็น ก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา เช่นความไม่สมดุลในหลายขั้นตอนของกระบวนการผลิต การทำงานเกิดความล่าช้า เสียเวลา จึงจำเป็นต้อหาทางรวมขั้นตอนหรือส่วนของงานที่จำเป็นนั้น มารวมกันใหม่ในการรวมขั้นตอนหรือส่วนที่จำเป็นของงานเข้าด้วยกันนั้นกระทำได้โดยพิจารณาว่าจะรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกันได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากปัจจัยต่อไปนี้

- การออกแบบสถานที่ทำงานและเครื่องมือใหม่
- การเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงาน
- การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ และรายละเอียดของชิ้นส่วน
- การเพิ่มทักษะให้แก่พนักงานผลิต

3. การจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange)

ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้น การผลิตจำนวนน้อยก่อน เพราะอยู่ในขั้นตอนทดลอง แต่เมื่อมีการขยายกำลังการผลิต ปริมาณการผลิตจะเพิ่มขึ้น ทีละน้อย หากลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานยังคงเหมือนเดิม มักเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการไหลของงานไม่สะดวก เพราะจำนวนผลิตเพิ่มขึ้นกว่าเดิม จึงจำเป็นต้องจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่

4. การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify)

เป็นการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมโดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ Fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทางานที่ไม่จำเป็น หรือในกรณีงานที่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ยุ่งยากซับซ้อน หรือเข้าใจยาก ก็ต้องหาแนวทางทำให้ง่ายขึ้น หรือหาแนวทางในการใช้เครื่องผ่อนแรง หรือเครื่องมือ เครื่องจักรที่ทันสมัยและสามารถทางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานการที่จะพิจารณาว่าจะปรับปรุงขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่ สามารถพิจารณาจากปัจจัยต่อไปนี้

- การวางผังสถานที่ทำงานใหม่
- การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ให้ดีขึ้น
- การฝึกพนักงาน การควบคุมการทำงาน และการให้บริการอย่างดี
- การแบ่งขั้นของงานให้ย่อยลงถ้าจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการศึกษาเวลา (Time Study)

2.2.1. เครื่องมือการศึกษาเวลาโดยตรง (Tool for Direct Time study)

การศึกษาเวลาโดยตรงเป็นวิธีการศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาและแผงบันทึกข้อมูล และอาจมีกล้องถ่ายภาพยนตร์ด้วยในบางกรณี เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

นาฬิกาจับเวลา สเกลบอกเวลาที่นิยมใช้ในการจับเวลาแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

ก. แบบวินาที นาฬิกาแบบนี้หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 60 ช่อง เมื่อเข็มยาวหมุนได้ 1 รอบ จะเท่ากับ 1 นาที และ 1 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะ = $\frac{1}{60}$ นาที หรือ = 1 วินาที

ข. แบบทศนิยมของนาที นาฬิกาแบบนี้หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 100 ช่อง 1 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะเท่ากับ $\frac{1}{100}$ นาที หรือ 0.01 วินาที

ค. แบบทศนิยมของชั่วโมง หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 100 ช่องเช่นกัน แต่เมื่อเข็มนาฬิกาหมุนได้ 1 รอบ จะเท่ากับ $\frac{1}{100}$ ชั่วโมง หรือ 36 วินาที ดังนั้น 1 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะอ่านค่าได้ = $\frac{1}{1000}$ ชั่วโมง หรือ 0.0001 ชั่วโมง

นาฬิกาแบบไขลาน แบ่งออกเป็นแบบสองเข็มหรือสามเข็มตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

ก. แบบ 2 เข็ม ใช้สำหรับการจับเวลาแบบ Repetitive Timing หรือ Snap Back Timing ซึ่งแบบปุ่มเดียวจะควบคุมการเดิน หยุด และกลับไปศูนย์ตามลำดับ แบบสองปุ่มจะกดเดินและหยุดจากปุ่มบน และตั้งศูนย์ที่ปุ่มข้าง

ข. แบบ 3 เข็ม ใช้สำหรับการจับเวลาแบบ Continuous Timing หรือการจับเวลาแบบต่อเนื่อง

ในปัจจุบันนาฬิกาทั้งสามแบบมีทั้งแบบเข็มและแบบตัวเลข โดยแบบตัวเลขจะสามารถปรับ Mode ให้จับเวลาได้ทั้งแบบต่อเนื่อง (Continuous) และแบบย้อนกลับ (Snap Back) และมีหน่วยความจำที่สามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 5 ถึง 10 ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนาฬิกาจับเวลาทั้งสามแบบข้างต้นแล้ว ยังมีนาฬิกาบางรุ่นที่ออกแบบมาพิเศษเพื่อใช้จับเวลาของการศึกษาแบบ Predetermined Motion Time Study (PMTS) โดยวัดหน่วยของเวลาเป็น TMU (1 TMU = 0.00001 hr. หรือ = 0.0006 min. หรือ = 0.036 sec.) นาฬิกาแบบนี้เมื่อเข็มยาวหมุน 1 รอบ จะเท่ากับ 3.6 วินาที หรือ 100 TMU

แผ่นสำหรับรองเวลาบันทึกข้อมูล เนื่องจากการศึกษาเวลาส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งต้องมีแผ่นกระดานเพื่อใช้รองกระดาษบันทึกข้อมูลเพื่อความสะดวกในการเขียน ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีดิจิตอลมีแผ่นรองเก็บบันทึกข้อมูลที่มีนาฬิกาดิจิตอล ซึ่งมีปุ่มกดอยู่ใกล้นิ้วมือเพื่อความสะดวกในการใช้งานวางจำหน่ายแล้ว

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล (Time Study Observation Sheets) แบบฟอร์มสำหรับใช้ในการศึกษาเวลา มีดังนี้

ก. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายละเอียดในการปฏิบัติงาน
ข. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลเวลา
ค. แบบฟอร์มสรุปผลการศึกษา

กล้องถ่ายภาพยนตร์ ในกรณีที่ต้องอาศัยการถ่ายภาพยนตร์ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของการทำงาน

เครื่องวัดความเร็วรอบ (Techometer) ในกรณีที่มีการจับเวลาของการทำงานของเครื่องจักรจำเป็นต้องมีเครื่องวัดความเร็วรอบไว้ตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักร

เครื่องคิดเลข ใช้สำหรับคำนวนหรือประมวลผลของข้อมูลที่ได้

2.2.2. ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง (Process of the Direct Time Study)

แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกงานและบันทึกรายละเอียดของงานที่จะทำการศึกษา
2) แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อยและเขียนรายละเอียดกำกับไว้
3) คำนวณหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน พร้อมทั้งประเมินอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (Rating Factor)

5) กำหนดค่าเผื่อต่าง (Allowances Factor) ในการทำงานในสามส่วน ดังนี้

— ค่าเผื่อส่วนบุคคลชาย = 5% และค่าเผื่อส่วนบุคคลหญิง = 7% ของเวลาทำงาน

— ค่าเผื่อจากความเครียดจากลักษณะงาน

— ค่าเผื่อของความล่าช้าสำหรับงานนั้น

6) ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ดังนี้

— หาค่าเฉลี่ยจากเวลาของงานย่อยที่บันทึกไว้

— หาค่าเวลาปกติโดยคำนวณจากสูตร

เวลาปกติ = เวลาเฉลี่ย x %ค่าประเมินความเร็ว

— คำนวณเวลามาตรฐานจากสูตร

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าเผื่อ

7) สรุปผลการศึกษาลงในแบบฟอร์มใบสรุปข้อมูลเวลา เพื่อนำเสนอหรือนำไปใช้งานต่อไป

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแผนผังสาเหตุและผล (Cousre and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา(Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผลในชื่อของ " ผังก้างปลา(Fish Bone Diagram) " เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลายๆคนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า(Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปีค.ศ.1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุอิชิกาว่าแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

แผนผังสาเหตุและผลโดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น(JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลานี้ว่า"เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา" โดยจะใช้แผนผังสาเหตุและผลเพื่อ

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

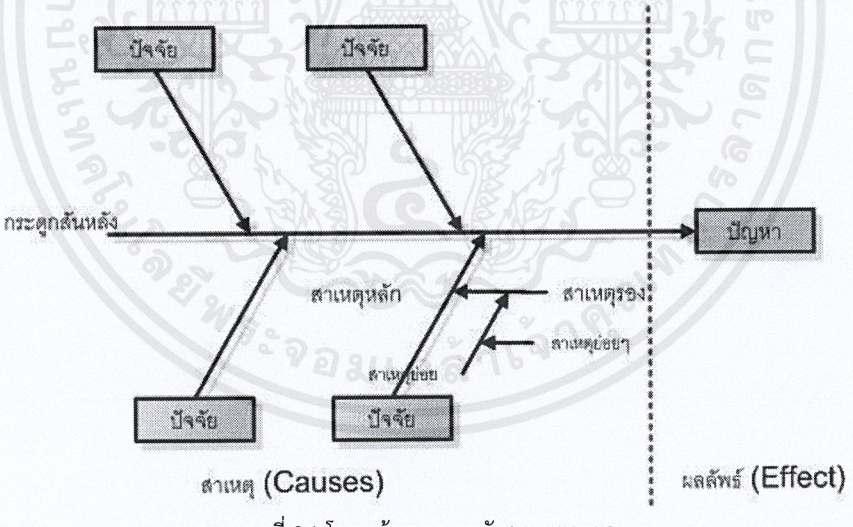
2. เมื่อต้องการทำการศึกษาทำความเข้าใจหรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆเพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้นแต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้วจะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมองซึ่งจะช่วยให้ทุกๆคนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผังคือต้องทาเป็นทีมเป็นกลุ่มโดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลาส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา(หัวปลา)

— สาเหตุหลัก

— สาเหตุย่อย

สาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลักเป็นต้น

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัยเพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งมาจาก

M Man คนงานหรือพนักงานหรือบุคลากร

M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในกระบวนการ

M Method กระบวนการทำงาน

E Environment อากาศสถานที่ความสว่างและบรรยากาศการทำงาน

แต่ไม่ได้หมายความว่าการกาหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากเราไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้วปัจจัยนำเข้า (Input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไปเช่นปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้หรืออาจจะเป็น MILK (Management, Information, Leadership, Knowledge) ก็ได้ นอกจากนั้นหากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้วก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้วจะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุและจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลาเช่นอัตราของเสียอัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพอัตราการเกิดอุบัติเหตุหรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้นเป็นต้นซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงามคือการถามทำไมทำไม ทำไมในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

1. ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่างๆที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิกแผนภูมิก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม
2. ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อยๆของปัญหาทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาซึ่งทาให้เราสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

ข้อเสีย

1. ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิก้างปลาเป็นตัวกำหนดซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนภูมิก้างปลา
2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมความคิด

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนภูมิกิจกรรมพหุกิจกรรม (Multiple Activity Chart)

ใชแสดงความสัมพันธของการทำงานของพนักงานหลายคนซึ่งตองทำงานเกี่ยวของกันหรือคนงานหลายคนซึ่งทำงานรวมกันในบริเวณเดียวกันหรือตองใช้เครื่องจักรรวมกันอาจเปนการศึกษาการทำงานของพนักงานคนเดียวซึ่งทำงานสัมพันธกับเครื่องจักรหรือตองดูแลเครื่องจักรหลายเครื่องพรอมกัน

จุดมุงหมายในการวิเคราะหลงบนแผนภูมินี้ก็เพื่อวิเคราะหกิจกรรมที่ทำรวมกันและแยกทำเพื่อลดเวลาวางงานของพนักงานและเครื่องจักรลงหรือเพิ่มผลิตภาพในการทำงาน

สัญลักษณ์ของแผนภูมิพหุกิจกรรม

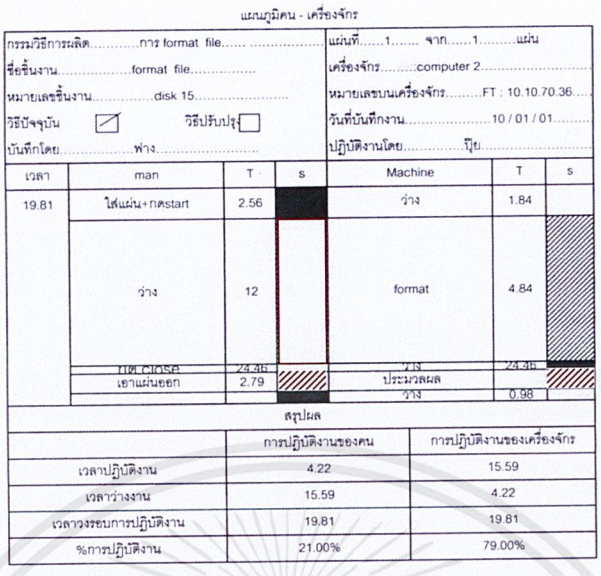
การทำงานร่วมกัน

ว่างงาน

การทำงานเป็นเอกเทศ

แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart) เป็นแผนภูมิที่แสดงกิจกรรมในสถานีที่มีคนทำงานร่วมกับเครื่องจักร เพื่อดูว่าในรอบการทำงานแต่ละรอบนั้นมีการว่างงานเกิดขึ้นกับคนหรือเครื่องจักรอย่างไรบ้าง แล้วหาทางกำจัดการว่างงานนั้น แผนภูมิจะแสดงการทำงานของคนและเครื่องจักรเทียบกับแกนเวลาและใช้สัญลักษณ์เหมือนกับแผนภูมิพหุกิจกรรม จากแผนภูมิจะทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าเวลาใดที่คนและเครื่องจักรทำงานไม่เกี่ยวข้องกัน เวลาใดทำงานร่วมกันและเวลาใดเกิดการรอคอย หรือว่างงานเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิคน - เครื่องจักร

กรรมวิธีการผลิต.....การ format file.....				แผ่นที่.....1..... จาก.....1.....แผ่น		
ชื่อชิ้นงาน.....format file.....				เครื่องจักร.....computer 2.....		
หมายเลขชิ้นงาน.....disk 15.....				หมายเลขบนเครื่องจักร.....FT : 10.10.70.36.....		
วิธีปัจจุบัน ☒ วิธีปรับปรุง ☐				วันที่บันทึกงาน.....10 / 01 / 01.....		
บันทึกโดย.....พ่าง.....				ปฏิบัติงานโดย.....ปุ๊ย.....		
เวลา	man	T	s	Machine	T	s
19.81	ใส่แผ่น+restart	2.56		ว่าง	1.84	
	ว่าง	12		format	4.84	
	ถอด close	24.36		ว่าง	24.36	
	เอาแผ่นออก	2.79		ประมวลผล		
				ว่าง	0.98	

สรุปผล

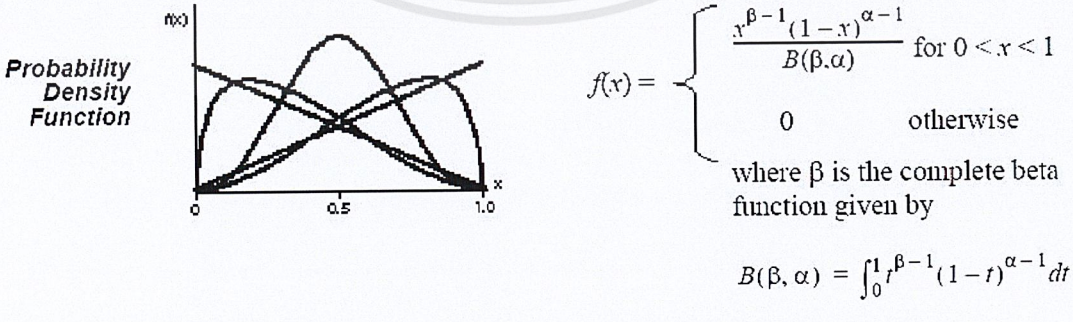
	การปฏิบัติงานของคน	การปฏิบัติงานของเครื่องจักร
เวลาปฏิบัติงาน	4.22	15.59
เวลาว่างงาน	15.59	4.22
เวลาวงรอบการปฏิบัติงาน	19.81	19.81
%การปฏิบัติงาน	21.00%	79.00%

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิคน-เครื่องจักร ที่มา: https://slideplayer.in.th/slide/2167267/

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับฟังก์ชั่นการแจกแจง (Distribution Function)

ตัวแปรสุ่มในประชากรหรือการทดลองใด ๆ ก็ตาม จะมีรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นอย่างหนึ่ง ซึ่งรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรมีหลายรูปแบบ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงที่มีใช้ในโปรแกรม Arena เท่านั้น

การแจกแจงเบต้า (Beta Distribution) เป็นการแจกแจงสัดส่วนแบบสุ่ม เช่น สัดส่วนของเสียที่เกิดจากการผลิตจำนวนมาก ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และด้วยความสารมารถในการที่จะใช้ความหลากหลายของรูปทรงของการกระจายตัว จึงมักจะใช้เป็นแบบหยาบของการกระจายตัวในกรณีที่ไม่มีข้อมูล โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.3



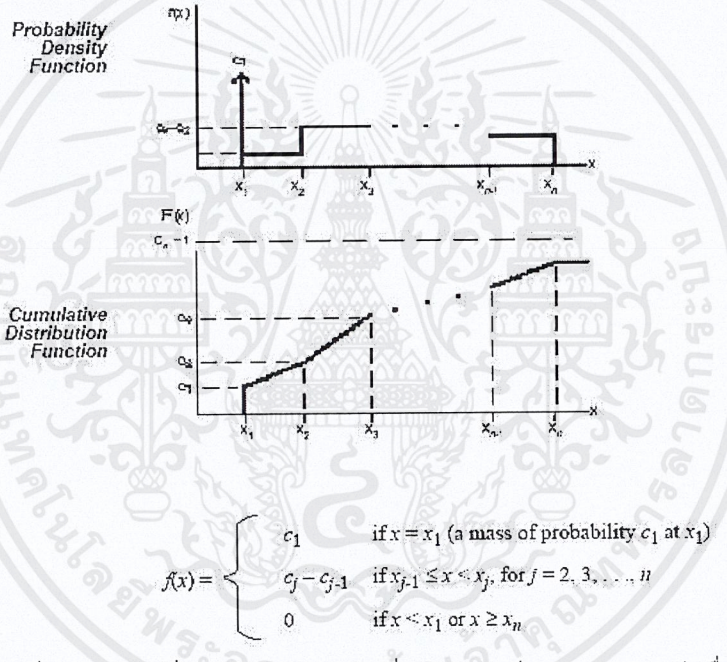
ภาพที่ 2.3 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเบต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมี พารามิเตอร์ BETA (β,α) คือ

1. เบต้า (β) คือ ตัวแปรรูปทรงของเบต้า
2. อัลฟ่า (α) คือ จำนวนจริงบวกใด ๆ

การแจกแจงต่อเนื่อง (Continuous Distribution) มักจะใช้ในการรวบรวมข้อมูลจริงสำหรับรูปแบบตัวแปรสุ่มต่อเนื่องโดยตรง การแจกแจงนี้สามารถใช้เป็นทางเลือกในการแจกแจงทางทฤษฎีที่ได้รับการกำหนดข้อมูลมาให้ เช่น ในข้อมูลที่มีรายละเอียดต่อเนื่องหรือในกรณีที่มีค่าผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.4



$$f(x) = \begin{cases} c_1 & \text{if } x = x_1 \text{ (a mass of probability } c_1 \text{ at } x_1) \\ c_j - c_{j-1} & \text{if } x_{j-1} \le x < x_j, \text{ for } j = 2, 3, \ldots, n \\ 0 & \text{if } x < x_1 \text{ or } x \ge x_n \end{cases}$$

ภาพที่ 2.4 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงต่อเนื่อง

โดยมี พารามิเตอร์ CONT(C1,X1,...,CnXn) คือ

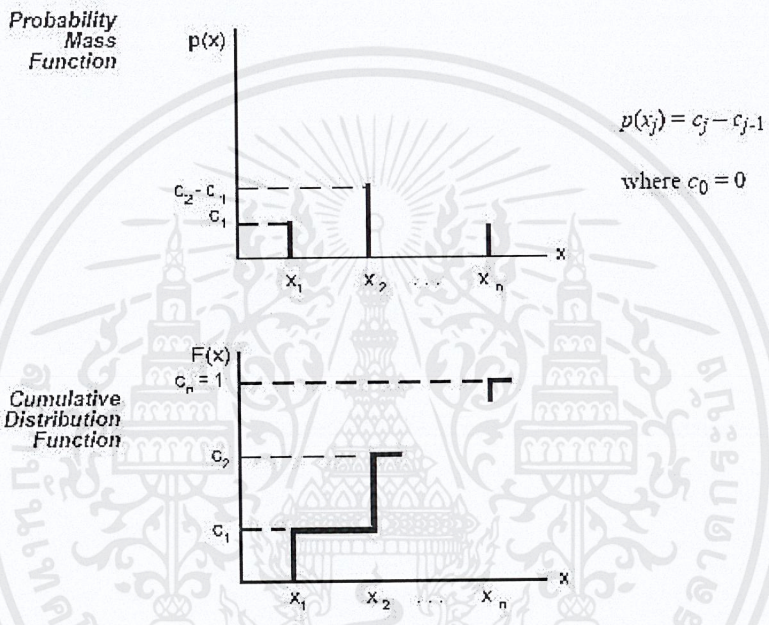
1. Cumulative probabilities, ComP (C1) คือ ความน่าจะเป็นสะสม
2. Value, Val (X1) คือ ค่าที่เกี่ยวข้อง

ในโปรแกรม Arena จะส่งกลับค่าตัวอย่างจากการนิยามการกระจายตัวของผู้ใช้งาน โดยจะเป็นคู่ความน่าจะเป็นสะสมกับค่าที่เกี่ยวข้องที่กำหนดไว้ ค่าตัวอย่างที่ส่งกลับจะเป็นจำนวนจริงระหว่าง X1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง Xn และจะน้อยกว่าหรือเท่ากับแต่ละ Xj ร่วมกับ Cj ค่าของ Xj ต้องเพิ่มขึ้นตามค่า j ค่าของ Cj ทั้งหมดต้องอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ต้องเพิ่มขึ้นตามค่า j และ Cn ต้องเป็น 1

การแจกแจงไม่ต่อเนื่อง (Discrete Distribution) มักจะถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลการทดลองสำหรับรูปแบบตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่องโดยตรง การแจกแจงนี้มักถูกใช้สำหรับการมอบหมายงานที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น ประเภทงาน ลำดับการเยี่ยมชม หรือการมาถึงของกลุ่มวัตถุ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงไม่ต่อเนื่อง

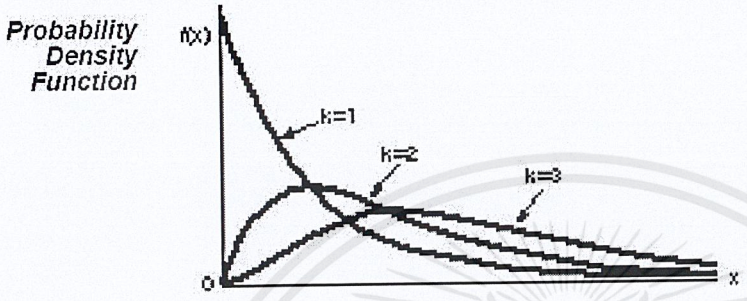
โดยมี พารามิเตอร์ DISC (C1,X1,...,CnXn) คือ

1. Cumulative probabilities, ComP (C1) คือ ความน่าจะเป็นสะสม
2. Value, Val (X1) คือ ค่าที่เกี่ยวข้อง

ในโปรแกรม Arena จะส่งกลับค่าตัวอย่างจากการนิยามการกระจายตัวไม่ต่อเนื่องของผู้ใช้งาน การกระจายตัวนี้นิยามโดยเซตของ n ค่าเป็นไปได้ที่ไม่ต่อเนื่อง แสดงโดย X1, X2...,Xn ซึ่งสามารถส่งกลับค่า โดยฟังก์ชั่นและความน่าจะเป็นสะสมที่เกี่ยวข้อง แสดงโดย C1, C2...,Cn กับค่าที่ไม่ต่อเนื่องเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงเออร์แลงค์ (Erlang Distribution) ใช้ในสถานการณ์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ต่อเนื่อง และแต่ละขั้นตอนมีการกระจายตัวแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับค่า k ขนาดใหญ่ เออร์แลงค์เป็นการแจกแจงปกติ การกระจายตัวนี้มักจะถูกนำมาใช้เพื่อเป็นตัวแทนของเวลาที่ต้องการให้งานสำเร็จ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.6



$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\beta^{-k} x^{k-1} e^{-x/\beta}}{(k-1)!} & \text{for } x > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ภาพที่ 2.6 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเออร์แลง

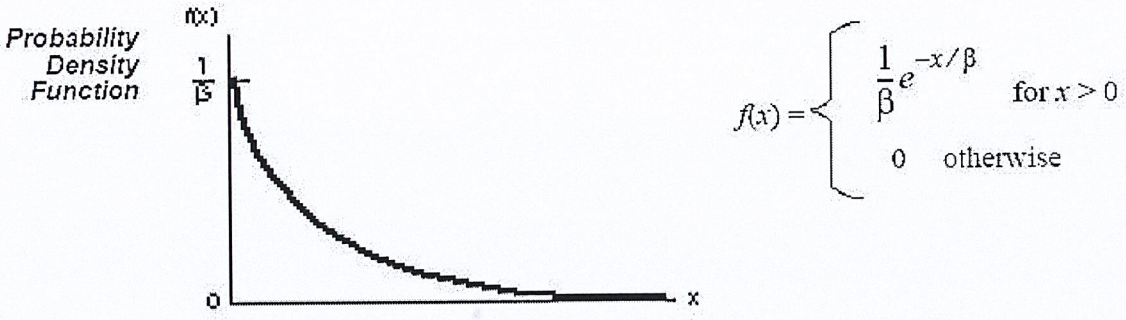
โดยมี พารามิเตอร์ ERLA (β,k) คือ

1. เบต้า (β) คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนชียล
2. จำนวนเต็ม (k) คือ จำนวนของตัวแปรสุ่มเอ็กซ์โปเนนเชียล

ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล ให้ระบุเป็นจำนวนจริงบวก และค่าจำนวนเต็ม ให้ระบุเป็นจำนวนเต็มบวก

การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution) มักจะใช้กับรูปแบบเวลาระหว่างเหตุการณ์การมาถึงแบบสุ่ม และกระบวนการที่เสียหาย แต่โดยทั่วไปไม่เหมาะสมกับรูปแบบของกระบวนการที่มีการล่าช้าของเวลา การกระจายตัวนี้จะเป็นประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริการ เช่น ธุรกิจค้าปลีก หรือศูนย์โทรศัพท์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของลูกค้าตลอดทั้งวัน โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.7

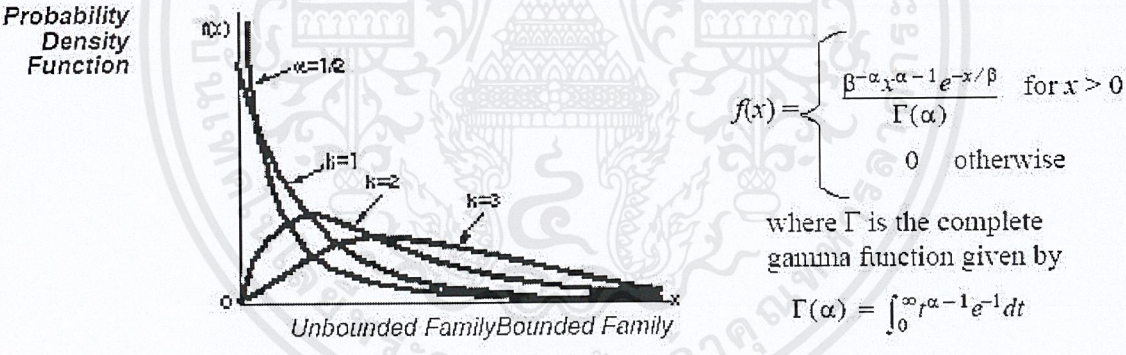
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยมี พารามิเตอร์ EXPO คือ เบต้า (β) คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจง ค่าเฉลี่ยของการแจกแจง ให้ระบุเป็น จำนวนจริงบวก

การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution) มักจะถูกใช้ในการแสดงเวลาที่ต้องการให้บางงานสำเร็จ เช่น เวลาทำงานเครื่องจักร หรือ เวลาซ่อมแซมเครื่องจักร โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.8



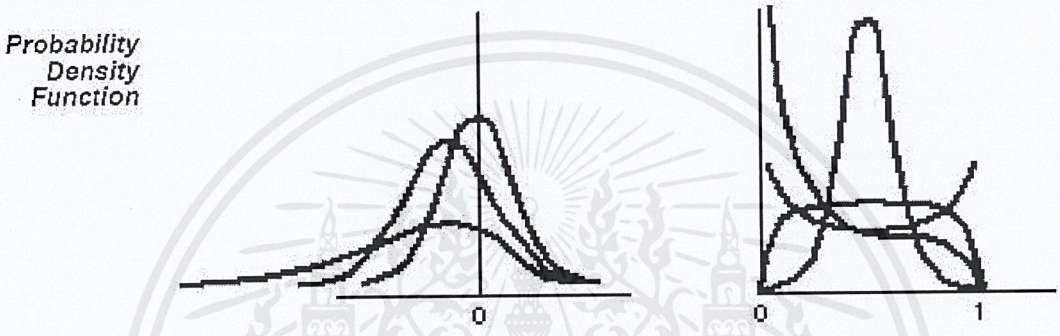
ภาพที่ 2.8 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา

โดยมี พารามิเตอร์ GAMM (β,α) คือ

1. เบต้า (β) คือ ตัวแปรขนาด ระบุจำนวนจริงบวกใด ๆ
2. อัลฟ่า (α) คือ ตัวแปรรูปทรง 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงจอร์นสัน (Johnson Distribution) ความยืดหยุ่นของการกระจายตัว ช่วยให้มันเหมาะกับชุดข้อมูลจำนวนมาก โปรแกรม Arena สามารถได้ค่าตัวอย่างจากทั้งการกระจายตัวแบบมีขอบเขต และไม่มีขอบเขต ถ้าเดลต้า (δ) ส่งค่าเป็นจำนวนบวก จะใช้การกระจายตัวแบบมีขอบเขต และถ้าเดลต้าส่งค่าเป็นจำนวนลบ จะใช้การกระจายตัวแบบไม่มีขอบเขต โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นดังภาพที่ 2.9



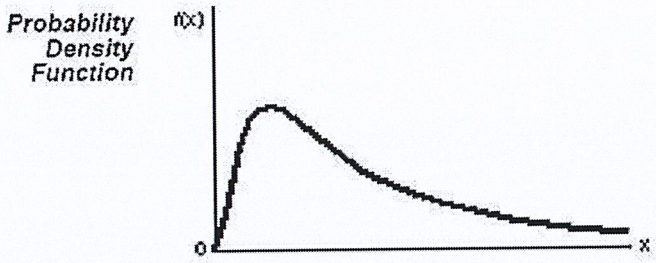
ภาพที่ 2.9 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงจอร์นสัน

โดยมี พารามิเตอร์ JOHN (γ,δ,λ,ξ) คือ

1. แกมมา (γ) คือ ตัวแปรรูปทรง
2. เดลต้า (δ) คือ ตัวแปรรูปทรง
3. แลมด้า (λ) คือ ขนาดของตัวแปร
4. ซิ (ξ) คือ ตำแหน่งของตัวแปร

การแจกแจงล็อกปกติ (Lognormal Distribution) ถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ซึ่งมีปริมาณการสุ่มจำนวนมากของปริมาณผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการใช้บ่อยในการแสดงเวลาของงานที่มีการกระจายตัวไปทางบวก โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Denote the user-specified input parameters as LogMean = μ_l and LogStd = σ_l.

Then let $\mu = \ln(\mu_l^2 / \sqrt{\sigma_l^2 + \mu_l^2})$ and

$$\sigma = \sqrt{\ln\left[(\sigma_l^2 + \mu_l^2)/\mu_l^2\right]}$$

the probability density function can then be written as

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sigma x\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln(x)-\mu)^2/(2\sigma^2)} & \text{for } x > 0 \\ 0 \quad \text{otherwise} \end{cases}$$

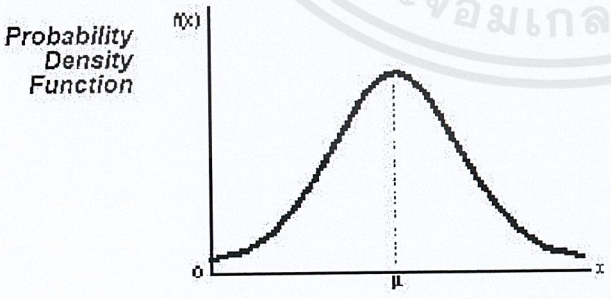
ภาพที่ 2.10 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงล็อกปกติ

โดยมี พารามิเตอร์ LOGN (μ,σ) คือ

1. ล๊อกเฉลี่ย (μ) คือ ตัวแปรลู่เข้าสู่ค่าเฉลี่ย
2. ล๊อกมาตรฐาน (σ) คือ ตัวแปรลู่เข้าสู่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

พารามิเตอร์ทั้งสองจะต้องระบุเป็นจำนวนจริงบวกเท่านั้น

การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) จะใช้ในสถานการณ์ที่ทฤษฎีบทกำหนดศูนย์กลาง นั่นคือ ปริมาณที่มีผลรวมของจำนวนอื่น ๆ ซึ่งมีข้อมูลหลายชนิดโดยธรรมชาติเป็นการแจกแจงปกติ เช่น ค่าความผิดพลาดในด้านขนาด น้ำหนัก หรือปริมาตร นอกจากนี้ยังใช้สำหรับกระบวนการสังเกตหลายอย่างที่ปรากฏว่ามีค่าสมมาตร โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.11



$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad \text{for all real } x$$

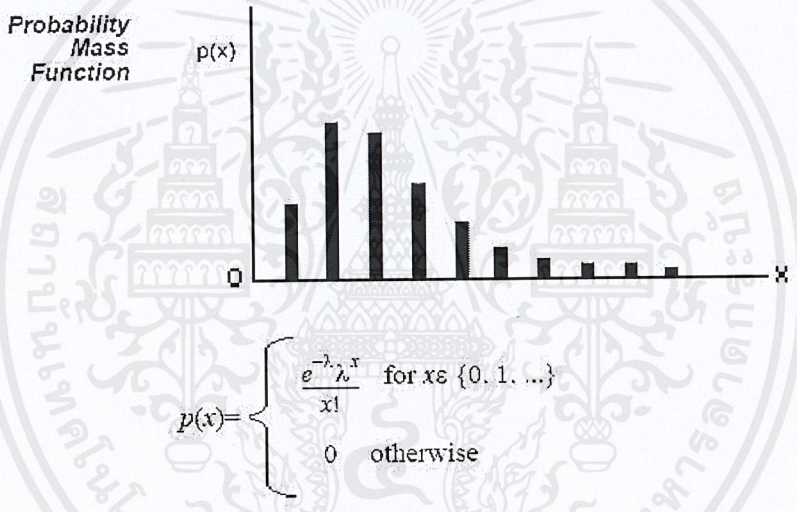
ภาพที่ 2.11 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่าเฉลี่ย (μ) คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด ระบุเป็นจำนวนจริง

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) คือ ค่าที่แสดงความเบี่ยงเบนของข้อมูล ระบุเป็นจำนวนจริงบวก

การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson Distribution) เป็นการกระจายแบบไม่ต่อเนื่องที่มักใช้ในการสร้างแบบจำลองจำนวนเหตุการณ์สุ่มที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด หากเวลาระหว่างเหตุการณ์ต่อเนื่องรูปแบบการแจกแจงจะเปลี่ยนเป็น การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล ดังนั้นแล้วจำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนดจะเป็นการแจกแจงแบบปัวส์ซอง การแจกแจงนี้จะใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบกลุ่มทดลองสุ่ม โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่น และฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.12

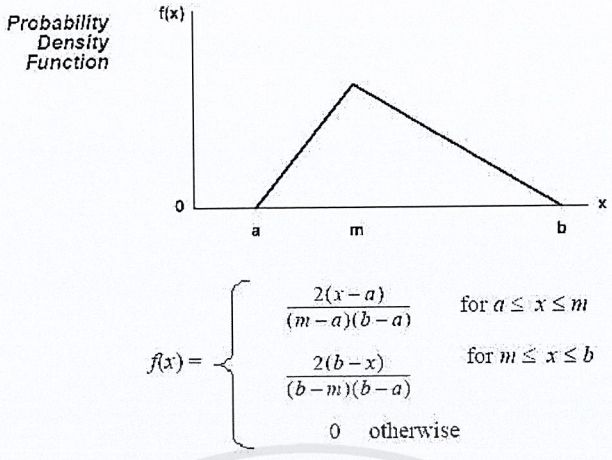


ภาพที่ 2.12 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง

โดยมี พารามิเตอร์ POIS คือ แลมด้า (λ) คือ ค่าเฉลี่ย ระบุจำนวนจริงบวก

การแจกแจงสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) เป็นที่นิยมใช้ในสถานการณ์ที่มีรูปแบบที่แน่นอนในกรณีที่ไม่รู้การแจกแจง แต่สามารถประมาณการ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าที่นิยมมากที่สุดที่มีอยู่ การแจกแจงนี้จะง่ายต่อการใช้งานและอธิบายกว่าการแจกแจงอื่น ๆ ที่อาจถูกนำมาใช้ในสถานการณ์เช่นนี้ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



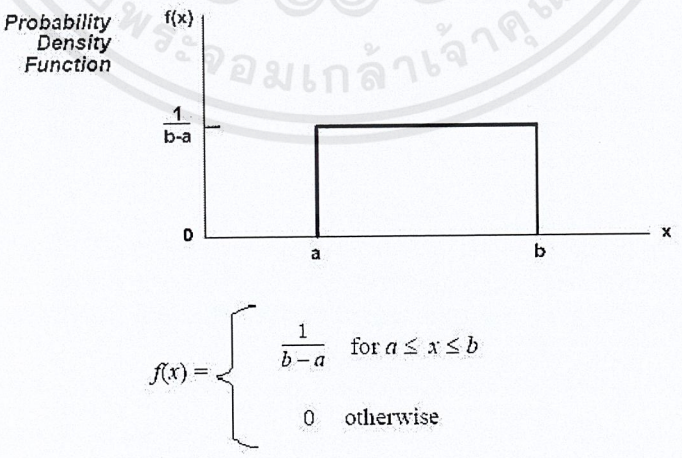
ภาพที่ 2.13 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงสามเหลี่ยม

โดยมี พารามิเตอร์ TRIA (a,m.b) คือ

1. Minimum (a) คือ ค่าต่ำสุด
2. Mode (m) คือ ค่าที่นิยมมากที่สุด
3. Maximum (b) คือ ค่าสูงสุด

ค่าการกระจายระบุเป็นจำนวนจริง ซึ่ง a < m < b

การแจกแจงสม่ำเสมอ (Uniform Distribution) ใช้เมื่อค่าทั้งหมดในช่วงที่จำกัดจะพิจารณาให้มีค่าเทียบเท่ากัน บางครั้งใช้เมื่อไม่มีข้อมูลอื่น ดีกว่าช่วงข้อมูลที่มีอยู่ การแจกแจงนี้มีค่าความแปรปรวนมากกว่าการแจกแจงอื่น ๆ ที่ถูกนำมาใช้เมื่อมีข้อมูลไม่ครบ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงสม่ำเสมอ

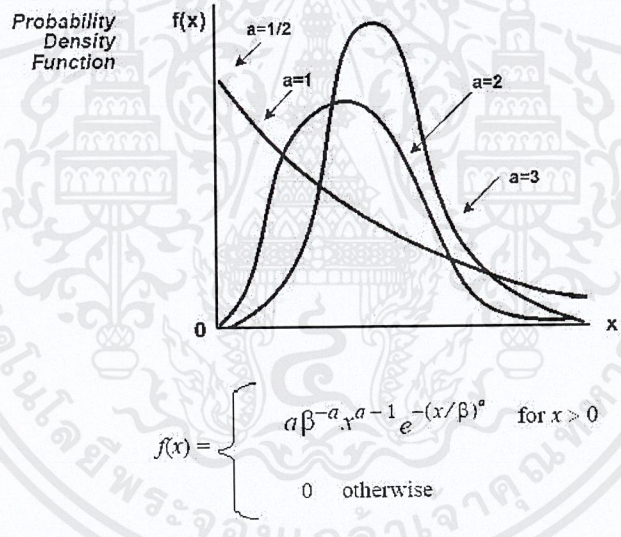
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมี พารามิเตอร์ UNIF(a,b) คือ

1. Minimum (a) คือ ค่าต่ำสุด
2. Maximum (b) คือ ค่าสูงสุด

ค่าการกระจายระบุเป็นจำนวนจริง ซึ่ง a < b

การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution) มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในรูปแบบที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นตัวแทนอายุการใช้งานของอุปกรณ์ หากระบบประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวนมากที่มีความเสียหายไม่เป็นอิสระต่อกัน และหากระบบล้มเหลวเมื่อชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเสียหายเวลาระหว่างที่เกิดความล้มเหลวสามารถประมาณได้โดยการแจกแจงไวบูลล์ โดยมีกราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 กราฟฟังก์ชั่นความหนาแน่นและฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์

โดยมี พารามิเตอร์ WEIB (β,α) คือ

1. เบต้า (β) คือ ค่าขนาดของตัวแปร
2. อัลฟ่า (α) คือ ค่าภาพทรงของตัวแปรระบุเป็นจำนวนจริงบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computor Simulator)

ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญช่วยในการพิจารณา และวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้งานกับระบบจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากยิ่งขึ้น โดยการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลอง ซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้ระบบ หรือปรับปรุงระบบงานเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น โดยปราศจากการรบกวนงานในระบบจริง (รุ่งรัตน์. 2553 น.1-6)

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองปัญหาว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองแบบปัญหาในงานด้านต่างๆ ได้แก่

- การจำลองระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น จำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร
- การจำลองระบบปัญหาด้านการขนส่ง เช่น จำลองเส้นทางการลำเลียงสินค้า
- การจำลองระบบปัญหาด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองสินค้าคงคลังและการผลิต
- การจำลองระบบปัญหาด้านการบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล

2.6.1 ระบบงาน (System)

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะลักษณะว่า ระบบงานมีลักษณะอย่างไร โดยไม่ได้บอกรูปร่างหน้าตาที่แน่ชัด ดังนั้นเมื่อเวลาที่จะทำการศึกษาระบบงานใดระบบงานหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา การบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดแจ้งของระบบงานมักจะบอกโดยการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งก็คือ การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบแต่มีผลต่อการทำงานของระบบ องค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบนี้ เรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมของระบบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(System Environment) องค์ประกอบต่างๆทั้งภายในและภายนอกระบบงานจะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สถานะภาพของระบบงาน (System Status) ดังนั้น นอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้ว ยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านั้น และการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงานอันเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์ประกอบ (ศิริจันทร์. 2544)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงองค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบการกำหนดงานผลิต (Production Scheduling System) (ศิริจันทร์. 2544)

องค์ประกอบ (Element)	ลักษณะเฉพาะตัว (Attributes)	กิจกรรม (Activities)
คนงาน	ความชำนาญ ชื่อ เงินเดือน ฯลฯ	ทำงาน,หยุดทำงาน
เครื่องจักร	ชนิด คุณภาพ จำนวนที่มีอยู่ ฯลฯ	ทำงาน,หยุดทำงาน
วัตถุดิบ	ประเภท ขีดความสามารถการผลิต ฯลฯ	การถูกเปลี่ยนสภาพ
กระบวนการผลิต	ปริมาณที่ต้องผลิต กำหนดส่งงาน ฯลฯ	อยู่ระหว่างการผลิต

2.6.2 ประเภทของระบบงาน (Type of System)

การจำแนกประเภทของระบบงานอาจจำแนกได้หลายแบบแล้วแต่การนำไปใช้งาน ในการจำลองแบบปัญหา การจำแนกระบบงานเพื่อความสะดวกในการใช้งานนั้นมักจะจำแนกโดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบ เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ระบบงาน (System)

ระบบต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Continuous versus Discrete Systems) โดยพิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลา อย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบงานต่อเนื่อง แต่ถ้าการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบเป็นช่วง

ระบบตายตัวหรือระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus Stochastic Systems) ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานะภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานะภาพเป็นแบบสุ่ม และในบางกรณีก็สามรถหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนสถานะภาพ

2. ตัวแบบจำลอง (Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง แบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

3. โครงสร้างของแบบจำลอง (Structure of Simulation Model)

โครงสร้างของแบบจำลอง อาจเขียนเป็นรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$E = f(x_i, y_i)$$

โดยที่ E คือ ผลของการปฏิบัติการของระบบ

x_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้

y_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้

f คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง x_i และ y_i ที่ทำให้เกิด E

รูปแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เราเห็นว่า สมรรถนะของระบบนั้น เป็นผลกระทบเนื่องมาจากตัวแปรต่างๆทั้งที่อยู่และไม่อยู่ในความควบคุมของเรา และโดยที่ระบบทุกระบบที่ทำการศึกษาจะต้องมีขอบเขตจำกัดอีกทั้งต้องมีวัตถุประสงค์การศึกษา เมื่อรวมเข้ากับรูปแบบของความสัมพันธ์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของแบบจำลองนั้นควรประกอบไปด้วย

- องค์ประกอบ (Components) ในทุกระบบงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆใด แบบจำลองที่ใช้แทนระบบงาน ก็จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบงาน
- ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables and Parameters) พารามิเตอร์ คือ ค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดให้ อาจเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือ เป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล ส่วนตัวแปรนั้นเป็นค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งาน จำแนกได้เป็นสองประเภทคือ ตัวแปรจากภายนอก (Exogeneous Variables) หรือตัวแปรนำเข้า (Input Variables) หมายถึงตัวแปรจากภายนอกระบบซึ่งเข้ามามีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ หรือเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกระบบ และตัวแปรภายใน (Endogeneous Variables) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ ตัวแปรภายในอาจอยู่ในลักษณะตัวแปรสถานะภาพ (Status Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บอกสภาพหรือเงื่อนไขของระบบ หรืออยู่ในลักษณะของตัวแปรนำออก (Output Variables) ซึ่งก็คือ ผลที่ได้จากการใช้งานระบบ ในทางสถิติ ตัวแปรจากภายนอกคือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายใน คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฟังก์ชั่นความสัมพันธ์ (Functional Relationships) คือฟังก์ชั่นที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชั่นความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในลักษณะแน่นอนตายตัว (Deterministic) ซึ่งเป็นลักษณะที่เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าจะสามารถหาได้ว่าผลลัพธ์จะเป็นเท่าไหร่แน่นอน และอาจอยู่ในลักษณะไม่แน่นอน (Stochastis) ซึ่งเมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าให้กับฟังก์ชั่นไม่แน่ว่า จะได้ผลลัพธ์ออกมาเท่าไหร่ ลักษณะของฟังก์ชั่นความสัมพันธ์มักจะอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น $Y = 4 + 0.7X$ ซึ่งฟังก์ชั่นความสัมพันธ์เหล่านี้อาจหามาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจาก ข้อมูลร่วมกับวิธีทางสถิติหรือทางคณิตศาสตร์
- ขอบข่ายจำกัด (Constraints) คือ ข้อจำกัดของค่าของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ของระบบ ข้อจำกัดของปริมาณที่ผลิตได้ หรือ เป็นข้อจำกัดของระบบงานจริงโดยธรรมชาติ เช่น เราไม่อาจจำหน่ายสินค้าได้มากกว่าปริมาณที่ผลิตได้ ของไหลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- ฟังก์ชั่นเป้าหมาย (Criterion Function) หมายถึง ข้อความ (Statement) ที่บอกเป้าหมาย (Goals) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) ของระบบงาน และวิธีประเมินผลตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของระบบงานอาจแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ การคงสภาพของระบบงาน (Retentive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พลังงาน ความชำนาญ ฯลฯ หรือคงสถานะภาพของระบบ เช่น ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ฯลฯ และวัตถุประสงค์ของการแสวงหา (Acquisitive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถเพิ่มทรัพยากรต่างๆ เช่น กำไร ลูกค้า ฯลฯ หรือเปลี่ยนสถานะภาพของระบบ เช่น ได้ส่วนแบ่งของตลาดเพิ่มขึ้น

4. กระบวนการสร้างแบบจำลองปัญหา

แม้ว่า การจำลองแบบปัญหาไม่จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเสมอไป แต่การใช้แบบจำลองปัญหาในปัจจุบันมักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนจึง ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการสำหรับการ วิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนต่างๆต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ

- การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน(Problem Formulation and System Definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่างๆและวิธีการวัดผลของระบบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่จะต้องทำการศึกษา เขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา
- การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆที่จำเป็นสำหรับแบบจำลอง และจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้
- การแปรรูปแบบจำลอง (Model Translation) แปลงแบบจำลองไปอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลอง ที่ได้นั้น สามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้
- การออกแบบการทดลอง (Strategic Planning) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
- การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical Planning) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ (ด้วยระดับความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสม) ความแตกต่างระหว่างขั้นตอนนี้กับขั้นตอนการออกแบบการทดลองมีอยู่ว่า ในการออกแบบการทดลองเป็นแต่เพียงการบอกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการบอกว่าจะต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้งจึงจะได้จำนวนข้อมูลที่เหมาะสม กล่าวคือ ได้ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ยอมรับได้ในราคาที่เหมาะสม
- การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากแบบจำลอง
- การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลอง ตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร
- การนำไปใช้งาน (Implementation) จากผลการทดลอง เลือกวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง
- การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (Documentation) เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างของแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา

การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆ อันจะเกิดจากระบบงานภาย ใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่จะได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจจะต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆวิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาใน การดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้น เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆเสียก่อนว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา เมื่อเป็นดังนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่า เครื่องมือนั้นๆ เหมาะสมเพียงใดในการนำไปใช้แก้ปัญหา โดยที่แบบจำลองนั้น เป็นตัวแทนของระบบงานจริง ในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้ว ทำไมจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นใช้ทดลองแทน ทำไมจึงไม่ทดลองกับระบบงานจริง คำตอบอาจสรุปได้ดังนี้

1. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ
2. เพราะว่าในการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคน อาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อน อันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง
3. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆของ การทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นภายใต้ เงื่อนไขกลุ่มเดียวกัน
4. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์
5. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ

จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญหา โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไป นี้เกิดขึ้น

1. กรณีที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์
2. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยาก ทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า
3. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ไม่ยุ่งยากมากนัก แต่เกินขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้การจำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานะการณ์ในอดีตขึ้นเพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์
5. กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง
6. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้ งานระบบนานๆ เช่น การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหา ก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบ งาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึนกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่ๆ เข้าไปใช้ในการดำเนินงาน ของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การจะนำเอาเครื่องมือใดไปใช้ควรต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือนั้นๆ ดังนั้นจึงควรที่จะทราบว่า เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้แบบจำลองปัญหา สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

1. การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้น ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบจำลอง
2. แบบจำลองที่ได้ในบางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย
3. ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองไม่มีความแม่นยำ และไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้ แม้จะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียหายข้อนี้หายไปได้
4. เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นโดยปกติจะเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่าผู้สร้างแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปและพยายามที่จะ ทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

2.6.4 โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม Arena ยังสามารถทำภาพเคลื่อนไหว เสมือนจริงของระบบไว้บนจอคอมพิวเตอร์ได้ด้วย ตัวอย่างเช่น ทรัพยากรต่างๆ ที่ถูกสร้างในโปรแกรม Arena สามารถแสดงอยู่ในรูปภาพเคลื่อนไหวได้ เช่น คนงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ลำเลียง โดยแต่ละรูปสามารถแสดงสถานภาพของทรัพยากรได้ด้วย เช่น ว่างงาน ทำงาน หยุดทำงาน เป็นต้น

คำที่สำคัญในโปรแกรม Arena

ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ผู้สร้างควรทราบความหมายของคำที่สำคัญในโปรแกรม Arena ดังนี้

- **Entity** คือ วัตถุที่ผู้สร้างสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบ แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยแปลงสถานะในระบบ เช่น ลูกค้าเข้ามาในร้านอาหาร วัตถุดิบเข้ามาโรงงาน
- **Variable** คือชื่อตัวแปรที่วัตถุทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันได้ ตัวแปรนี้ไม่ได้ระบุติดตัววัตถุมาเหมือนคุณลักษณะประจำตัว แต่ตัวแปรนี้จะปลี่ยนค่าเมื่อวัตถุผ่านเข้าไปในหน่วยโมดูลที่ใส่สูตรตัวแปรไว้ เพื่อบอกสถานะของระบบ เช่น จำนวนสินค้าคงคลัง จำนวนลูกค้าในระบบ จำนวนเครื่องจักรที่กำลังทำงานหรือว่างงาน เป็นต้น
- **Resources** คือทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ ซึ่งวัตถุจะเรียกใช้ทรัพยากรนั้นได้เมื่อทรัพยากรนั้นว่างงาน (Seize Resource) และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จสิ้นวัตถุนั้นจะปล่อยทรัพยากร (Release Resource) ให้ทรัพยากรนั้นว่าง เพื่อให้ทรัพยากรสามารถดำเนินกิจกรรมกับวัตถุตัวถัดไปที่เรียกว่าใช้ได้ ตัวอย่างทรัพยากร เช่น คนงาน เครื่องจักร พื้นที่เก็บสินค้าที่มีอยู่อย่างจำกัด
- **Queues** คือแถวคอยที่วัตถุใช้คอย เนื่องจากทรัพยากรไม่ว่างให้บริการ
- **Event** คือเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของระบบ เช่น การเข้ามา หรือการออกไปของลูกค้า
- **Attribute** คือ คุณลักษณะประจำตัวของวัตถุ มีไว้เพื่อแสดงเอกลักษณ์ให้วัตถุ เช่น สี ชื่อ ส่วนสูง เพศ ชนิดของลูกค้า โดยวัตถุทุกตัวจะมีคุณลักษณะประจำตัวติดตัวมาด้วยค่า (Value) ที่แตกต่างกัน เช่น ลูกค้าชั้นดี มีคุณลักษณะประจำตัวชื่อ Priority ติดตัวมากด้วยค่าเท่ากับ 1 แต่ลูกค้าชั้นกลาง มีคุณลักษณะประจำตัวชื่อ Priority ติดตัวมาด้วยค่าเท่ากับ 2 อย่างไรก็ตาม โปรแกรม Arena สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

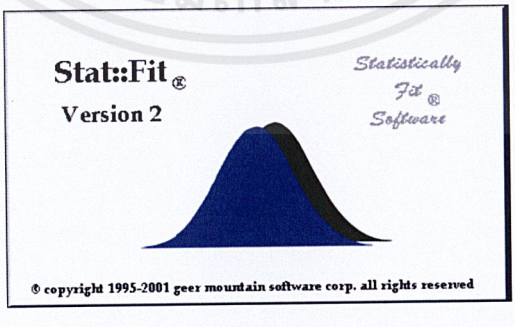
คุณลักษณะประจำตัว (Attributes)

คุณลักษณะประจำตัวจะถูกกำหนดให้กับวัตถุโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการสร้างแบบจำลองได้แก่

- **Entity.Type** โปรแกรม Arena จะระบุเลขจำนวนเต็มโดยอัตโนมัติลงไปให้แต่ละชนิดของวัตถุ ซึ่งวัตถุชนิดเดียวกันจะมีค่าเลขเดียวกัน
- **Entity.Picture** รูปวัตถุที่ถูกกำหนดให้เคลื่อนไหวระหว่างการรันแบบจำลอง โดยโปรแกรมArena จะระบุรูปกระดาษ (Picture.Report) ให้โดยอัตโนมัติ
- **Entity.CreateTime** จะเก็บค่าเวลาปัจจุบันที่วัตถุสร้าง
- **Entity.Station** ระบุสถานีที่วัตถุอยู่ หรือถ้าวัตถุกำลังขนถ่ายด้วยอุปกรณ์ลำเลียงจะระบุถึงสถานีปลายทางที่วัตถุกำลังจะไปถึง
- **Entity.Sequence** ข้อมูลลำดับสถานีที่วัตถุถูกกำหนดให้เคลื่อนย้ายไป
- **Entity.JobStep** ตัวเลขชี้ว่า วัตถุนั้นอยู่ที่สถานีใด ในลำดับไหนของข้อมูลลำดับสถานี (Sequence) โดยตัวเลขนี้จะถูกเปลี่ยนเพิ่มที่ละ 1 โดยอัตโนมัติ เมื่อวัตถุเคลื่อนย้ายไปสถานีถัดไป

2.6.5 การหาลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลด้วยโปรแกรม Stat::Fit

โปรแกรม Stat::Fit เป็นหนึ่งในฟังก์ชันที่อยู่ในโปรแกรมโปรเดล ใช้ในการหาลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลที่ได้มาจากการจับเวลา เนื่องจากถ้าหาค่าเฉลี่ยจากการจับเวลาแล้วนำไปใช้ในแบบจำลองสถานการณ์เลย จะทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนกับการกระบวนการทำงานจริง โดยการกระจายที่ได้จากโปรแกรมจะบอกให้รู้ถึงแนวโน้มของค่าทั้งหมดทำให้รู้ว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบใด และช่วงใดที่เกิดขึ้นบ่อยสุด ทำให้การจำลองสถานการณ์ได้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.16 โปรแกรมช่วยการวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล Stat::Fit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

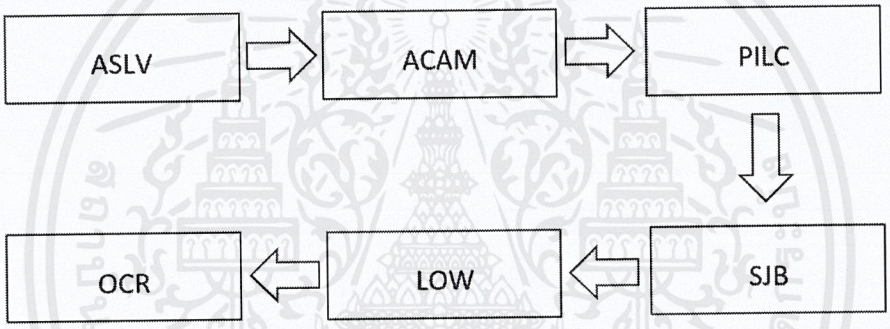
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1. การหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้น

3.1.1. รายละเอียดของสายการประกอบ

การดำเนินงานวิจัยได้ดำเนินการศึกษากระบวนการประกอบของหัวอ่านข้อมูล โดยมีขั้นตอนตั้งแต่การนำส่วนประกอบต่างๆออกมาจากแพ็ค จนถึงการบรรจุหัวอ่านข้อมูลสำเร็จกลับใส่แพ็คเพื่อส่งให้กระบวนการถัดไป การไหลของกระบวนการประกอบแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ผังแสดการไหลของกระบวนการประกอบหัวอ่านข้อมูล

– การถ่ายส่วนประกอบออกจากถาดมาใส่พาเลท (OCR)

พนักงานจะทำการใส่ถาดที่บรรจุ Suspension ซึ่งเป็นหนึ่งในส่วนประกอบของหัวอ่านข้อมูลเข้าในเครื่องและบรรจุพาเลทเปล่าเข้าไปที่แท่นวาง เครื่องจะเลื่อนพาเลทเข้าไปและจะทำการหยิบ Suspension ทีละตัวในถาดมาวางลงในพาเลทจนครบ แล้วเครื่องจะเลื่อนพาเลทที่บรรจุ Suspension เรียบร้อยแล้วออกมา พนักงานจะนำพาเลทที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวมาบรรจุลงในตะกร้าเพื่อเตรียมส่งต่อให้สถานีถัดไป โดยในการส่งไปยังสถานีถัดไปพนักงานจะใช้ตะกร้าในการส่ง หนึ่งตะกร้าจะบรรจุพาเลทได้ 4 พาเลท โดยในหนึ่งพาเลทจะบรรจุหัวอ่านข้อมูลได้ 10 ตัว และที่พาเลทแต่ละตัวจะมีหมายเลขบอกว่าคือพาเลทของเครื่องที่ 1 หรือพาเลทของเครื่องที่ 2 เป็นตัวเลขอยู่ที่มุมขวาบน สายการประกอบนี้จะหมุนเวียนตะกร้าในการขนส่งพาเลทไปยังสถานีต่อไป ซึ่งมีตะกร้าอยู่สองลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตะกร้าที่บรรจุพาเลทแบบใส่พาเลทแนวตั้ง จะมีการใช้ที่สถานี ASLV, ACAM, SJB, LOW และ OCR
2. ตะกร้าบรรจุพาเลทแบบใส่พาเลทแนวนอน จะมีการใช้ในกรณีส่งพาเลทจากสถานี ACAM ไปยังสถานี PILC เท่านั้น

— การนำ Slider มาประกอบกับ Suspension (ACAM)

พนักงานจะทำการใส่ถาดที่บรรจุ Slider เข้าไปในเครื่องเพื่อเตรียมการทำงาน หลังจากนั้นนำพาเลทที่ได้จากสถานีก่อนหน้าป้อนเข้าเครื่อง ซึ่งภายในเครื่องจะมีสถานีย่อยดังนี้

1. รับพาเลทเข้าและส่งพาเลทออกจากเครื่อง
2. หยอดกาวลงบน Suspension
3. วาง Slider ลงบน Suspension
4. อบด้วยแสง UV เบื้องต้น

ซึ่งจะแบ่งล็อตของหัวอ่านข้อมูลตามจำนวนของ Slider ในล็อตนั้น ๆ โดยถาด Slider หนึ่งถาดสามารถบรรจุ Slider ได้สูงสุด 500 ตัว หลังจากผ่านขั้นตอนทั้งหมดแล้ว พนักงานจะบรรจุพาเลทลงในตะกร้าเพื่อรอส่งให้สถานีถัดไป

— การอบกาวให้แห้งด้วยแสง Ultra Violet (PILC)

พนักงานจะทำการบรรจุพาเลทที่ผ่านกระบวนการก่อนหน้าเข้าที่เครื่องอบ (PILC) บนรางฝั่งทางเข้า โดยมีรางในการเลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง โดยในเครื่องมีสถานีย่อยดังนี้

1. การอบชั่วคราวเพื่อให้หัวอ่านข้อมูลมีอุณหภูมิที่เหมาะสม
2. การอบหัวอ่านข้อมูลด้วยแสง Ultra Violet

หลังจากผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้ว พาเลทจะเลื่อนออกมาตามรางมาที่ตำแหน่งให้พนักงานหยิบออก พนังงานจะทำการหยิบออกและบรรจุลงในตะกร้าเพื่อรอส่งให้สถานีถัดไป

— การเชื่อมวงจรของ Slider เข้ากับ Suspension (SJB)

พนักงานจะใส่พาเลทเข้าที่ถาดของเครื่อง และเครื่องจะทำการเลื่อนถาดเข้าไปเพื่อทำการเชื่อมวงจรของหัวอ่านข้อมูล ซึ่งตัว Slider จะเป็นตัวอ่านข้อมูลและส่งข้อให้ผ่านเส้นทองแดงที่อยู่ที่ตัว Suspension จึงต้องทำการเชื่อมตัว Slider เข้ากับ Suspension หลังจากนั้นถาดจะเลื่อนออกมา พนักงานทำการหยิบพาเลทออกและบรรจุลงในตะกร้าเพื่อรอส่งให้สถานีถัดไป

— การตรวจสอบคุณภาพด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ (LOW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนักงานจะทำการตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อม และตำแหน่งการวางของตัว Slider เบื้องต้นด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ และจะทำการตรวจสอบพาเลทแรกของทุกล็อตหลังจากผ่านกระบวนการประกอบที่เครื่อง ACAM

— การบรรจุลงถาดเพื่อเตรียมส่งให้กระบวนการถัดไป (OCR)

พนักงานจะใส่พาเลทที่บรรจุหัวอ่านข้อมูลที่สำเร็จแล้วเข้าเครื่อง เครื่องจะทำการหยิบหัวอ่านข้อมูลทีละตัวจากพาเลทมาบรรจุในถาด ซึ่งหนึ่งถาดสามารถบรรจุหัวอ่านข้อมูลได้ 60 ตัว

หลังจากผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้วพนักงานจะทำการแพ็คถาดของหัวอ่านข้อมูลเพื่อเตรียมส่งไปยังกระบวนการถัดไปอย่างปลอดภัย โดยหนึ่งแพ็คจะมีหัวอ่านข้อมูลได้สูงสุด 360 ตัว หรือมีถาดทั้งหมด 6 ถาด ในกระบวนการประกอบแต่ละสถานี สามารถแบ่งการทำงานย่อยของพนักงานและเครื่องจักรได้อีก ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงงานย่อยของคนและเครื่องจักร

ลำดับงานย่อย	สถานี	รายละเอียดของงานย่อย
1	ASLV	พนักงานทำการหยิบแพ็คของ Suspension จากชั้นมาวางที่โต๊ะ
2	ASLV	พนักงานหยิบถาด Suspension เปล่าออกจากเครื่อง ASLV มาเก็บที่โต๊ะ
3	ASLV	พนักงานใส่ถาด Suspension ใหม่เข้าเครื่อง ASLV
4	ASLV	พนักงานเปิดฝาครอบถาด Suspension ออก
5	ASLV	พนักงานนำพาเลทเปล่ามาใส่เข้าเครื่อง
6	ASLV	เครื่อง ASLV เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง
7	ASLV	เครื่องทำการหยิบ Suspension จากถาดมาวางในพาลทจนครบ 10 ตัว
8	ASLV	เครื่อง ASLV เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง
9	ASLV	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ปิดฝา แล้วนำมาใส่ตะกร้า
10	ASLV	พนักงานส่งตะกร้าไปที่โต๊ะของ ACAM2
11	ACAM	พนักงานหยิบตะกร้าจากโต๊ะ ASLV มาที่โต๊ะของ ACAM1
12	ACAM	พนักงานเปลี่ยนถาด Slider
13	ACAM	พนักงานหยิบพาเลทมาวางในเครื่อง ACAM
14	ACAM	เครื่องทำงาน (ต่อสถานีย่อย)
15	ACAM	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ACAM
16	ACAM	พนักงานส่งตะกร้าจาก ACAM1 ไปที่โต๊ะของ PILC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	ACAM	พนักงานส่งตะกร้าจาก ACAM2 ไปที่โต๊ะของ PILC
18	PILC	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง PILC
19	PILC	เครื่องทำงาน
20	PILC	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ลงในตะกร้า
21	PILC	พนักงานส่งตะกร้าจาก PILC ไปที่โต๊ะของ SJB
22	SJB	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง SJB
23	SJB	เครื่องทำการหนีบยึดพาเลท
24	SJB	เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง
25	SJB	เครื่องทำการเชื่อมวงจร
26	SJB	เครื่องรอการทำงานในการเชื่อมวงจร
27	SJB	เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง
28	SJB	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ตะกร้า
29	SJB	พนักงานส่งตะกร้าไปที่ LOW และหยิบพาเลทเปล่ากลับมา
30	LOW	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาเพื่อเตรียมตรวจสอบ
31	LOW	พนักงานทำการตรวจสอบด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ
32	LOW	พนักงานนำพาเลทที่ผ่านการตรวจสอบมาใส่ตะกร้า
33	LOW	พนักงานส่งตะกร้าให้เครื่อง OCR
34	OCR	พนักงานวางตะกร้าเปล่าลงรางเพื่อส่งให้เครื่อง ASLV
35	OCR	พนักงานทำการใส่ถาดเปล่าเข้าเครื่อง OCR
36	OCR	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง OCR
37	OCR	เครื่อง OCR เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง
38	OCR	รอการตรวจสอบรหัสของ HGA
39	OCR	เครื่องทำการเช็ครหัสของ HGA
40	OCR	เครื่องจักรทำการเปิดฝาพาเลท
41	OCR	เครื่องทำการหยิบ Suspension จากพาเลทมาวางในถาด
42	OCR	เครื่อง OCR เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง
43	OCR	พนักงานนำพาเลทเปล่าจากเครื่องมาใส่ตะกร้า
44	OCR	พนักงานนำถาดที่บรรจุเต็มแล้วออกจากเครื่อง
45	OCR	พนักงานทำการแพ็คถาดที่ถูกบรรจุหัวอ่านข้อมูลแล้วและมาวางที่ชั้นเพื่อเตรียมส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. การเก็บข้อมูลเวลาของสายการประกอบ

ศึกษาเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ โดยการจับเวลาในแต่ละงานย่อยต่อการปฏิบัติงานแต่ละตัว พร้อมทั้งวิเคราะห์จำนวนข้อมูลหรือจำนวนครั้ง ที่จับเวลาที่ได้ทดลองไปนั้น ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95 % โดยสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนข้อมูลคือ

$$N = \left[Ay \frac{\sqrt{n \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} x_i} \right]^2$$

A = ค่าความเชื่อมั่น

y = ค่าความคลาดเคลื่อน

N = จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการที่ได้จากการคำนวณ

x = ข้อมูลเวลาการทำงานจริงแต่ละค่าที่ได้จากการจับเวลา

n = จำนวนข้อมูลที่ได้ทดลองจับเวลาไว้แล้ว

นอกจากนี้ยังมีการหาเวลามาตรฐาน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าเผื่อต่างๆ

Standard Time/Unit = Normal Time/Unit + Allowances/Unit

โดยเวลาปกติ (Normal Time) เป็นเวลาที่พนักงานแต่ละคนใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งแม้ในการปฏิบัติงานแบบเดียวกัน ก็อาจใช้เวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นจำเป็นต้องมีการคำนวณค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating Factor) ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี สปีดเรตติงเนื่องจากในขณะที่จับเวลา

เวลาปกติ = เวลาการทำงานจริงที่จับได้ x ค่าปรับอัตราความเร็ว

Normal Time/Unit = Observed Time/Unit x Rating Factor/Unit

ดังนั้น เวลาปกติ = เวลาการทำงานจริงที่จับได้ x Rating Factor (100%)

ส่วนเวลาเผื่อ (Allowance time) เป็นเวลาเผื่อต่าง ๆ 3 กรณี คือ เวลาเผื่อส่วนบุคคล เวลาเผื่อสำหรับความเครียด และเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยทางโรงงานกรณีศึกษาใช้ค่าเหล่านี้ในการอ้างอิง

เวลาเผื่อส่วนบุคคล = 7 %

เวลาเผื่อถ้ามีการยืนทำงาน = 4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเผื่อสำหรับการเอื้อมมือ = 1 %

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า = 4 %

ดังนั้น เวลาเผื่อทั้งหมด = ส่วนบุคคล + การยืนทำงาน + การเอื้อมมือ + ความล่าช้า = 16 % จึงสามารถเขียนสมการการหาเวลามาตรฐานใหม่ได้ ดังนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + เวลาเผื่อรวม 16%

ในที่นี้เวลามาตรฐานของงานในสถานีงาน ACAM, PILC และ SJB ใช้เวลาการทำงานของเครื่องจักรกำหนด เนื่องจากเวลาการทำงานของพนักงานในสถานีทั้งสองนี้มีค่าน้อยกว่าเวลาการทำงานของเครื่องจักร และไม่ได้คำนวณค่าเวลาเผื่อรวมเข้าไปด้วยเหมือนกับสถานีงานอื่นเนื่องจากเป็นค่าเวลาที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรที่มีการตั้งค่าไว้อย่างแน่นอนแล้วตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

ดังนั้น จึงขอยกตัวอย่างการคำนวณเวลามาตรฐานจากงานย่อยที่ 5 ในสถานีงานของ ASLV โดยต้องคำนวณหาจำนวนข้อมูลการจับเวลา ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานต่อไปได้หรือไม่ก่อน ซึ่งในที่นี้ต้องการความเชื่อมั่น ที่ 95 % คือ A เท่ากับ1.96 และค่าความคลาดเคลื่อนเป็น ±10 % ดังนั้น จึงเท่ากับ 0.10 โดยข้อมูลและผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลเวลาการทำงานจริงที่จับได้จากการปฏิบัติในงานย่อยที่ 5 และการคำนวนที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนในงานย่อย	เวลาการทำงานจริงที่จับได้ (วินาที)					เวลาการทำงานเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน ซึ่งคิด Rating Factor และค่าเผื่อแล้ว (วินาที)	จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการ
งานย่อยที่ 5 พนักงานนำพาเลทเปล่าเข้าเครื่อง ASLV	5.71	4.54	4.30	4.22	4.98	4.1757	4.6767 (พนักงานทำด้วยความเร็วปกติ มีค่าเผื่อของพนักงานที่ 14%)	**8.3**
	3.25	3.60	4.71	3.45	4.59			
	3.93	3.50	4.71	3.33	3.59			
	4.79	3.58	4.07	5.6	3.15			
	4.17	4.21	4.18	4.38	4.28			
	4.21	4.26	3.98	3.81	4.19			

เมื่อแทนค่าตามสูตร (3.1) จะได้คำตอบ N เท่ากับ 8.3 $\approx$ 9 จากนั้น นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับจำนวนข้อมูลที่เก็บมา (n) และให้พิจารณาเป็น 2 กรณีดังนี้

- $N > n$ ข้อมูลที่เก็บมายังไม่เพียงพอ ให้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มหรือ ตัดข้อมูลที่มีความแตกต่างมาก ๆ ออกไป และคำนวณหาค่า N ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $N < n$ ข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอ สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ต่อไปได้ซึ่ง ค่า N ที่ได้จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้นนั้น มีค่าน้อยกว่า n ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าจำนวนข้อมูลการจับเวลาในงานย่อยที่ 5 นี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานได้

สำหรับงานย่อยอื่นๆ จะมีการคำนวณในแนวทางเดียวกัน สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ก และสามารถสรุปเวลามาตรฐานของทุกงานย่อยได้แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการ

ลำดับงานย่อย	สถานี	รายละเอียดของงานย่อย	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)	ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
1	ASLV	พนักงานทำการหยิบแพ็คของ Suspension จากชั้นมาวางที่โต๊ะ	26.888	ผ่าน
2	ASLV	พนักงานหยิบถาด Suspension เปล่าออกจากเครื่อง ASLV มาเก็บที่โต๊ะ	3.060	ผ่าน
3	ASLV	พนักงานใส่ถาด Suspension ใหม่เข้าเครื่อง ASLV	3.925	ผ่าน
4	ASLV	พนักงานเปิดฝาครอบถาด Suspension ออก	2.415	ผ่าน
5	ASLV	พนักงานนำพาเลทเปล่ามาใส่เข้าเครื่อง	4.676	ผ่าน
6	ASLV	เครื่อง ASLV เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง	2.296	ผ่าน
7	ASLV	เครื่องทำการหยิบ Suspension จากถาดมาวางในพาลทจนครบ 10 ตัว	16.232	ผ่าน
8	ASLV	เครื่อง ASLV เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง	1.977	ผ่าน
9	ASLV	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ปิดฝา แล้วนำมาใส่ตะกร้า	8.103	ผ่าน
10	ASLV	พนักงานส่งตะกร้าไปที่โต๊ะของ ACAM2	7.347	ผ่าน
11	ACAM	พนักงานหยิบตะกร้าจากโต๊ะ ASLV มาที่โต๊ะของ ACAM1	3.040	ผ่าน
12	ACAM	พนักงานเปลี่ยนถาด Slider	20.353	ผ่าน
13	ACAM	พนักงานหยิบพาเลทมาวางในเครื่อง ACAM	4.179	ผ่าน
14	ACAM	เครื่องทำงาน (ต่อสถานีย่อย)	42.322	ผ่าน
15	ACAM	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ACAM	3.244	ผ่าน
16	ACAM	พนักงานส่งตะกร้าจาก ACAM1 ไปที่โต๊ะของ PILC	5.395	ผ่าน
17	ACAM	พนักงานส่งตะกร้าจาก ACAM2 ไปที่โต๊ะของ PILC	3.375	ผ่าน
18	PILC	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง PILC	2.644	ผ่าน
19	PILC	เครื่องทำงาน	41.822	ผ่าน
20	PILC	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ลงในตะกร้า	2.651	ผ่าน
21	PILC	พนักงานส่งตะกร้าจาก PILC ไปที่โต๊ะของ SJB	4.027	ผ่าน
22	SJB	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง SJB	3.822	ผ่าน
23	SJB	เครื่องทำการหนีบยึดพาเลท	0.881	ผ่าน
24	SJB	เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง	3.614	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25	SJB	เครื่องทำการเชื่อมวงจร	22.473	ผ่าน
26	SJB	เครื่องรอการทำงานในการเชื่อมวงจร	8.384	ผ่าน
27	SJB	เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง	2.089	ผ่าน
28	SJB	พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ตะกร้า	3.285	ผ่าน
29	SJB	พนักงานส่งตะกร้าไปที่ LOW และหยิบพาเลทเปล่ากลับมา	3.751	ผ่าน
30	LOW	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาเพื่อเตรียมตรวจสอบ	1.584	ผ่าน
31	LOW	พนักงานทำการตรวจสอบด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ	18.011	ผ่าน
32	LOW	พนักงานนำพาเลทที่ผ่านการตรวจสอบมาใส่ตะกร้า	1.367	ผ่าน
33	LOW	พนักงานส่งตะกร้าให้เครื่อง OCR	1.982	ผ่าน
34	OCR	พนักงานวางตะกร้าเปล่าลงรางเพื่อส่งให้เครื่อง ASLV	2.826	ผ่าน
35	OCR	พนักงานทำการใส่ถาดเปล่าเข้าเครื่อง OCR	3.711	ผ่าน
36	OCR	พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง OCR	3.862	ผ่าน
37	OCR	เครื่อง OCR เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง	1.577	ผ่าน
38	OCR	รอการตรวจสอบรหัสของ HGA	2.775	ผ่าน
39	OCR	เครื่องทำการเช็ครหัสของ HGA	10.127	ผ่าน
40	OCR	เครื่องจักรทำการเปิดฝาพาเลท	2.608	ผ่าน
41	OCR	เครื่องทำการหยิบ Suspension จากพาเลทมาวางในถาด	4.151	ผ่าน
42	OCR	เครื่อง OCR เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง	1.711	ผ่าน
43	OCR	พนักงานนำพาเลทเปล่าจากเครื่องมาใส่ตะกร้า	3.138	ผ่าน
44	OCR	พนักงานนำถาดที่บรรจุเต็มแล้วออกจากเครื่อง	9.829	ผ่าน
45	OCR	พนักงานทำการแพ็คถาดที่ถูกบรรจุหัวอ่านข้อมูลแล้วและมาวางที่ชั้นเพื่อเตรียมส่งออก	54.491	ผ่าน

3.1.3. การหาสาเหตุหลักของปัญหาในสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

หลังจากนั้นนำข้อมูลเวลาที่ได้จากตารางเวลามาตรฐานมาจัดทำแผนภูมิคนและเครื่องจักรเพื่อดูรอบเวลาการทำงานของสถานีนั้น ๆ เนื่องจากในสายการประกอบนี้มีหลายเครื่องจักร และแผนภูมิคนและเครื่องจักรบางแผนภูมิมีจำนวนขั้นตอนที่เยอะเกินไป ดังนั้น จึงขอยกตัวอย่างการสร้างแผนภูมิคนและเครื่องจักรในสถานีงานของ PILC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แผนภูมิคน-เครื่องจักร ของสถานี PILC

แผนภูมิคน-เครื่องจักร					
ชื่อเครื่องจักร : ASLV		ผลสรุป	คน	เครื่องจักร	
ชื่อพนักงาน : -		เวลาทำงาน	25.2269	83.6453	
การวิเคราะห์ : -		เวลาว่าง	58.4184	0	
วันที่ทำการบันทึก : 13 กันยายน 2562		รอบเวลาการทำงาน (4พาเลท)	83.6453		
วิธีการ : การจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา		อัตราส่วนการใช้ประโยชน์	30.1594	100	
คน	เวลา	เครื่องจักร	เวลา		
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288				
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288				
		เครื่องทำงาน	41.822		
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288	เครื่องทำงาน	41.822		
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288				
หยิบพาเลทออกจากเครื่อง(2พาเลท)	5.302	เครื่องทำงาน	41.822		
หยิบพาเลทออกจากเครื่อง	5.302	เครื่องทำงาน	41.822		
ส่งตะกร้าให้ SJB	4.044				
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288				
หยิบพาเลทใส่เครื่อง(2พาเลท)	5.288				
หยิบพาเลทออกจากเครื่อง(2พาเลท)	5.302	เครื่องทำงาน	41.822		
หยิบพาเลทออกจากเครื่อง(2พาเลท)	5.302	เครื่องทำงาน	41.822		
ส่งตะกร้าให้ SJB	4.044				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้แผนภูมิคน-เครื่องจักรของแต่ละสถานีแล้ว นำข้อมูลของรอบเวลาการทำงานจากแผนภูมิคน-เครื่องจักรของแต่ละสถานีมาทำการเขียน Precedent Diagram เมื่อมีการทำงานอย่างต่อเนื่องได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงรอบเวลาการผลิตของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

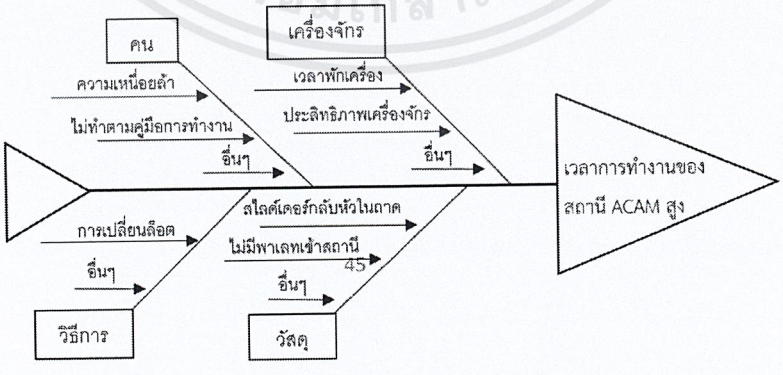
สถานีงาน	ASLV	ACAM	PILC	SJB	LOW	OCR
รอบเวลาทำงาน (ต่อ 1 พาเลท)	17.220	21.162	20.911	**22.275**	21.459	12.284

พบว่าเกิดคอขวดขึ้นที่สถานี SJB หลังจากนั้นทำการเขียน Precedent Diagram ของกระบวนการทำงานจริง ที่รวมเงื่อนไขของเวลาของการป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักรแต่ละสถานี และเวลาในการขนส่งวัตถุดิบเข้าไปด้วย ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงรอบเวลาการผลิตของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์แบบมีเงื่อนไข

สถานีงาน	ASLV	ACAM	PILC	SJB	LOW	OCR
รอบเวลาทำงาน (ต่อ 1 พาเลท)	18.705	**22.418**	20.911	22.275	21.459	14.966

จะเห็นว่า เมื่อใส่เงื่อนไขของการโหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร และเงื่อนไขของการทำงานต่างๆในสถานี ACAM เข้าไปทำให้สถานีคอขวดคือสถานี ACAM และหลังจากนั้นใช้แผนผังสาเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้สถานี ACAM มีรอบเวลาการทำงานที่สูงกว่าสถานีอื่น ๆ โดยแบ่งหัวข้อของสาเหตุตามหลักการ 4M คือ คน เครื่องจักร วัสดุ และวิธีการ ได้ผลดังนี้



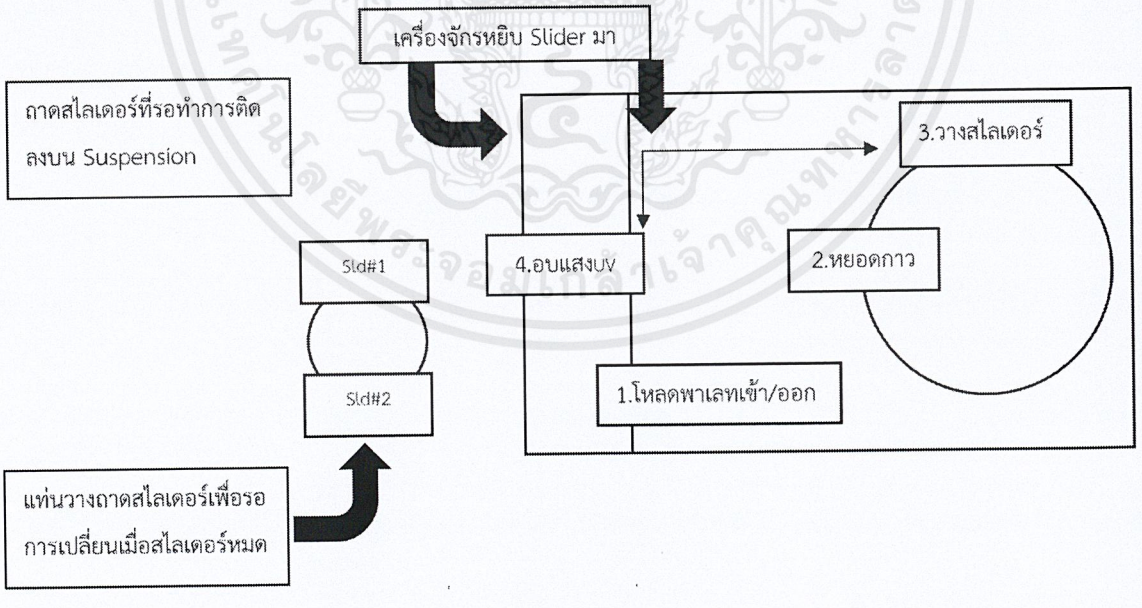
ภาพที่ 3.2 แผนผังสาเหตุและผลของปัญหาที่สถานี ACAM เป็นคอขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้ทำแผนผังสาเหตุและผลของปัญหาที่สถานี ACAM เป็นคอขวด พบว่า มีสาเหตุที่เกิดจากคนคือ ความเหนื่อยล้าในการทำงานเป็นเวลานาน และไม่ปฏิบัติตามคู่มือการทำงานเป็นส่วนใหญ่ สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรโดยส่วนมากเกิดจาก เวลาพักเครื่องสำหรับการซ่อมบำรุงและตรวจสอบ และประสิทธิภาพของเครื่องจักรเอง สาเหตุที่เกิดจากวิธีการคือ วิธีการในการเปลี่ยนล็อตของพนักงาน และสาเหตุของวัสดุเกิดจาก การกลับหัวของสไลด์เดอร์ในถาดวัสดุดิบ และไม่มีพาเลทที่บรรจุ Suspension เข้ามาในสถานี โดยพบว่าสาเหตุที่ทำให้เวลาในการทำงานของสถานี ACAM สูงมากที่สุดมีสองสาเหตุคือ วิธีการในการเปลี่ยนล็อตของพนักงานและไม่มีพาเลทที่บรรจุ Suspension เข้ามาในสถานี

3.2. การหาแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

พบว่าสาเหตุเกิดมาจากการที่สถานี OCR ทำการโหลด HGA ออกจากพาเลทไปใส่ถาดทีละล็อต ทำให้มีการทำงานที่ไม่ต่อเนื่องของ HGA อีกล็อตที่รออยู่ และการเปลี่ยนล็อตของถาดสไลเดอร์ที่สถานี ACAM ส่งผลให้เกิดเวลาว่างที่ไม่เกิดประโยชน์เกิดขึ้นระหว่างการใส่พาเลทใหม่ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษากระบวนการเปลี่ยนล็อตของถาดสไลเดอร์อย่างละเอียด และทำการศึกษาการทำงานของสถานีย่อยภายในเครื่อง ACAM เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงการทำงาน



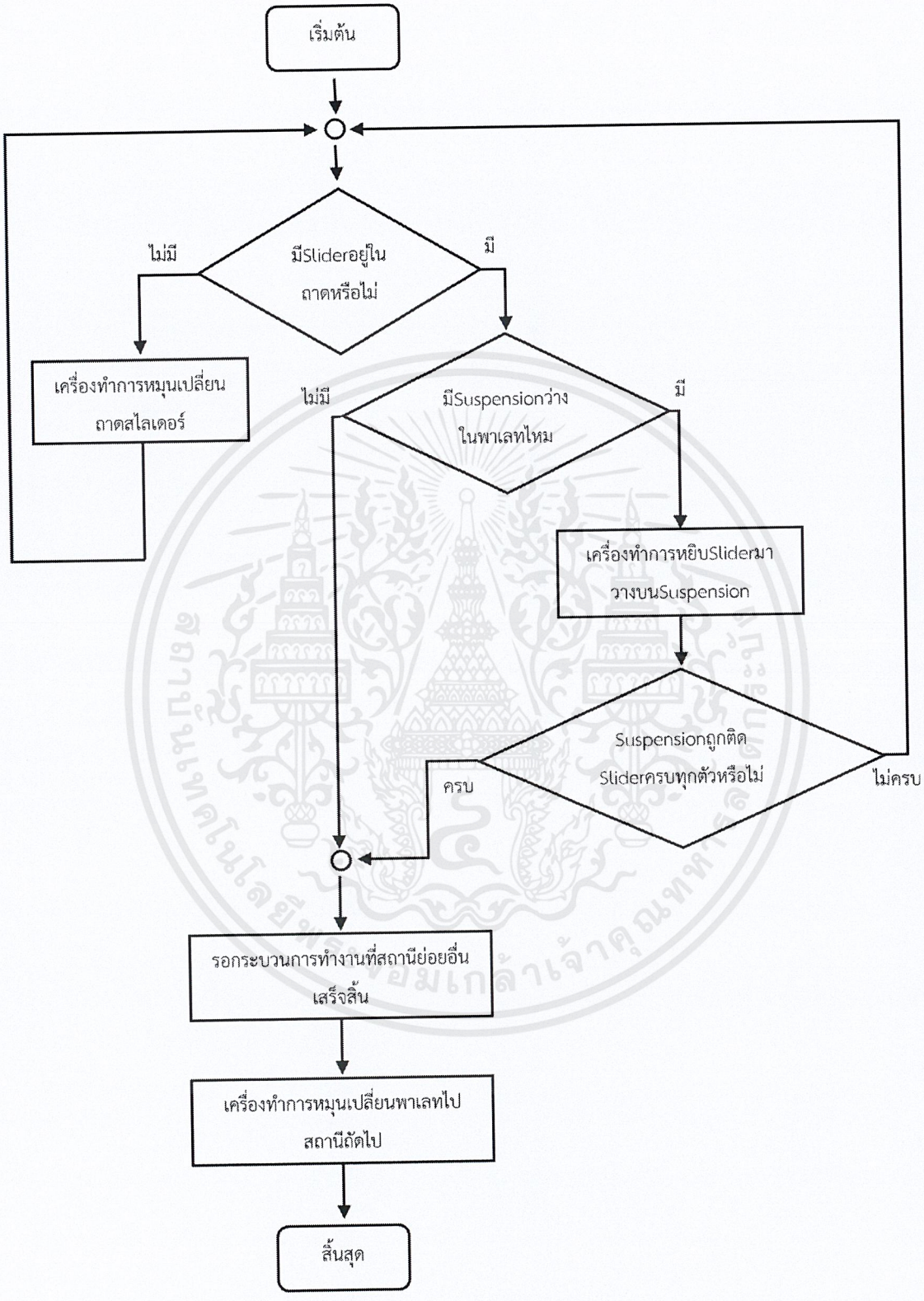
ภาพที่ 3.3 สถานีย่อยภายในเครื่อง ACAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานที่สถานีนี้ เริ่มโดยการพนักงานจะนำถาดสไลเดอร์มาวางที่แท่นวางถาด เครื่องจะทำการหมุนถาดสไลเดอร์เข้าไปในเครื่อง หลังจากนั้นพนักงานจะดูใบการผลิตว่าในล็อตนี้มีสไลเดอร์กี่ตัว พนักงานจะบอกให้สถานี ASLV ทำการโหลด Suspension เท่ากับจำนวนสไลเดอร์ที่มีในล็อตนั้น แล้วพนักงานที่สถานี ACAM วางพาเลทที่แท่นโหลดพาเลทเข้าเครื่อง (จุดที่1) ซึ่งภายในเครื่องจะเป็นเหมือนจานหมุน หมุนพาเลทจากแท่นโหลดพาเลทไปยังจุดหยอดกาว (จุดที่2) ขณะเดียวกันพนักงานก็จะนำ พาเลทใหม่มาวางที่แท่นโหลดพาเลทเข้าเครื่อง ทุกครั้งที่มีการหมุนเปลี่ยนสถานีภายในเครื่อง ACAM เมื่อเครื่องหยอดกาวเสร็จก็จะหมุนไปที่จุดที่เครื่องจะนำ Slider มาติดกับ Suspension (จุดที่3) เมื่อเครื่องติด Slider จนครบทุกตัวบนพาเลทแล้ว เครื่องก็จะหมุนนำพาเลทที่ Suspension ถูกติด Slider แล้วมาอบด้วยแสง UV เบื้องต้น (จุดที่4) เพื่อไม่ให้ Slider เคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ควรจะเป็น หลังจากนั้นจะหมุนพาเลทมาที่แท่นโหลดพาเลท เพื่อให้พนักงานทำการหยิบพาเลทที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วออกจากเครื่อง ซึ่งหากเครื่องทำงานถูกต้อง และจำนวน Slider ที่อยู่ในใบการผลิตกับที่อยู่ในถาดตรงกัน Slider ตัวสุดท้ายของล็อตนั้นจะพอดีกับ Suspension ที่อยู่บนพาเลท ผู้วิจัยจึงทำการศึกษากระบวนการทำงานของเครื่อง ACAM ขณะทำการเปลี่ยนล็อต ซึ่งมีลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.4

แต่จากปัญหาที่พบทำให้ Slider ที่อยู่ในใบการผลิตกับที่อยู่ในถาดไม่ตรงกัน ทำให้พนักงานต้องทำการหยุดป้อนพาเลทเข้าเครื่องเมื่อทำการเปลี่ยนล็อต เพื่อดูว่ามี Slider ตกค้างอยู่ในถาดหรือไม่ ถ้ามีต้องใส่ Suspension เข้าไปอีกกี่ตัวจึงจะทำการเปลี่ยนล็อตได้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกระบวนการทำงานใหม่ขณะทำการใหม่ขณะทำการเปลี่ยนล็อต โดยเมื่อถึงพาเลทสุดท้ายของล็อตนั้น ให้เว้นการป้อนพาเลทเข้าเครื่องหนึ่งรอบการทำงาน ซึ่งหากจำนวน Slider ถูกต้อง เครื่องจะทำการเปลี่ยนถาด Slider ตามปกติ แต่ถ้าหากจำนวน Slider ไม่ถูกต้อง ขณะนั้นในสถานีย่อยติด Slider เข้ากับ Suspension จะไม่มีพาเลทอยู่ ทำให้พนักงานสามารถเห็นจำนวนที่เหลือ และสามารถบอกพนักงานที่สถานี ASLV ให้เตรียมพาเลทที่มี Suspension ตามจำนวน Slider ที่ตกค้างอยู่ได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเหมือนกับการหยุดป้อนพาเลทเข้าเครื่องขณะทำการเปลี่ยนล็อตเหมือนการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งรอบเวลาการทำงานของการเปลี่ยนล็อตของกระบวนการใหม่จะมีรอบเวลาเท่ากับการป้อนพาเลทเข้าเครื่องแบบต่อเนื่อง

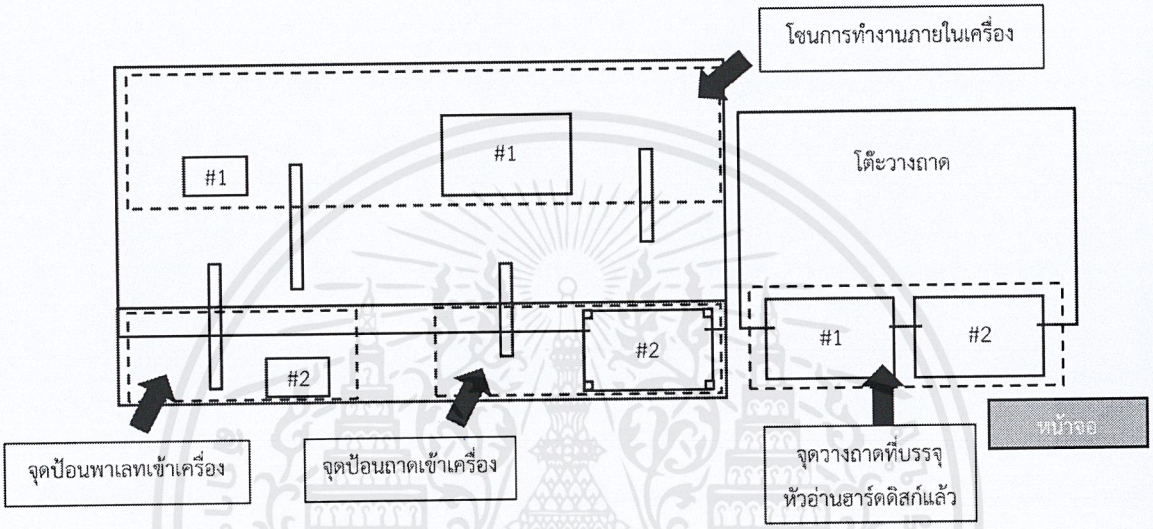
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงแผนผังการตัดสินใจของการติดSliderเข้ากับSuspension

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นทำการศึกษาการทำงานของพนักงานที่สถานี OCR เพื่อหาแนวทาทางการปรับปรุงการทำงานซึ่งในสภาพปัจจุบันจะมี HGA ไหลเข้ามาที่สถานี OCR เป็นจำนวนสองล็อต แต่จากปัญหาที่พบในปัจจุบันคือพนักงานที่สถานี OCR ทำการอันโหลด HGA จากพาเลทมาใส่ทีละล็อต ซึ่งมีพื้นที่การทำงานดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ส่วนประกอบต่างๆ ของสถานี OCR

กระบวนการทำงานในปัจจุบันของพนักงานที่สถานี OCR คือพนักงานจะทำการสแกนบาร์โค้ดเพื่อระบุเลขรหัสของล็อตของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ก่อนทำการอันโหลดลงถาด หลังจากนั้นจะบรรจุถาดเปล่าและพาเลทที่มีหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ที่สมบูรณ์แล้วเข้าเครื่อง OCR เพื่อทำการอันโหลดลงถาด ซึ่งที่สถานีนี้จะมีหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เข้ามาเป็นจำนวนสองล็อต ซึ่งถูกแบ่งล็อตตั้งแต่สถานี ACAM แต่ในการทำงานที่สถานี OCR พนักงานจะทำทีละล็อตทำให้อีกล็อตต้องรอ เกิดความไม่ต่อเนื่องเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกระบวนการทำงานใหม่คือ ให้พนักงานการสแกนบาร์โค้ดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ทั้งสองล็อต ซึ่งสามารถทำได้เนื่องจากที่เครื่องสามารถระบุล็อตของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ได้มากสุดสองล็อต หลังจากนั้นให้บรรจุถาดเปล่าและพาเลทที่มีหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ที่สมบูรณ์แล้วเข้าเครื่อง OCR เพื่อทำการอันโหลดลงถาดตามปกติ แต่ให้ทำล็อตละ 3 ตะกร้า ซึ่งจะบรรจุลงถาดได้ 2 ถาดพอดี หลังจากนั้นให้สลับไปทำอีกล็อตแทน โดยกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนล็อตที่หน้าจอบนเครื่อง เพื่อเป็นการระบุว่าล็อตนี้เป็นอีกล็อตหนึ่ง ทำสลับกันไปจนอันโหลดครบทั้งหมด

3.3. การวิเคราะห์หาประเภทของการกระจายของข้อมูล

ในที่นี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองโดยใช้การจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งจะต้องมีการทดสอบประเภทของการกระจายของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Stat::Fit เพื่อวิเคราะห์หาประเภทของการกระจายของข้อมูลก่อนนำไปใช้จำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Arena เนื่องจากหากใช้ค่าคงที่เพียงค่าเดียวไปจำลองสถานการณ์ จะได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่เกิดขึ้นในความเป็นจริงมาก การหาประเภทของการกระจายข้อมูลที่เหมาะสมจะช่วยให้เราทราบถึงแนวโน้มของข้อมูล แล้วทำให้การจำลองสถานการณ์มีความใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากขึ้น โดยข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยแต่ละขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ข้อมูลของสายการผลิตก่อนการปรับปรุงสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

รายละเอียดของงานย่อย	ประเภทการกระจายตัว	ข้อมูลเวลา			
		Minimum (วินาที)	Value (วินาที)	Maximum (วินาที)	Std Dev
พนักงานทำการหยิบแพ็คของ Suspension จากชั้นมาวางที่โต๊ะ	คงที่	-	21	-	-
พนักงานนำพาเลทเปล่ามาใส่เข้าเครื่อง	สามเหลี่ยม	3.0	3.5	5.99	-
เครื่องทำการหยิบ Suspension จากถาดมาวางในพาลทจนครบ 10 ตัว	คงที่	-	16	-	-
พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ปิดฝา แล้วนำมาใส่ตะกร้า	สามเหลี่ยม	6.0	7.26	8.69	-
พนักงานส่งตะกร้าไปที่โต๊ะของ ACAM2	สามเหลี่ยม	4.0	4.67	10.7	-
พนักงานหยิบตะกร้าจากโต๊ะ ASLV มาที่โต๊ะของ ACAM1	สามเหลี่ยม	2.0	2.41	3.74	-
พนักงานเปลี่ยนถาด Slider	สามเหลี่ยม	14.0	18.9	19.1	-
พนักงานหยิบพาเลทมาวางในเครื่อง ACAM	สามเหลี่ยม	2.0	3.67	5.15	-
เครื่องทำงาน (ต่อสถานีย่อย)	คงที่	-	44.688	-	-
พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่อง ACAM	สามเหลี่ยม	1.0	2.78	4.34	-
พนักงานส่งตะกร้าจาก ACAM1 ไปที่โต๊ะของ PILC	ยูนิฟอร์ม	4.0	-	5.24	-
พนักงานส่งตะกร้าจากACAM2ไปที่โต๊ะของPILC	ยูนิฟอร์ม	2.0	-	3.65	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง PILC	ยูนิฟอร์ม	1.0	-	3.25	-
เครื่องทำงาน	คงที่	-	20	-	-
พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ลงในตะกร้า	สามเหลี่ยม	1.0	2.23	3.64	-
พนักงานส่งตะกร้าจาก PILC ไปที่โต๊ะของ SJB	สามเหลี่ยม	2.0	3.68	4.52	-
พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง SJB	สามเหลี่ยม	2.0	3.78	4.05	-
เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทเข้าเครื่อง	คงที่	-	4.5	-	-
เครื่องทำการเชื่อมวงจร	คงที่	-	22	-	-
เครื่อง SJB เลื่อนพาเลทออกจากเครื่อง	คงที่	-	2	-	-
พนักงานหยิบพาเลทออกจากเครื่องมาใส่ตะกร้า	คงที่	-	2.832	-	-
พนักงานส่งตะกร้าไปที่ LOW และหยิบพาเลทเปล่ากลับมา	สามเหลี่ยม	2.0	3.12	4.79	-
พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาเพื่อเตรียมตรวจสอบ	นอร์มอล	-	1.42	-	0.345
พนักงานทำการตรวจสอบด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ	สามเหลี่ยม	11.0	18.9	19.2	-
พนักงานนำพาเลทที่ผ่านการตรวจสอบมาใส่ตะกร้า	นอร์มอล	-	1.22	-	0.261
พนักงานส่งตะกร้าให้เครื่อง OCR	สามเหลี่ยม	1.0	1.58	3.16	-
พนักงานหยิบพาเลทจากตะกร้ามาใส่เข้าเครื่อง OCR	สามเหลี่ยม	2.0	3.39	5.1	-
เครื่องทำการเช็ครหัสของ HGA	คงที่	-	10	-	-
เครื่องทำการหยิบ Suspension จากพาเลทมาวางในถาด	คงที่	-	4	-	-
พนักงานนำถาดที่บรรจุเต็มแล้วออกจากเครื่อง	สามเหลี่ยม	6.0	8.65	11.3	-
พนักงานทำการแพ็คถาดที่ถูกบรรจุหัวอ่านข้อมูลแล้วและมาวางที่ชั้นเพื่อเตรียมส่งออก	ยูนิฟอร์ม	41.0	-	55.1	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

4.1. การกำหนดรูปแบบของปัญหา

เนื่องจากต้องการที่รักษาผลกำไร โดยการลดต้นทุนการผลิตของสายการประกอบหัวอ่านข้อมูล โดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ และหลังจากการศึกษาการทำงานจนพบปัญหาว่า มีการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ เกิดเวลาว่างเกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ปัญหาดังกล่าวเป็นตัวแทนของปัญหาหลัก เนื่องจากได้พิจารณาถึงปัญหากล่าวมานั้น สามารถครอบคลุมถึงปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นของสายการประกอบฮาร์ดดิสก์ได้

4.2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย และข้อจำกัด

4.2.1. จุดมุ่งหมาย

- เพื่อสร้างแบบจำลองของสายการประกอบหัวอ่านข้อมูลในปัจจุบัน เพื่อใช้ในการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสามารถเห็นภาพปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องยิ่งขึ้น
- เพื่อสร้างแบบจำลองของสายการประกอบหัวอ่านข้อมูลที่ได้ปรับปรุงกระบวนการแล้ว โดยมีเป้าหมายคือลดการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การใช้ทรัพยากรที่ไม่มีประสิทธิภาพ และเพิ่มอัตราผลผลิตได้ โดยเสนอแนะแนวการปรับปรุงที่ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำการทดลองในสายการผลิตจริง ๆ

4.2.2. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ครอบคุลมตั้งแต่กระบวนการแรกของการประกอบคือการถ่ายส่วนประกอบออกจากถาดมาใส่พาเลท จนถึงกระบวนการสุดท้ายคือการบรรจุลงถาดเพื่อเตรียมส่งให้กระบวนการถัดไป ในสายการประกอบของโรงงานกรณีศึกษา

4.2.3. ข้อจำกัด

- เวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ 1 รอบการผลิต คือ 1 วัน หรือชั่วโมงการทำงาน 24 ชั่วโมง
- กำหนดให้เครื่องจักรมีความสามารถในการผลิตคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดให้พนักงานทำงานอย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดความเหนื่อยล้าระหว่างกระบวนการ
- ไม่เกิดงานเสียระหว่างกระบวนการ
- ได้ทำการคิด Down Time ของเครื่องจักรในแบบจำลองสถานการณ์ด้วย

4.3. การเก็บข้อมูล

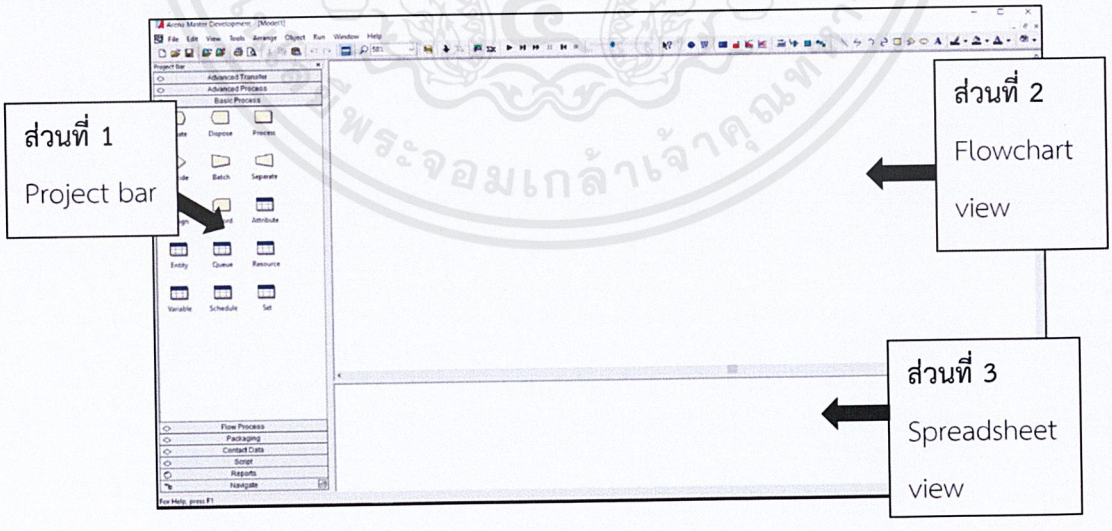
ข้อมูลเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ ได้จากการจับเวลาในแต่ละงานย่อยต่อการปฏิบัติงานแต่ละชิ้นงาน โดยคำนึงถึง จำนวนข้อมูลที่ให้ค่าความเชื่อมั่นตามที่กำหนดจากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณหาเวลามาตรฐาน โดยผ่านการคำนวณด้านค่าปรับอัตราความเร็วและเวลาเผื่อการทำงาน ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นค่าเฉลี่ยตัวแทนสำหรับวิเคราะห์ด้วยตัวแบบจำลอง เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

นอกจากนี้ยังมีการทดสอบข้อมูลเวลาในด้านสถิติ และหาลักษณะการกระจายของข้อมูล เพื่อนำไป ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลองต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้ผลที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงมากที่สุด

4.4. การสร้างแบบจำลอง

4.4.1. การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena

การเข้าสู่โปรแกรม Arena สามารถทำได้ โดยเข้าไปที่เมนู Start > Program files > Rockwell Software > Arena เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 4.1 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้



ภาพที่ 4.1 หน้าต่างแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 เรียกว่า “Project Bar” ส่วนนี้ใช้สำหรับมองหาหน่วยประกอบต่างๆ ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบจะเรียกว่า โมดูล (Module) โดยตัวหน่วยโมดูลนี้มีไว้ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดย คุณลักษณะของหน่วยโมดูลแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. หน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจำลองโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของระบบ
2. หน่วยตารางการจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่างๆที่สามารถนำมาคำนวณได้ หรือประมวลผลในตัวแบบจำลอง

กรณีที่หน้าต่างดังภาพที่ 4.1 ไม่ปรากฏในส่วนของ ”Project Bar”ให้เลือกแถบ View > Project Bar ณ ส่วนเมนูบาร์ จากนั้นส่วนของ “Project Bar” จะถูกเพิ่มเข้ามาในหน้าต่างดังภาพที่ 4.1

ส่วนที่ 2 เรียกว่า “Flowchart View” เป็นส่วนที่ใช้แสดงการเชื่อมต่อของหน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) โดยในส่วนนี้ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบ นอกจากนี้ส่วน Flowchart View ยังมีไว้สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ให้กับระบบจำลองสถานการณ์อีกด้วย อย่างไรก็ตาม แต่ละตัวโมดูลโครงสร้างใน Flowchart View นั้น ยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการประมวลผลสำหรับการแสดงสถานะของระบบ เช่น ตารางการดำเนินงาน แผนการซ่อมบำรุงจำนวน ผู้ให้บริการ หรือลักษณะการให้บริการ เป็นต้นโดยข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ไม่สามารถกรอกโดยตรงผ่านหน่วย โครงสร้างได้ ดังนั้นจึงมีหน่วยตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) ไว้สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ มีความสัมพันธ์กับหน่วยโครงสร้างข้างต้น การเรียกใช้ตารางจัดการข้อมูลทำได้โดยการคลิก ณ หน่วย ตารางจัดการข้อมูลที่ต้องการในส่วน Project Bar จากนั้นหน่วยตารางนั้นจะปรากฏขึ้นในส่วนที่สามทันที

ส่วนที่ 3 เรียกว่า "Speadheet View" เป็นส่วนที่ใช้สำหรับใส่และแสดงข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับสร้างแบบจำลอง ซึ่งแต่ละหน่วยตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) ที่ถูกสร้างนี้ จะมีความสัมพันธ์กับหน่วยโครงสร้างเสมอ

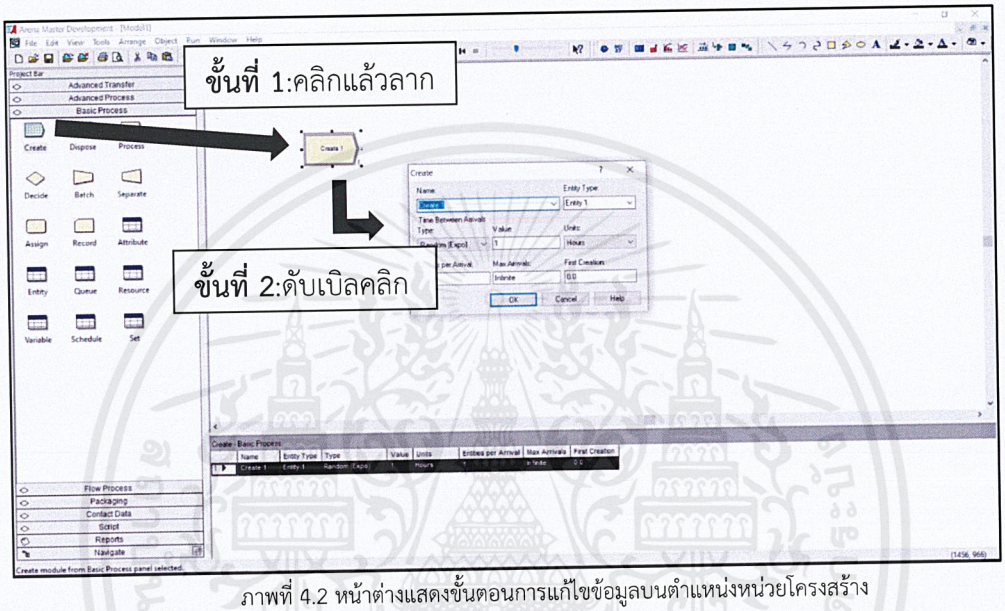
4.4.2. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในส่วน Flowchart View

สามารถทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 : คลิกเลือกหน่วยโครงสร้างในส่วนที่หนึ่ง (Project Bar) จากนั้นคลิกแล้วลากหน่วยโครงสร้างนั้นมาวางลงในพื้นที่ส่วนที่สอง (Flowchart View)

ขั้นที่ 2 : โดยแต่ละหน่วยโครงสร้างที่ถูกสร้างขึ้นในส่วนที่สองนี้ สามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูลได้โดยการดับเบิลคลิกบนตำแหน่งหน่วยโครงสร้างนั้น จากนั้นสามารถกรอกข้อมูลต่าง ๆ ลงในหน่วยโมดูลโครงสร้างได้



ภาพที่ 4.2 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลบนตำแหน่งหน่วยโครงสร้าง

ขั้นที่ 3 : การเชื่อมต่อแต่ละหน่วยโครงสร้าง สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Connect ณ ส่วนทูลบาร์ จากนั้นให้คลิกเมาส์ ณ จุดออกของหน่วยโครงสร้างต้นทาง แล้วคลิกลากเมาส์มาวางที่จุดเข้าของอีกหน่วยโครงสร้างปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ จะปรากฏเส้นเชื่อมที่จุดต้นทางและจุดปลายทาง

4.4.3. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในส่วน Spreadsheet View

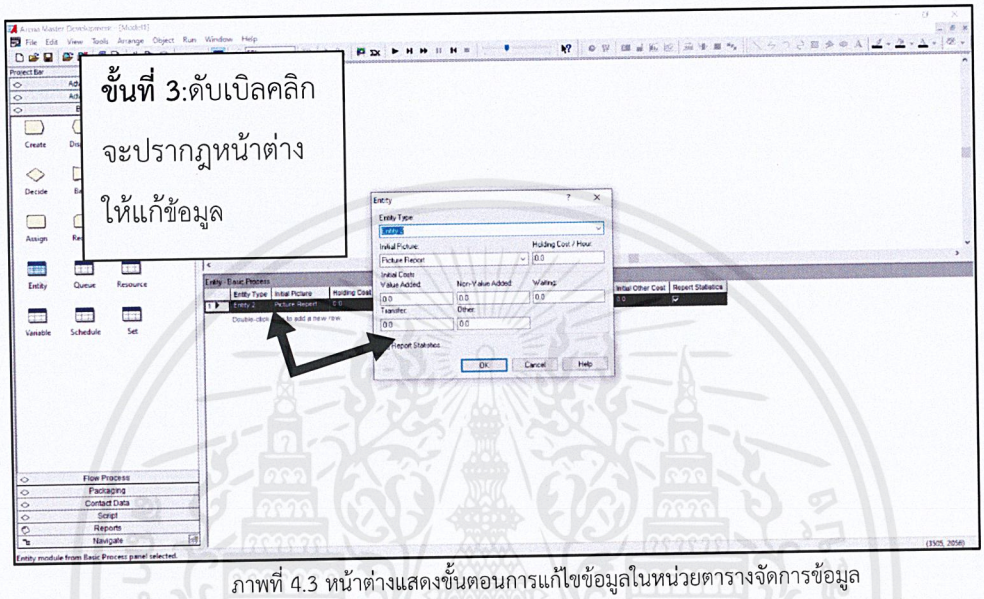
สามารถทำได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 : การเรียกใช้ตารางจัดการข้อมูลทำได้โดยการคลิก ณ หน่วยตารางจัดการข้อมูลที่ต้องการในส่วน Project Bar จากนั้นหน่วยตารางนั้นจะปรากฏขึ้นในพื้นที่ส่วนที่สาม(Spreadsheet View)

ขั้นที่ 2 : หน่วยตาราง สามารถเพิ่มเติมหน่วยตารางข้อมูลได้โดย การดับเบิลคลิกบนตำแหน่ง "Double-click hear to add a new row"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 : แต่ละหน่วยตารางสามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูลในหน่วยตารางโดยการดับเบิลคลิก บนตำแหน่งหน่วยตารางนั้น (หรือคลิกขวาบนตำแหน่งหน่วยตารางจะปรากฏเมนูให้เลือก Edit via Dialog) กรณีผู้สร้างต้องการลบหน่วยตารางที่ไม่จำเป็นออกทำได้โดยคลิกเมาส์ปุ่มขวาบน ตำแหน่งหน่วยตาราง จะปรากฏเมนูแล้วเลือกคำสั่ง "Delete Row" หน่วยตารางนั้นจะถูกลบไป



ภาพที่ 4.3 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลในหน่วยตารางจัดการข้อมูล

จากขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองข้างต้นผู้ใช้เพียงแต่เลือกหน่วยโครงสร้างที่ลักษณะเป็น Visio Block มาจัดเรียงกันเป็นโฟลว์ชาร์ต ตามกระบวนการณ์ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ พร้อมใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้กับแต่ละ Visio Block เพื่อใช้เป็นข้อมูลรับเข้า (Input Data) ให้กับแบบจำลองโดยแบบจำลอง ที่ได้จากการสร้างด้วยโปรแกรม Arena จะถูกบันทึกนามสกุลเป็น "ชื่อแฟ้ม.doe"

จากที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า ณ ส่วน Project Bar มีไว้สำหรับแสดงชื่อหน่วยโครงสร้างและชื่อหน่วยตารางจัดการข้อมูล ซึ่งชื่อเหล่านี้จะถูกจัดแสดงเป็นหมวดหมู่ตามบัญชีประเภทการใช้ในที่นี้ผู้เขียนจะกล่าวถึงสามบัญชีหลักที่ถูกเรียกใช้บ่อยสำหรับสร้างแบบจำลอง

4.4.4. บัญชีชื่อหน่วยโมดูล (Arena Modeling Panels)

บัญชีชื่อหน่วยโมดูลประกอบด้วย 3 บัญชีคือ

1. ปัญชีแสดงกรรมวิธีพื้นฐาน (Basle Process Panel) บัญชีนี้จะแสดงหน่วยโมดูลพื้นฐานที่ถูกเรียกใช้บ่อยๆ สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์พื้นฐาน

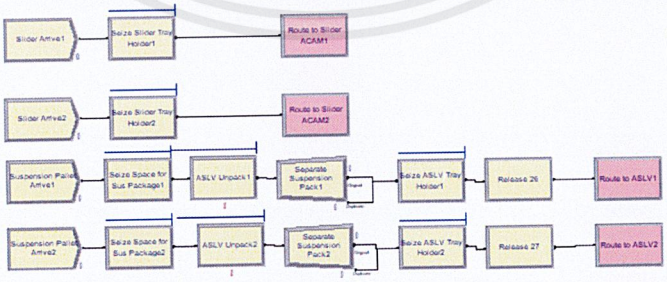
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บัญชีแสดงกรรมวิธีก้าวหน้า (Advanced Process Panel) บัญชีนี้จะแสดงหน่วยโมดูลที่มีความสามารถของหน่วยโครงสร้างละเอียดกว่าโมดูลพื้นฐาน ใช้เพื่อแสดงกิจกรรมเฉพาะด้าน ใช้สำหรับสร้างแบบจำลอง ที่มีสถานการณ์ที่มีลักษณะกิจกรรมละเอียดมากขึ้น
3. บัญชีแสดงกรรมวิธีขนถ่าย (Advanced Transfer Panel) บัญชีนี้จะแสดงหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับการขนย้ายวัตถุที่สนใจ (Entity) ด้วยอุปกรณ์ลำเลียง โดยอุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้ในการ ขนย้ายจะประกอบด้วยอุปกรณ์สายพาน (Conveyor System) ทรัพยากรขนถ่าย (Resource System) และอุปกรณ์รถขนถ่าย (Transportation System)

จากภาพที่ 4.1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena จะปรากฏบัญชีแสดงกรรมวิธีพื้นฐาน (Basic Process Panel) อยู่ในส่วนที่หนึ่ง ถ้าต้องการเพิ่มบัญชีแสดงกรรมวิธีก้าวหน้า (Advanced Process Panel) และ บัญชีแสดงกรรมวิธีขนถ่าย (Advanced Transfer Panel) เข้ามาในส่วนนี้ สามารถทำได้โดยการคลิกเมาส์ ปุ่มขวาลงในพื้นที่ว่างส่วน Project Bar จากนั้นจะปรากฏเมนูให้เลือก

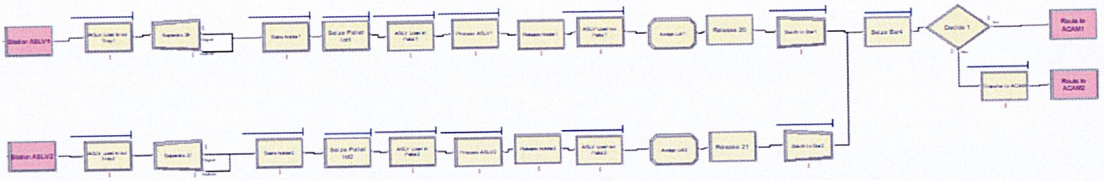
- Template Panel/Attach/Advanced Process.tpo จะปรากฏบัญชีแสดงกรรมวิธีก้าวหน้า (Advanced Process Panel) เพิ่มเข้ามาในส่วน Project Bar หรืออีกวิธีหนึ่งคือ การคลิกเมาส์ ที่เมนู File/Template Panel/Altach/AdvancedProcess.tpo
- Template Panel/Attach/AdvancedTransfer.tpo จะปรากฏบัญชีแสดงกรรมวิธีขนถ่าย (Advanced Transfer Panel) เพิ่มเข้ามาในส่วน Project bar หรืออีกวิธีหนึ่งคือ การคลิกเมาส์ ที่เมนู File/Template Panel/Allach/AdvancedTranster.tpo

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena ของกระบวนการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์โดยแบ่งเป็นสถานีใหญ่ 7 สถานีคือ 1) สถานีการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ 2) สถานีของสถานี ASLV 3) สถานีของสถานี ACAM 4) สถานีของสถานีPILC 5) สถานีของสถานี SJB 6) สถานีของสถานี LOW 7) สถานีของสถานีOCR ซึ่งจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

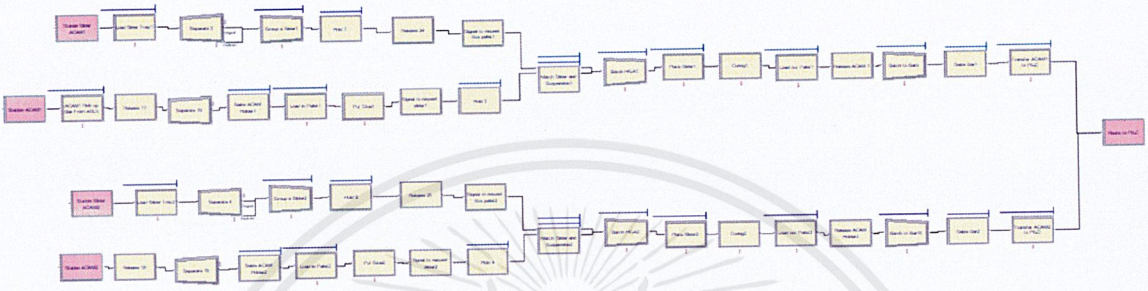


รูปที่ 4.4 สถานีการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

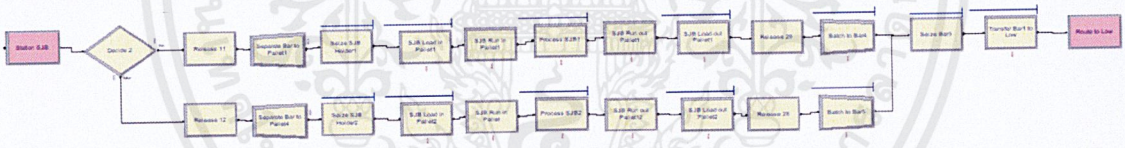


รูปที่ 4.5 กระบวนการทำงานที่สถานี ASLV

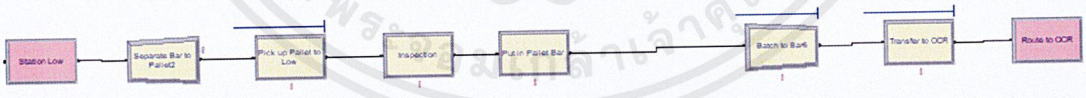


รูปที่ 4.6 กระบวนการทำงานที่สถานี ACAM

รูปที่ 4.7 กระบวนการทำงานที่สถานี PILC

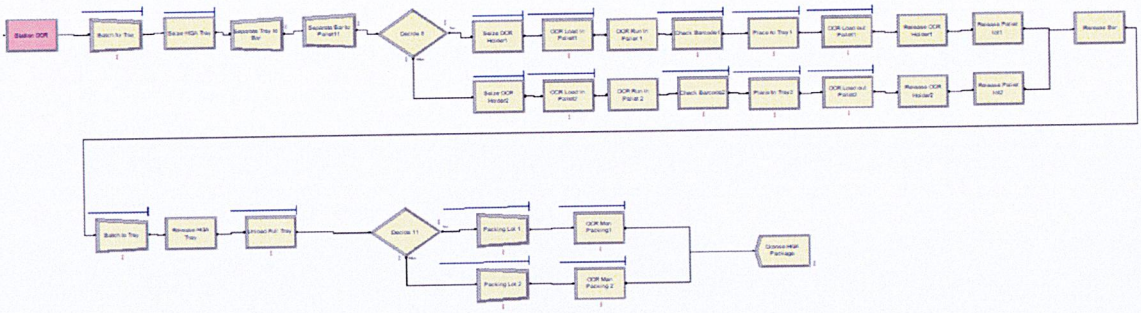


รูปที่ 4.8 กระบวนการทำงานที่สถานี SJB



รูปที่ 4.9 กระบวนการทำงานที่สถานี LOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 กระบวนการทำงานที่สถานี OCR

4.5. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแล้ว นอกจากจะใช้ตรวจสอบคำสั่งที่กำหนดการทำงานของโปรแกรมแล้ว จะใช้การตั้งค่าชั่วโมงการทำงานของแบบจำลองสายการประกอบ โดยกำหนดลักษณะของการรันโปรแกรมต่อเนื่องไว้หลายลักษณะ แล้วนำผลของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเสร็จที่ได้จากการรันโปรแกรมมาเปรียบเทียบกับจำนวนชิ้นงานผลิตเสร็จที่ควรจะผลิตได้ในแต่ละกรณี หากโปรแกรมไม่มีความผิดพลาด (Error) ผลของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเสร็จที่ได้จากการรันโปรแกรมควรมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเสร็จที่ควรจะผลิตได้ ซึ่งในกระบวนการผลิตตามปกตินั้นจะใช้เวลาการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวันโดยมีพนักงานมาสลับกะการทำงาน โดยหนึ่งกะการทำงานคือ 12 ชั่วโมง มีพัก 2 ครั้ง ครั้งแรกหนึ่งชั่วโมง และครั้งที่สองอีกครึ่งชั่วโมง โดยจะมีพนักงานมาทำงานแทนในช่วงเวลาพัก และการเปลี่ยนกะก็ไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการเนื่องจากไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องขณะทำการเปลี่ยนกะการทำงาน

ตารางที่ 4.1 ตารางการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จำนวนชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง)	จำนวนชิ้นงานผลิตเสร็จที่ควรจะผลิตได้จากสายการผลิตจริง (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะผลิตเสร็จเฉลี่ยที่ได้จากการรันโปรแกรม (ชิ้น)	ผลต่างจากการคำนวณและการรันโปรแกรม	
			จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ (%)
24	38520	36720	1800	4.6729
48	77040	74520	2520	3.2710
72	115560	112320	3240	2.8037
120	192600	187560	5040	2.6168
168	269640	268200	6840	2.5367
720	1155600	1129320	26280	2.2741

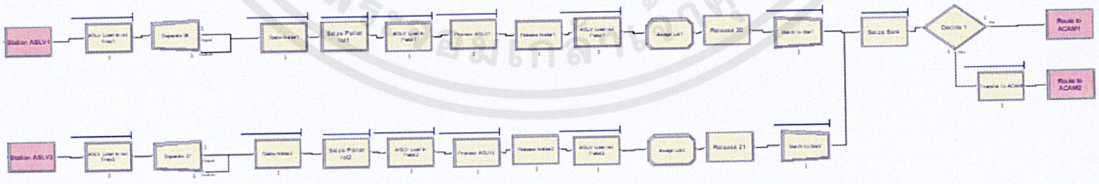
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วย เพื่อแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ทำการสำรวจมาและความสามารถในการให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับสายการผลิตจริงเพียงใด พบว่ายังมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ แต่พบว่ายิ่งกำหนดชั่วโมงการทำงานสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนยิ่งต่ำลง ซึ่งเกิดได้จากการคำนวณผลลัพธ์ของสายการผลิตจริงที่ใช้ข้อมูลเวลาในการคำนวณ ซึ่งไม่สามารถครอบคลุมถึงเงื่อนไขในการป้อนงานและในกระบวนการผลิตจริงนั้นมี DownTime ของเครื่องจักรอยู่ จึงขอสรุปว่าแบบจำลองมีความถูกต้องเพียงพอที่จะสามารถใช้แทนสถานการณ์ของกระบวนการทำงานจริงได้

4.6. การปรับปรุงสายการประกอบโดยใช้แบบจำลอง

4.6.1. แบบจำลองสถานการณ์กระบวนการปัจจุบัน

เป็นแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการทำงานปัจจุบัน ซึ่งสถานีแรกเป็นสถานีของ ASLV ให้พนักงานทำการบรรจุถาดของ Suspension เข้าเครื่อง ASLV โดยถูกแบ่งออกเป็น 6 พาเลทที่โมดูล Separate และจะถูกให้รอที่โมดูล Seize เพื่อทำการรอให้ Holder ว่างถึงจะทำการโหลดเข้าเครื่องได้ หลังจากผ่านโมดูล Seize Holder แล้วจะมาถึงโมดูล Seize Pallet lot เพื่อทำการแบ่งออกเป็นสองส่วนสำหรับส่งให้เครื่อง ACAM ทั้งสองเครื่อง แล้วพนักงานจะทำการโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล ASLV Load in Pallet และผ่านกระบวนการของเครื่อง ASLV หลังจากนั้นพนักงานจะโหลดพาเลทออกที่โมดูล ASLV Load out Pallet หลังจากนั้นทำการ Assign Lot ของพาเลทเพื่อใช้ในการจำแนกว่าต้องส่งไปยังเครื่องไหน และใช้โมดูล Release เพื่อปล่อยการจอง Holder และจะถูกส่งต่อไปยังสถานีถัดไปโดยการใช้ตะกร้าที่ถูกสร้างขึ้นมา โดยใช้โมดูล Seize in Bar

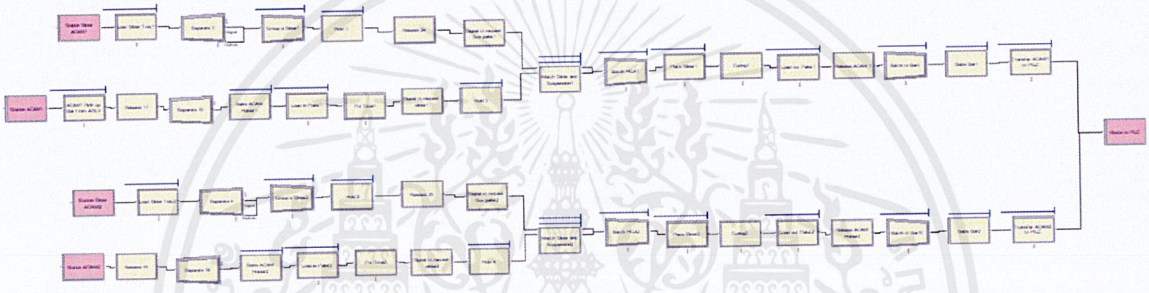


รูปที่ 4.5 กระบวนการทำงานที่สถานี ASLV

ในสถานี ACAM นี้จะมีสองส่วน ส่วนแรกคือส่วนของ Suspension Pallet ซึ่งจะถูกเชื่อมต่อมาจากสถานี ASLV โดยจะถูกแบ่งออกเป็น 10 ชิ้นที่โมดูล Separate หลังจากนั้นจะเข้าสู่โมดูล Seize ACAM Holder เพื่อรอโหลดเข้าเครื่อง ACAM ที่โมดูล Load in Pallet เมื่อเข้าเครื่องแล้วจะผ่านโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Put Glue หลังจากนั้นจะผ่านโมดูล Signal to request Slider เพื่อส่งสัญญาณปล่อย Slider ออกมา และจะถูกรอที่โมดูล Hold เพื่อรอสัญญาณการปล่อยมาของ Slider และส่วนที่สองคือส่วนของ Slider จะถูกเชื่อมต่อมาจากสถานีการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ จะผ่านโมดูล Load Slider Tray และถูกแบ่งเป็น 500 ชิ้นที่โมดูล Separate หลังจากนั้นจะถูกให้รอที่โมดูล Hold เพื่อรอสัญญาณจาก Signal to request Slider เมื่อมีสัญญาณมา Slider จะผ่านโมดูล Signal to request Suspension เพื่อให้ปล่อย Suspension มา Match กันที่โมดูล Match Slider and Suspension และจะถูก Batch กันอย่างถาวรที่โมดูล Batch HGA หลังจากนั้นจะใช้เวลาการทำงานของโมดูล Place Slider และถูกส่งไปยังโมดูล Curing และนำออกจากเครื่องที่โมดูล Load out Pallet หลังจากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังสถานี PILC



รูปที่ 4.6 กระบวนการทำงานที่สถานี ACAM

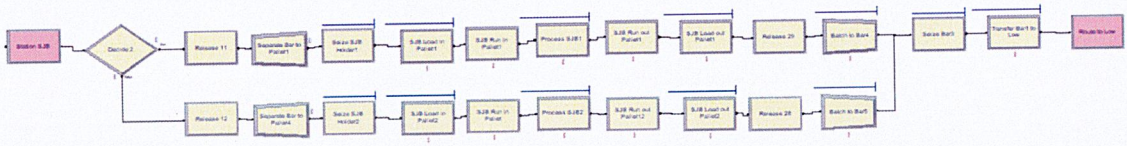
สถานีถัดมาคือ PILC ซึ่งจะต่อจากสถานี ACAM ในโมดูลแรกจะเป็นโมดูล Separate ที่จะทำการแยกตะกร้าออกให้เป็นพาเลทจำนวน 4 พาเลท และส่งต่อมายังโมดูล Seize เพื่อทำการรอจองพื้นที่การทำงานภายในเครื่อง หลังจากนั้นพนักงานจะโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล PILC Load in Pallet และจะผ่านกระบวนการ Pre Heat และ Curing ภายในเครื่อง แล้วจะถูกโหลดออกที่โมดูล PILC Load out Pallet หลังจากนั้นจะถูกรวมลงตะกร้าแล้วถูกส่งไปยังสถานีถัดไป

รูปที่ 4.7 กระบวนการทำงานที่สถานี PILC

สถานีถัดมาคือสถานี SJB เมื่อตะกร้าพาเลทถูกส่งเข้ามาจะถูกแบ่งเป็นสองทาง ซึ่งแยกตามล็อตที่ถูก Assign ไว้ที่สถานี ASLV หลังจากนั้นตะกร้าจะถูกแบ่งมาเป็นพาเลทจำนวน 4 พาเลท และจะรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Holder ว่างเพื่อโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล Seize SJB Holder เมื่อมี Holder ว่างแล้วพนักงานจะโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล SJB Load in Pallet เครื่องจะทำการ Run in Pallet เข้าเครื่อง และจะผ่านกระบวนการต่างๆ ภายในเครื่อง เสร็จแล้วเครื่องจะ Run out Pallet ออกมาและพนักงานจะทำการหยิบออกจากเครื่องที่โมดูล SJB Load out Pallet หลังจากนั้นจะถูกรวมเข้าตะกร้าและรอส่งไปยังสถานีถัดไป



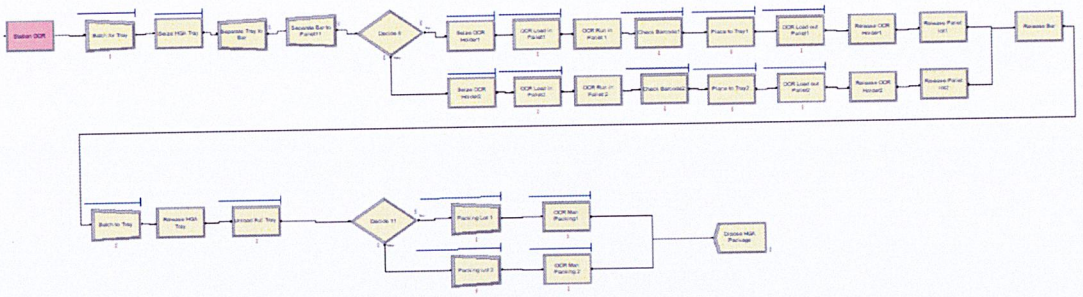
รูปที่ 4.8 กระบวนการทำงานที่สถานี SJB

สถานีถัดมาคือสถานี LOW พนักงานจะแยกพาเลทออกจากตะกร้าเป็น 4 พาเลทที่โมดูล Separate Bar to Pallet และพนักงานจะหยิบขึ้นมาเพื่อทำการตรวจสอบที่โมดูล Inspection หลังจากนั้นจะทำการวางลงบนตะกร้าให้ครบ 4 พาเลทเพื่อรอส่งไปยังสถานีถัดไป

รูปที่ 4.9 กระบวนการทำงานที่สถานี LOW

สถานีถัดมาคือสถานี OCR โมดูลแรกคือให้ทำการแบ่งหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ตามล็อตเพื่อถูกบรรจุลงในถาดที่โมดูล Batch to Tray และทำการจองถาดบรรจุที่โมดูล Seize HGA Tray หลังจากนั้นจะผ่านโมดูล Separate เพื่อแยกออกมาเป็นพาเลทของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ ซึ่งถูกแบ่งแยกตามล็อตที่ถูก Assign ไว้และทำการรอ Holder ว่างเพื่อโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล Seize OCR Holder พนักงานจะทำการโหลดเข้าเครื่องที่โมดูล OCR load in Pallet เครื่องจะทำการ Run in Pallet เข้าเครื่อง หลังจากนั้นเครื่องจะทำการเช็คบาร์โค๊ดของแต่ละหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เพื่อระบุถึงงานดีและงานเสียที่ถูกแยกออกไป และจะทำการหยิบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ที่ผ่านการสแกนแล้วมาวางลงบนถาดที่โมดูล Place to Tray แล้วพนักงานจะหยิบพาเลทว่างออกจากเครื่อง ซึ่งถาดที่บรรจุหัวอ่านฮาร์ดดิสก์จะถูกโหลดออกมาที่โมดูล Unload HGA Tray และนำมาแพ็คที่โมดูล Packing Lot ซึ่งจะถูกกำหนดเวลาการทำงานที่โมดูล OCR Man Packing เป็นการเสร็จกระบวนการประกอบหัวอ่านฮาร์ดิสก์

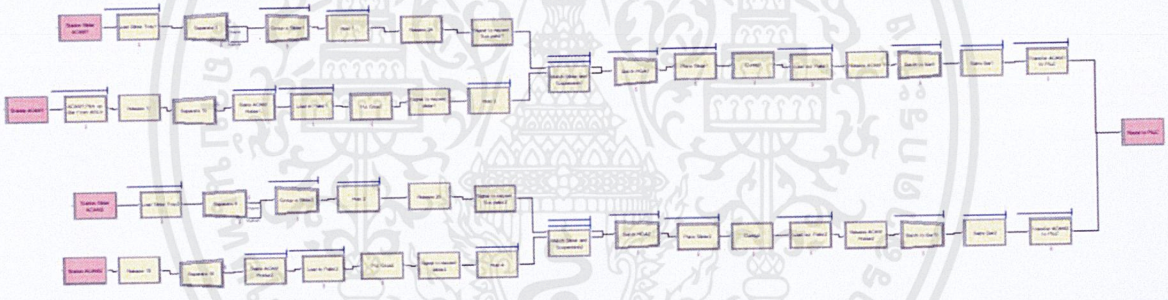
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 กระบวนการทำงานที่สถานี OCR

4.6.2. แบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

หลังจากได้แนวทางการปรับปรุงการทำงานแล้ว ได้แนวทางคือให้พนักงาน ACAM หยุดการโหลดพาเลท 1 รอบการทำงานเมื่อทำการเปลี่ยนล็อตของหัวอ่านฮาร์ดิสก์ โดยการนำข้อมูลเวลาการทำงานเมื่อหยุดการโหลดพาเลท 1 รอบที่ได้จากการคำนวณมาใส่ในแบบจำลองสถานการณ์ของโมดูล Put Glue , โมดูล Place Slider และโมดูล Curing ของเครื่องACAM

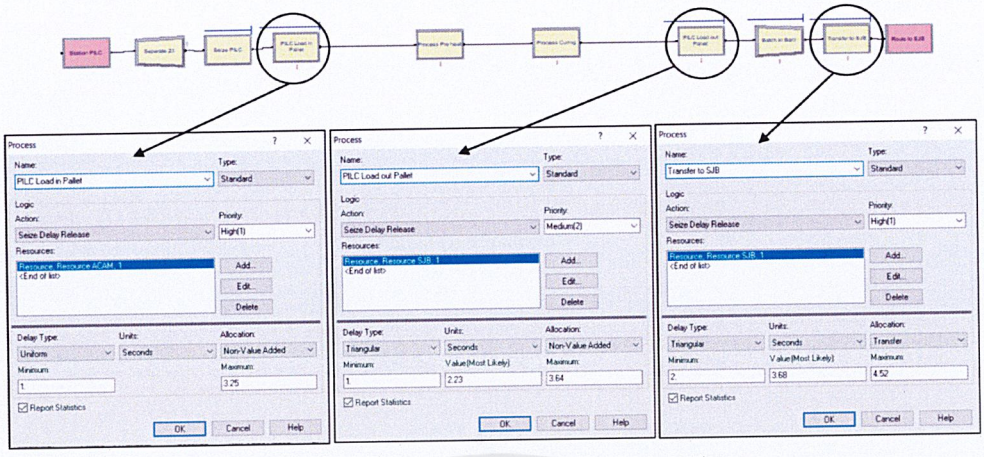


Name	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum
Load in Pallet1	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Seconds	Non-Value Added	2.	3.67	5.15
Put Glue1	Delay	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	.5	43	1.5
Place Slider1	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	.5	43	1.5
Curing1	Delay	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	.5	43	1.5
Load out Pallet1	Seize Delay Release	High(1)	1 rows	Triangular	Seconds	Non-Value Added	1.	2.78	4.34

รูปที่ 4.11 เวลาในการทำงานของกระบวนการในสถานีACAM

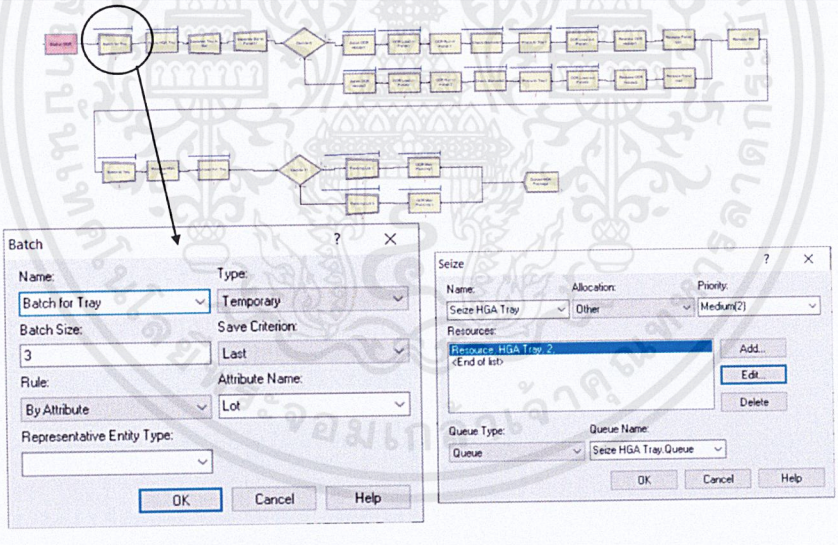
ที่สถานี PILC ให้พนักงานของสถานี ACAM ทำหน้าที่โหลดพาเลทเข้าเครื่อง PILC แทนพนักงาน PILC เดิมและให้พนักงานของสถานี SJB ทำหน้าที่อันโหลดพาเลทออกจากเครื่อง PILC และส่งให้สถานีถัดไปแทนพนักงาน PILC เดิม โดยการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่วน Resources ของโมดูล PILC Load in Pallet โมดูล PILC Load out Pallet และโมดูล Transfer to SJB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 รายละเอียดการทำงานของสถานี PILC

และในการปรับปรุงสุดท้ายที่สถานี OCR ทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลในโมดูล Batch to Tray จากเดิม Batch Size คือ 9 หมายความว่าทำครั้งละ 9 ตะกร้าให้เปลี่ยนมาเป็น 3 หมายความว่าให้ทำครั้งละ 3 ตะกร้าแทน และที่โมดูล Seize HGA Tray ในส่วน Resource ให้เปลี่ยนจาก 6 เป็น 2 เพื่อให้สามารถ match กับข้อมูลของโมดูล Batch Size



รูปที่ 4.13 รายละเอียดการทำงานเปลี่ยนเป็น 3 ตะกร้าจากเดิม 9 ตะกร้า

4.7. สรุปผลการปรับปรุงสายการผลิต

งานวิจัยนี้จะพิจารณาวิเคราะห์ เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยหัวข้อสำคัญ 2 เรื่องคือ 1) ผลลัพธ์ของการผลิต และ 2) การใช้ประโยชน์ของคนและเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลลัพธ์ของการผลิต ตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการผลิต ที่สามารถผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์จาก 730 แพ็คต่อสัปดาห์ เป็น 757 แพ็คต่อสัปดาห์ ทำให้มีผลผลิตต่อวันมาขึ้น และกระบวนการประกอบสามารถไหลได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการผลิต

รายการ		การปรับปรุง (แพ็ค)		ผลการปรับปรุง		
		ก่อน	หลัง	ผลต่าง	% เปลี่ยนแปลง	วิเคราะห์
จำนวนแพ็คหัวอ่านฮาร์ดดิสก์	ต่อวัน	104	108	4	3.84 %	เพิ่มขึ้น
	ต่อสัปดาห์	730	757	27	3.69 %	เพิ่มขึ้น

2. การใช้ประโยชน์ของพนักงาน ตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นการใช้ประโยชน์ของพนักงาน โดยรวมจะมีการใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น แต่จะมีสำหรับบางคน และบางเครื่องจักรที่การใช้ประโยชน์ลดลง สำหรับพนักงานของสถานี PILC ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์เนื่องมาจากก่อนปรับปรุงพนักงานได้ทำงานร่วมกับเครื่อง PILC แต่ได้มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้พนักงานของสถานี ACAM และพนักงานของสถานี SJB มาทำหน้าที่แทน

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ของพนักงาน

รายการ	ร้อยละการใช้ประโยชน์		ผลต่าง	วิเคราะห์
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง		
พนักงานสถานี ASLV	56.20%	58.32%	2.12%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี ACAM	34.58%	45.54%	10.96%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี PILC	22.95%	0	22.95%	ลดลง
พนักงานสถานี SJB	30.21%	45.53%	15.32%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี LOW	84.89%	87.98%	3.09%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี OCR	27.27%	28.31%	1.04%	เพิ่มขึ้น

4.8. การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนปรับปรุง

งานวิจัยนี้จะได้นำผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายหลังการดำเนินการตามข้อเสนอการปรับปรุงมาพิจารณาถึงผลตอบแทนที่จะได้รับในอนาคต ซึ่งสามารถนำมาประกอบการพิจารณาตัดสินใจจัดสรรงบประมาณที่จะลงทุนในการปรับปรุง รวมไปถึงพิจารณาจุดคุ้มทุนที่เหมาะสม จากการปรับปรุงจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มขึ้นจาก 37,542 ชิ้น เป็น 38,931 ชิ้นต่อวัน แสดงว่าสามารถผลิตเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 1,389 ชิ้นต่อวัน โดยที่คิดผลตอบแทนในรูปแบบของชั่วโมงการทำงานของพนักงานต่อชิ้น เพื่อคำนวณค่าจ้างพนักงานในการทำงาน

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลตอบแทนที่ได้จากการปรับปรุงการทำงาน

กระบวนการทำงาน	ผลผลิตต่อวัน	จำนวนพนักงาน	ชั่วโมงการทำงานของพนักงานต่อชิ้น	จำนวนพนักงานที่ต้องการทั้งหมด	ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ต่อปี ($)
กระบวนการทำงานปัจจุบัน	37,542	6	0.0038	35	-
แนวทางการทำงานใหม่	38,931	5	0.0031	29	144,000

โดยชั่วโมงการทำงานของพนักงานต่อชิ้น คำนวณจากจำนวนชั่วโมงการทำงานของพนักงานทั้งหมดที่ใช้ต่อสายการประกอบต่อผลผลิตที่ได้ในหนึ่งกะการทำงาน จำนวนพนักงานที่ต้องการทั้งหมดคำนวณจาก ชั่วโมงการทำงานของพนักงานที่ใช้ในการตอบสนองความต้องการในหนึ่งวันต่อชั่วโมงการทำงานหนึ่งวัน โดยความต้องการต่อวันคือ 222,000 ชิ้น

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าข้อเสนอการปรับปรุงนี้ไม่ต้องการการลงทุนในการปรับปรุง การปรับปรุงตามข้อเสนอดังกล่าวข้างต้นจะทำให้ บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายปีละ 144,000 ดอลล่าห์สหรัฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการประกอบของสายการประกอบหัวอ่านข้อมูลของผลิตภัณฑ์รุ่น P และหาแนวทางปรับปรุงแนวทางการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจัดทำต้นแบบการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุตสาหกรรมเพื่อช่วยในกระบวนการตัดสินใจลงทุนปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวคิดการผลิตแบบลีน

การดำเนินงานเริ่มจากศึกษาปัญหาของกระบวนการผลิต เก็บข้อมูลเวลาต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต แล้วจึงสร้างแบบจำลองของกระบวนการผลิตปัจจุบัน หลังจากนั้นก็เสนอแนวคิดการปรับปรุงตามแนวคิดแบบลีน เมื่อได้แนวทางปรับปรุงแล้วก็มาสร้างแบบจำลองอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์ และตัดสินใจลงทุนปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยผลของการเสนอแนวทางการปรับปรุงโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุตสาหกรรม จะได้สรุปออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ คือ 1) ผลลัพธ์ของการผลิต และ 2) การใช้ประโยชน์ของคนและเครื่องจักร

1. ผลลัพธ์ของการผลิต คือ การผลิตมีความต่อเนื่องเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มผลผลิตได้ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลลัพธ์ของการผลิตจากการปรับปรุงการทำงาน

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	ผลการปรับปรุง
จำนวนหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ (ชิ้นต่อวัน)	37,542	38,931

2. การใช้ประโยชน์ของพนักงาน จากการที่สายการผลิตเกิดสมดุลมากขึ้น มีผลทำให้การใช้ประโยชน์ของพนักงานเพิ่มขึ้น 10.46% ดังตารางที่ 5.2 จากผลการจัดทำต้นแบบการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุตสาหกรรม คือ สามารถลดเวลาการผลิตลงได้ และไม่มีการรอคอยระหว่างสถานีงาน เป็นผลให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถตัดสินใจปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตได้ และการปรับปรุงตามข้อเสนอดังกล่าวข้างต้นจะทำให้ บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายลงไปปีละ 144,000 ดอลล่าห์สหรัฐ

ตารางที่ 5.2 ผลผลัพธ์ของการใช้ประโยชน์ของพนักงานจากการปรับปรุงการทำงาน

รายการ	ร้อยละการใช้ประโยชน์		วิเคราะห์
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
พนักงานสถานี ASLV	56.20%	58.32%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี ACAM	34.58%	45.54%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี PILC	22.95%	0	-
พนักงานสถานี SJB	30.21%	45.53%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี LOW	84.89%	87.98%	เพิ่มขึ้น
พนักงานสถานี OCR	27.27%	28.31%	เพิ่มขึ้น
ร้อยละการใช้ประโยชน์เฉลี่ย	42.68%	53.13%	เพิ่มขึ้น

5.2. ข้อเสนอแนะ

การจะนำแนวทางการปรับปรุงการทำงานนี้ไปปฏิบัติในการผลิตจริง ควรมีการทบทวนค่าเวลามาตรฐานต่าง ๆ ที่เป็นข้อกำหนดในการผลิตให้ถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากกระบวนการประกอบของชิ้นงานที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต หรือมีการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานที่เคยผลิต รวมทั้งความสามารถของพนักงานอาจไม่เท่ากันจากมีความชำนาญต่างกัน หรือการกำหนดอัตราค่าเผื่อต่าง ๆ ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่านั้น ๆ เพื่อความแม่นยำของข้อมูลมากขึ้นและสามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในโรงงาน หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอื่นได้ต่อไป หรือหากต้องการพัฒนาแบบจำลองให้มีความซับซ้อนมากขึ้นควรมีพื้นฐานทางด้านการใช้งานภาษาซี เพื่อให้สามารถเข้าใจการเขียนคำสั่ง และฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

หนังสือทั่วไป

เกียตรติขจร โฆมานะสิน. (2556). *การวางแผนและควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน)

โกศล ดีศีลธรรม. (2547). *เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน).

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. (2553). *คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน)

วันชัย ริจิรวนิช (2548). *การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2544). *การจำลองแบบปัญหา (SIMULATION). พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรินทร์ ขนาบศักดิ์. (2543). *ความน่าจะเป็นและการแจกแจงความน่าจะเป็น*. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์.

วิทยานิพนธ์

กัณศิริ กิตติภากร. (2553). การจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. วิศวกรรมอุตสาหการ.

วราวุฒิ แซ่เอ้ง. (2558). การวิเคราะห์ข้อเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยบูรพา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME STUDY WORKSHEET

OPERATION DESCRIPTION : ASSEMBLY HGA | **MACHINE NAME : Assembly Line** | **MACHINE NUMBER : CP420,CP421**

PART NAME : P Product

ELEMENT NO.	ELEMENT DESCRIPTION	Zone	READING 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL	CYCLES	AVERAGE NUMBER	% R	NORMAL TIME	FREQUENCY	UNIT NORMAL TIME	ALLOWANCES	STANDARD TIME (HGA)	RANGE	HIGHEST
1	Move Suspension 1 Pack(6 Tray) to ASLV tableto Table	ASLV	20.45	28.65	25.09	22.09	28.32	21.51	23.65	22.49	24.54	25.71	21.21	23.98	22.48	24.82	25.64	21.21	20.89	24.23	26.89	26.23	25.12	26.58	21.05	24.20	25.61	24.98	23.12	23.01	22.47	24.02	720.24	30	24.0080	100	24.0080	1	24.0080	0.12	26.88896	8.20	0
2	Unload Emptry Tray from Machine to ASLV table	ASLV	4.69	3.02	2.23	2.18	2.53	2.42	2.33	2.83	2.15	3.05	2.89	2.65	2.15	2.84	3.01	3.15	2.89	2.75	2.93	2.91	2.65	2.12	2.09	2.98	2.65	2.41	2.86	2.87	2.92	2.82	81.97	30	2.7323	100	2.7323	1	2.7323	0.12	3.06021	2.60	0
3	Load in Full Tray To ASLV Machine	ASLV	4.43	3.39	3.9	4.07	3.84	3.05	2.48	2.8	3.56	2.89	4.02	3.56	3.48	3.12	4.21	3.56	3.38	3.23	3.5	3.51	3.62	3.45	3.20	3.85	3.46	4.02	3.85	3.21	3.19	3.32	105.15	30	3.5050	100	3.5050	1	3.5050	0.12	3.92560	1.95	0
4	Open Tray Lid	ASLV	1.95	2.18	2.51	2.65	2.32	1.65	1.72	1.57	2.21	1.87	2.64	2.06	2.23	2.51	1.98	2.19	2.45	2.01	2.13	2.19	2.16	1.68	2.26	2.21	1.85	2.32	2.47	2.32	2.07	2.35	64.71	30	2.1570	100	2.1570	1	2.1570	0.12	2.41584	1.08	0
5	Load in Pallet from Table to ASLV Machine	ASLV	5.71	4.54	4.3	4.22	4.98	3.25	3.6	4.71	3.45	4.59	3.93	3.5	4.71	3.33	3.59	4.75	3.58	4.07	5.6	3.15	4.17	4.21	4.18	4.38	4.28	4.21	4.26	3.98	3.81	4.19	125.27	30	4.1757	100	4.1757	1	4.1757	0.12	4.67675	2.56	0
6	Machine Run in Pallet	ASLV	2.03	1.65	2.35	1.6	1.43	1.95	2.05	1.99	1.61	1.53	1.62	1.58	2.97	2.72	2.98	3.13	2.91	2.8	2.97	2.86	2.85	2.51	2.61	2.23	2.51	2.29	2.01	2.84	2.09	2.21	68.88	30	2.2960	100	2.2960	1	2.2960	0	2.29600	1.70	0
7	Machine Pick up HGA frome Tray and Place into Pallet	ASLV	16.25	16.76	16.77	16.65	16.78	16.62	16.75	15.01	16.28	15.92	15.41	16.13	16.49	15.54	17.05	14.92	16.99	16.711	14.94	16.55	15.85	16.12	16.30	16.25	16.27	16.32	16.24	16.34	16.21	16.15	486.971	30	16.2324	100	16.2324	1	16.2324	0	16.23237	2.13	0
8	Machine Run out Pallet	ASLV	2.91	2.37	3.34	2.4	2.82	2.07	2.04	2.41	1.42	1.24	1.2	1.37	2.92	2.11	1.3	2.32	1.31	2.08	1.31	1.5	1.85	1.88	1.75	1.69	1.93	1.97	1.98	1.95	1.87	2.00	59.31	30	1.9770	100	1.9770	1	1.9770	0	1.97700	2.14	0
9	Man Load out Pallet from Machine and Place into Pallet Bar	ASLV	6.84	7.9	6.48	7.86	6.52	7.38	7.47	6.92	7.35	7.19	8.16	7.46	6.77	7.66	7.02	6.4	6.72	6.95	8.57	7.36	7.33	6.48	7.42	7.30	7.25	7.32	7.49	7.20	6.88	7.41	217.06	30	7.2353	100	7.2353	1	7.2353	0.12	8.10357	2.17	0
10	Change Pallet	ASLV	3.07	1.79	2.39	1.88	2.55	2.23	2.13	1.77	2.2	2.65	2.49	2.33	1.75	2.63	2.67	2.14	2.01	2.02	1.93	2.1	1.98	2.74	2.47	2.45	2.08	2.08	2.41	2.23	2.14	2.41	67.72	30	2.2573	100	2.2573	1	2.2573	0.12	2.52821	1.32	0
11	Place Pallet into Pallet bar	ASLV	6.93	6.44	6.03	6.58	6.64	5.98	6.68	5.35	5.72	9.72	6.62	7.49	5.73	5.66	4.62	6.12	5.63	6.71	5.39	5.37	5.78	6.22	6.77	6.27	6.31	5.83	6.22	5.88	6.22	6.78	187.69	30	6.2563	100	6.2563	1	6.2563	0	6.25633	5.10	0
12	Transport Pallet Bar Frome ASLV Table to ACAM2 Table	ASLV	8.55	10.11	8.97	8.16	6	6.33	5.52	4.77	4.45	4.46	5.99	8.78	7.84	6.85	6.51	4.92	4.86	4.97	7.68	5.4356	5.91	6.48	6.58	6.81	5.97	7.15	6.47	6.89	6.28	7.12	196.816	30	6.5605	100	6.5605	1	6.5605	0.12	7.34778	5.66	0
13	Pick PalletBar From ASLV Tabie and Place on ACAM1 Table	ACAM	3.67	2.53	2.75	2.23	2.57	2.3	2.57	2.6	2.23	2.94	2.67	2.74	2.43	2.31	2.68	3.01	2.78	2.64	2.41	2.58	2.39	2.54	2.33	2.68	2.89	2.64	2.62	2.72	2.83	2.51	78.64	30	2.6213	100	2.6213	1	2.6213	0.16	3.04075	1.44	0
14	Change Slider Tray	ACAM	18.87	18.99	14.63	16.88	17.28	15.62	17.45	18.62	18.65	18.45	17.65	17.42	16.89	14.89	18.12	18.23	17.89	17.65	17.47	18.24	17.61	18.23	18.10	17.49	17.52	17.49	17.61	17.16	18.15	17.13	526.38	30	17.5460	100	17.5460	1	17.5460	0.16	20.35336	4.36	0
15	Load in Pallet From Table to ACAM Machine	ACAM	3.25	3.86	4.18	4.74	3.13	4.94	4.07	3.29	4.36	3.99	3.85	2.26	4.17	3.04	2.54	3.85	3.4	2.93	2.89	3.57	3.84	4.11	3.55	3.61	3.74	3.41	2.99	3.22	3.64	3.68	108.1	30	3.6033	100	3.6033	1	3.6033	0.16	4.17987	2.68	0
16	Machine Running	ACAM	41.89	41.68	42.58	41.51	42.26	42.04	41.63	41.68	41.82	43.22	42.94	43.42	42.28	41.57	42.47	42.02	42.21	42.35	43.32	43.61	41.84	42.32	43.12	41.02	43.02	41.85	42.39	42.77	42.65	42.20	1269.68	30	42.3227	100	42.3227	1	42.3227	0	42.32267	2.59	0
17	Load out pallet From ACAM Machine into PalletBar	ACAM	3.97	2.11	3.32	2.46	2.71	3.1	2.25	2.53	4.16	2.59	2.52	1.19	2.52	3.19	2.95	2.49	2.3	3.37	3.4	2.8	3.16	2.57	2.95	2.84	2.79	2.48	2.66	2.77	3.16	2.61	83.92	30	2.7973	100	2.7973	1	2.7973	0.16	3.24491	2.97	0
18	Move PalletBar From ACAM1 Table To PILC Table	ACAM	4.02	4.38	4.24	4.86	5.06	4.45	5	4.99	4.31	5.14	4.64	5.01	5.12	4.87	5.24	4.42	4.12	4.32	4.01	4.69	4.55	4.12	4.23	4.51	4.64	4.78	5.12	4.89	4.95	4.85	139.53	30	4.6510	100	4.6510	1	4.6510	0.16	5.39516	1.23	0
19	Move PalletBar From ACAM2 To PILC Table	ACAM	3.44	3.62	3.65	3.21	2.05	2.35	3.02	2.13	2.73	2.73	2.74	2.92	3.24	3.56	3.21	2.96	3.46	2.26	2.45	2.38	3.12	2.54	2.90	2.97	3.22	3.12	2.61	3.11	2.45	3.14	87.31	30	2.9103	100	2.9103	1	2.9103	0.16	3.37599	1.60	0
20	Pick up Pallet From Bar and Load Pallet To Machine	PILC	2.63	2.39	2.41	1.65	3.03	2.14	2.16	3.04	3.25	2.91	2.97	2.71	1.93	2.7	2.46	2.08	1.44	1.46	1.32	1.06	2.39	2.01	2.45	2.24	2.13	2.31	2.52	2.11	2.28	2.21	68.39	30	2.2797	100	2.2797	1	2.2797	0.16	2.64441	2.19	0
21	Machine Curing	PILC	41.12	40.7	40.91	40.86	40.39	43.8	42.26	42.14	41.85	41.44	41.54	42.56	41.98	42.85	41.95	42.36	43.01	42.85	41.01	41.25	41.64	41.84	42.30	42.12	41.89	41.72	41.16	42.74	40.85	41.59	1254.68	30	41.8227	100	41.8227	1	41.8227	0	41.82267	3.41	0
22	Load out pallet From Machine and Put into PalletBar	PILC	3.47	3.38	2.425	1.63	1.72	1.58	1.98	1.59	2.14	2.44	2.56	2.32	2.21	1.48	1.92	2.28	2.98	2.64	2.41	2.16	2.68	2.30	2.85	2.31	2.01	2.26	2.14	2.18	2.13	2.39	68.565	30	2.2855	100	2.2855	1	2.2855	0.16	2.65118	1.99	0
23	Move PalletBar From PILC Table To SJB Table	PILC	4.35	3.87	4.31	3.74	3.8	3.47	3.95	2.65	2.59	3.74	3.48	3.15	3.78	3.34	3.89	3.12	3.25	3.41	3.14	3.08	3.47	3.67	2.95	3.78	3.36	3.51	3.95	3.10	3.45	3.25	104.6	30	3.4867	100	3.4867	1	3.4867	0.16	4.04453	1.76	0
24	Move Emptry PalletBar to PILC Table	SJB	2.31	2.12	3.32	2.62	4.82	3.32	2.62	4.82	3.14	1.78	1.7	2.96	2.15	2.34	1.98	3.12	3.56	3.21	3.33	3.26	2.98	2.87	2.78	2.52	3.01	3.15	2.14	2.32	2.87	2.66	85.78	30	2.8593	100	2.8593	1	2.8593	0.16	3.31683	3.12	0
25	Load in Pallet From PalletBar to SJB Machine	SJB	2.28	3.12	2.87	2.76	3.06	3.95	3.83	3.64	3.66	3.65	2.98	2.73	2.82	2.68	3.95	3.63	3.8	3.25	3.63	3.6	3.48	3.19	3.29	3.36	2.99	3.81	3.17	2.98	3.58	3.15	98.87	30	3.2957	100	3.2957	1	3.2957	0.16	3.82297	1.67	0
26	Machine Clamp on	SJB	0.97	0.77	1.04	1.29	0.77	0.59	0.7	0.78	1.02	0.85	0.9	0.95	1.01	0.85	1.17	1.07	0.91	0.94	0.79	0.67	0.75	0.81	0.89	0.80	0.85	0.96	0.85	0.93	0.87	0.88	26.43	30	0.8810	100	0.8810	1	0.8810	0	0.88100	0.70	0
27	Machine Run in Pallet	SJB	3.42	3.2	3.39	3.01	3.74	4.01	4.03	3.08	3.73	3.95	3.41	3.6	3.38	3.56	3.91	3.59	3.57	3.68	3.98	4.08	3.31	4.10	3.74	3.45	3.61	3.86	3.21	3.41	3.85	3.56	108.42	30	3.6140	100	3.6140	1	3.6140	0	3.61400	1.09	0
28	Machine Bounding Connector Pin and Machine Run out Pallet	SJB	23.63	22.49	21.71	22.32	22.19	22.34	21.99	21.94	22.74	22.89	22.43	22.93	22.21	22.3	22.75	21.91	22.49	23.18	22.89	23.05	22.16	22.94	23.19	22.14	22.49	22.68	22.13	23.16	22.94	21.98	674.19	30	22.4730	100	22.4730	1	22.4730	0	22.47300	1.56	0
29	Waiting for Bounding Connector	SJB	9.61	7.52	9.92	8.69	10.15	9.81	7.81	8.23	8.28	9.49	10.02	9.48	8.42	8.31	8.26	8.14	5.8	7.41	5.71	6.67	8.38	7.59	7.86	8.17	8.22	7.88	9.12	8.21	8.87	9.45	251.53	30	8.3843	100	8.3843	1	8.3843	0	8.38433	4.44	0
30	Machine Run out Pallet	SJB	1.91	2.15	2.11	1.79	2.1	1.92	2.27	2.24	2.15	2.07	2.24	2.01	2.14	1.79	2.1	2.39	2.03	2.2	2.12	1.94	2.32	1.95	1.89	2.12	2.09	2.08	2.03	2.15	2.16	2.23	62.69	30	2.0897	100	2.0897	1	2.0897	0	2.08967	0.60	0
31	Pick up Finish Pallet From Machine and Put into PalletBar	SJB	2.82	2.91	2.87	2.78	3.23	3.16	2.59	2.6	3.07	2.65	3.58	2.51	2.47	2.49	2.54	2.66	3.86	2.8	2.72	2.33	2.85	2.48	2.85	2.95	2.61	2.95	2.96	2.91	2.83	2.93	84.96	30	2.8320	100	2.8320	1	2.8320	0.16	3.28512	1.53	0
32	Transport PalletBar from SJB table to Low and Pick Empty PalletBar to SJB Table	SJB	2.43	2.84	2.98	4.34	3.47	4.65	3.29	3.61	2.37	2.22	3.41	3.32	2.98	3.4	3.26	2.74	3.12	3.56	3.22	3.12	3.02	2.97	3.21	3.06	3.15	3.62	3.55	3.31	3.15	3.64	97.01	30	3.2337	100	3.2337	1	3.2337	0.16	3.75105	2.43	0
33	Pick up Pallet From palletBar For Inspect	Low	1.48	1.66	1.34	1.3	2.04	1.95	2.17	1.2	1.38	1.65	1.76	1	1.15	1.15	1.13	1.34	1.08	0.86	0.97	0.88	1.32	1.20	1.23	1.21	1.61	1.65	1.74	1.54	1.84	1.62	42.45	30	1.4150	100	1.4150	1	1.4150	0.12	1.58480	1.31	0
34	Inspecting	Low	16.05	16.25	16.6	11.04	16.02	16.22	16.56	11.33	12.24	15.04	14.75	18.49	17.65	18.41	19.05	12.5	12.9	17.48	18.15	16.95	17.09	16.84	16.56	16.81	18.93	16.89	17.01	16.08	16.14	16.41	482.44	30	16.0813	100	16.0813	1	16.0813	0.12	18.01109	8.01	0
35	Put Pallet into Empty Basket	Low	1.26	1.39	1.4	1.33	1.31	1.56	1.39	1.08	1.33	1.23	1.52	0.84	0.96	0.68	0.98	1.26	1.23	0.74	0.96	1.67	0.99	1.25	1.35	1.59	1.23	1.34	1.11	1.35	1.14	1.17	36.64	30	1.2213	100	1.2213	1	1.2213	0.12	1.36789	0.99	0
36	Transport PalletBar from Low to OCR Table	Low	1.56	3.07	2.52	1.85	1.37	1.83	1.89	1.58	2.08	1.34	1.9	2.21	1.87	2.02	1.98	1.89	2.12	1.78	1.62	1.81	1.61	1.66	1.62	1.91	1.16	1.56	1.41	1.23	1.15	1.49	53.09	30	1.7697	100	1.7697	1	1.7697	0.12	1.98203	1.92	0
37	Move Empty PalletBar From OCR Table to transfer module	OCR	2.88	2.7	2.73	2.63	2.85	2.36	2.49	2.18	1.96	2.37	2.51	2.78	2.54	2.13	2.78	2.14	1.98	2.48	2.61	2.65	2.85	2.84	2.48	2.69	2.76	2.51	2.43	2.54	2.51	2.36	75.72	30	2.5240	100	2.5240	1	2.5240	0.12	2.82688	0.92	0
38	Pick Empty Tray From OCR Table and Load to OCR Machine	OCR	1.78	2.85	4.44	3.35	3.81	3.99	3.67	3.84	3.57	3.41	3.85	3.74	3.32	3.72	3.54	3.16	2.52	2.18	2.93	2.6	2.94	3.16	3.51	3.64	3.13	3.15	3.49	3.49	3.31	3.32	99.41	30	3.3137	100	3.3137	1	3.3137	0.12	3.71131	2.66	0
39	Man Load Pallet into OCR Machine	OCR	2.79	2.17	3.57	2.67	2.79	3.44	4.27	3.47	2.86	4.48	3.27	3.5	3.67	2.5	3.57	4.87	4.7	3.29	4.06	3.61	3.66	3.74	3.48	3.37	3.44	3.41	2.78	3.56	3.45	3.66	103.45	30	3.4483	100	3.4483	1	3.4483	0.12	3.86213	2.70	0
40	Machine Run in Pallet	OCR	1.42	1.37	1.35	1.3	1.64	1.32	1.5	1.69	1.2	1.83	1.74	1.55	1.45	1.99	1.46	1.7	1.38	1.47	2.1	2.3	1.49	1.52	1.58	1.70	1.62	1.53	1.61	1.58	1.54	1.38	47.31	30	1.5770	100	1.5770	1	1.5770	0	1.57700	1.10	0
41	Waiting Robot arm for Check Barcode	OCR	2.39	3.69	2.42	2.39	2.17	2.14	1.38	2.82	2.33	3.7	3.1	2.63	3.52	1.55	3.42	2.82	4.04	2.55	3.45	1.89	3.54	2.48	2.70	2.74	2.84	2.72	2.84	2.84	2.62	3.55	83.27	30	2.7757	100	2.7757	1	2.7757	0	2.77567	2.66	0
42	Machine Checking Barcode	OCR	7.46	11.64	10.34	9.9	11.16	11.02	11.13	10.7	9.17	8.12	8.9	8.71	9	10.29	10.78	10.94	10.47	10.1	11.03	10.48	10.21	10.51	9.91	9.89	10.06	10.21	10.02	11.02	10.41	10.23	303.81	30	10.1270	100	10.1270	1	10.1270	0	10.12700	4.18	0
43	Machine Open Pallet Lid	OCR	3.46	2.16	2.32	2.46	2.18	2.19	2.21	2.97	2.31	2.54	2.51	2.13	2.58	3.58	2.12	2.33	2.06	3.21	1.93	3.78	3.52	3.41	2.65	2.78	2.89	2.41	2.61	2.24	2.15	2.55	78.24	30	2.6080	100	2.6080	1	2.6080	0	2.60800	1.85	0
44	Machine Pick up HGA from pallet and Place HGA to Tray	OCR	3.07	3.34	3.42	3.99	4.34	4.57	3.67	4.66	3.66	3.9	3.57	3.38	3.25	4.61	6.39	3.72	7.23	4.19	3.42	4.25	3.98	4.15	4.21	4.15	4.13	4.19	4.28	3.98	4.32	4.52	124.54	30	4.1513	100	4.1513	1	4.1513	0	4.15133	4.16	0
45	Machine Run out Empty Pallet	OCR	1.54	1.19	1.38	1.33	1.08	1.79	1.86	1.9	1.57	2.03	2.11	2.09	1.59	1.62	1.75	1.59	2.14	2.01	1.84	1.61	1.70	1.56	1.85	1.65	1.93	1.46	2.23	1.52	1.48	1.95	51.35	30	1.7117	100	1.7117	1	1.7117	0	1.71167	1.15	0
46	Man Unload Empty Pallet From OCR Machine and Put in PalletBar	OCR	2.1	2.08	2.9	2.6	2.34	3.03	2.09	2.77	2.13	2.71	2.43	3.51	2.78	3.39	3.44	2.55	2.66	3.72	3.06	3.1	2.98	3.14	2.68	3.12	2.88	2.79	2.51	2.75	2.74	3.10	84.08	30	2.8027	100	2.8027	1	2.8027	0.12	3.13899	1.64	0
47	Man Unload Full Tray from OCR Machine to Table	OCR	9.72	6.86	9.27	7.43	8.94	10.97	8.77	8.7	9.78	9.36	7.76	7.81	8.44	8.76	8.41	7.59	8.65	9.04	9.94	10.67	8.84	9.01	7.86	8.48	8.45	8.16	9.14	8.89	8.65	8.93	263.28	30	8.7760	100	8.7760	1	8.7760	0.12	9.82912	4.11	0
48	Packing Tray and Place into Shelf	OCR	45.77	41.06	55.15	49.81	49.74	51.71	41.08	49.98	52.11	48.86	49.29	52.48	51.32	48.12	46.78	42.48	46.78	50.31	50.48	49.32	50.21	47.65	48.85	46.20	48.95	49.74	46.21	48.52	47.12	48.85	1454.93	30	48.4977	100	48.4977	1	48.4977	0.12	54.31739	14.09	54.3173867

NOTE :

TOTAL STANDARD TIME	391.4562	SEC
UNITS PER HOUR	9	UNITS
% Yield	98.4	%
DGR	0.217	KDGR

ตารางข้อมูลเวลาของสายการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ที่ได้จากการจับเวลา

Man - Machine Chart

Operation / Part : ASLV						Summary	Man	Machine	Machine
Operator Name / No.						Working Time	42.48597	41.01073	
Analyst						Idle Time	26.39459	27.86983	
Date						Cycle Time		68.88056	
Method :						Utilization ratio	61.68064	59.53891	
Man	Time		ASLV1	Time		ASLV2	Time		
หยิบPalletจากตะกร้าใส่เครื่องASLV	4.67674667								
หยิบPalletจากตะกร้าใส่เครื่องASLV	4.67674667		Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296					
			เครื่องทำงาน	16.23237					
						Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296		
			Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		เครื่องทำงาน	16.23237		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333			2.528213					
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333		Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296					
			รอ	11.4067					
			เครื่องทำงาน	16.23237		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333						2.528213		
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333					Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296		
						รอ	11.4067		
			Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		เครื่องทำงาน	16.23237		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333			2.528213					
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333		Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296					
			รอ	11.4067					
			เครื่องทำงาน	16.23237		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333						2.528213		
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333					Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296		
						รอ	11.4067		
ส่งตะกร้าให้ ACAM2	7.3477824								
			Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		เครื่องทำงาน	16.23237		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333			2.528213					
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333		Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296					
			รอ	11.4067					
			เครื่องทำงาน	16.23237		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333						2.528213		
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333					Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296		
						รอ	11.4067		
			Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		เครื่องทำงาน	16.23237		
หยิบPalletออกแล้วใส่Palletใหม่เข้าเครื่อง	2.52821333			2.528213					
ปิดฝาPalletแล้วใส่ตะกร้า	6.25633333		Pallet slideเข้าเครื่อง	2.296					
			รอ	11.4067					
			เครื่องทำงาน	16.23237		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.977		

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี ASLV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Man - Machine Chart

Operation / Part : ACAM Steady State							Summary	Man	Machine
Operator Name / No.							Working Time	71.21008	169.2907
Analyst							Idle Time	98.08059	0
Date							Cycle Time	169.2906667	
Method :							Utilization ratio	42.0638	100

Man	Time		ACAM1	Time		ACAM2	Time	
หยิบตะกร้าจากโต๊ะASLV	3.040747							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907		เครื่องทำงาน	42.32267				
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907					เครื่องทำงาน	42.32267	
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบตะกร้าจากโต๊ะASLV	3.040747							
ส่งตะกร้าให้ที่PILC	8.771147							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907		เครื่องทำงาน	42.32267				
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907					เครื่องทำงาน	42.32267	
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907		เครื่องทำงาน	42.32267				
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907					เครื่องทำงาน	42.32267	
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907		เครื่องทำงาน	42.32267				
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							
หยิบPalletออกจากเครื่องACAMใส่ตะกร้า	3.244907					เครื่องทำงาน	42.32267	
หยิบPalletมาใส่เครื่องACAM	4.179867							

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี ACAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

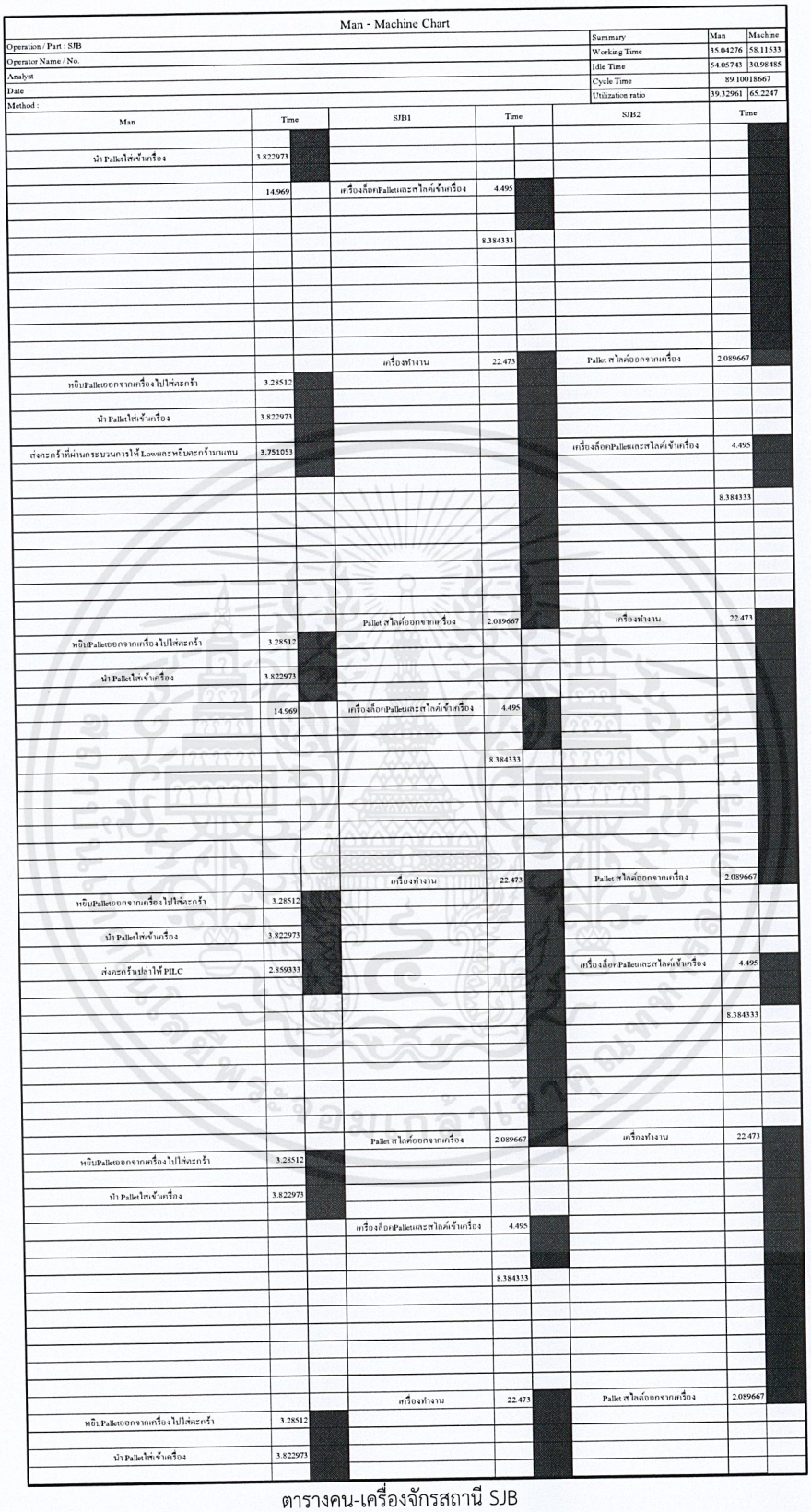
Man - Machine Chart

Operation / Part : PILC	Summary	Man	Machine
Operator Name / No.	Working Time	25.22691	83.64533
Analyst	Idle Time	58.41843	0
Date	Cycle Time	83.64533333	
Method :	Utilization ratio	30.15937	100

Man	Time	PILC	Time		Time	
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827					
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827					
		เครื่องทำงาน	41.82267			
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827	เครื่องทำงาน	41.82267			
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827					
หยิบpalletออกมาใส่ตะกร้า(2Pallet)	5.30236	เครื่องทำงาน	41.82267			
หยิบpalletออกมาใส่ตะกร้า(2Pallet)	5.30236	เครื่องทำงาน	41.82267			
ส่งตะกร้าให้ SJB	4.044533					
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827					
หยิบPalletใส่เครื่อง(2Pallet)	5.288827					
หยิบpalletออกมาใส่ตะกร้า(2Pallet)	5.30236	เครื่องทำงาน	41.82267			
หยิบpalletออกมาใส่ตะกร้า(2Pallet)	5.30236	เครื่องทำงาน	41.82267			

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี PILC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Man - Machine Chart

Operation / Part : SJB
Operator Name / No.
Analyst
Date
Method :

Summary	Man	Machine
Working Time	35.04276	58.11533
Idle Time	54.05743	30.98485
Cycle Time	89.10018667	
Utilization ratio	39.32961	65.2247

Man	Time	SJB1	Time	SJB2	Time
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				
	14.969	เครื่องล็อกPalletและสไลด์เข้าเครื่อง	4.495		
			8.384333		
		เครื่องทำงาน	22.473	Pallet สไลด์ออกจากเครื่อง	2.089667
หยิบPalletออกจากเครื่องไปใส่กะกร้า	3.28512				
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				
ส่งกะกร้าที่ผ่านกระบวนการให้ Lowและหยิบกะกร้ามาแทน	3.751053			เครื่องล็อกPalletและสไลด์เข้าเครื่อง	4.495
					8.384333
		Pallet สไลด์ออกจากเครื่อง	2.089667	เครื่องทำงาน	22.473
หยิบPalletออกจากเครื่องไปใส่กะกร้า	3.28512				
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				
	14.969	เครื่องล็อกPalletและสไลด์เข้าเครื่อง	4.495		
			8.384333		
		เครื่องทำงาน	22.473	Pallet สไลด์ออกจากเครื่อง	2.089667
หยิบPalletออกจากเครื่องไปใส่กะกร้า	3.28512				
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				
ส่งกะกร้าปล่าให้ PILC	2.859333			เครื่องล็อกPalletและสไลด์เข้าเครื่อง	4.495
					8.384333
		Pallet สไลด์ออกจากเครื่อง	2.089667	เครื่องทำงาน	22.473
หยิบPalletออกจากเครื่องไปใส่กะกร้า	3.28512				
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				
		เครื่องล็อกPalletและสไลด์เข้าเครื่อง	4.495		
			8.384333		
		เครื่องทำงาน	22.473	Pallet สไลด์ออกจากเครื่อง	2.089667
หยิบPalletออกจากเครื่องไปใส่กะกร้า	3.28512				
นำ Palletใส่เข้าเครื่อง	3.822973				

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี SJB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Man - Machine Chart

Operation / Part : LOW	
Operator Name / No.	
Analyst	
Date	
Method :	

Summary	Man	Machine
Working Time	21.45929	0
Idle Time	0	0
Cycle Time	21.45929333	
Utilization ratio	100	0

Man	Time
หยิบPalletจากPalletBar	1.5848
ทำการส่องกล่องตรวจสอบ	18.01109
นำไปเสียบในPalletBarทางด้านขวาเพื่อส่งต่อ	1.367893
หยิบPalletจากPalletBar	1.5848
ทำการส่องกล่องตรวจสอบ	18.01109
นำไปเสียบในPalletBarทางด้านขวาเพื่อส่งต่อ	1.367893
หยิบPalletจากPalletBar	1.5848
ทำการส่องกล่องตรวจสอบ	18.01109
นำไปเสียบในPalletBarทางด้านขวาเพื่อส่งต่อ	1.367893
หยิบPalletจากPalletBar	1.5848
ทำการส่องกล่องตรวจสอบ	18.01109
นำไปเสียบในPalletBarทางด้านขวาเพื่อส่งต่อ	1.367893
ส่งPalletBarให้OCR	1.982027

Time

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี LOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Man - Machine Chart

Operation / Part : OCR
Operator Name / No.
Analyst
Date
Method :

Summary	Man	Machine
Working Time	30.83136	35.134
Idle Time	18.30488	14.00224
Cycle Time	49.13624	
Utilization ratio	62.74668	71.50323

Man	Time	OCR1	Time	OCR2	Time
		Pallet Slideเข้าเครื่อง	1.577		
		เช็คบาร์โค้ด	10.127	Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.711667
หยิบPalletเปล่าจากเครื่องไปใส่ตะกร้า	3.138987				
หยิบPalletใส่เครื่องOCR	3.862133				
นำตะกร้าPalletเปล่าไปวางที่ราง	2.82688			Pallet Slideเข้าเครื่อง	1.577
		หยิบHGAจากPalletไปวางในTray	4.151333	เช็คบาร์โค้ด	10.127
		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.711667		
หยิบPalletเปล่าจากเครื่องไปใส่ตะกร้า	3.138987			หยิบHGAจากPalletไปวางในTray	4.151333
หยิบPalletใส่เครื่องOCR	3.862133				
		Pallet Slideเข้าเครื่อง	1.577		
		เช็คบาร์โค้ด	10.127	Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.711667
หยิบPalletเปล่าจากเครื่องไปใส่ตะกร้า	3.138987				
หยิบPalletใส่เครื่องOCR	3.862133				
				Pallet Slideเข้าเครื่อง	1.577
		หยิบHGAจากPalletไปวางในTray	4.151333	เช็คบาร์โค้ด	10.127
		Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.711667		
หยิบPalletเปล่าจากเครื่องไปใส่ตะกร้า	3.138987			หยิบHGAจากPalletไปวางในTray	4.151333
หยิบPalletใส่เครื่องOCR	3.862133				
		Pallet Slideเข้าเครื่อง	1.577		
		เช็คบาร์โค้ด	10.127	Pallet Slideออกจากเครื่อง	1.711667
หยิบPalletเปล่าจากเครื่องไปใส่ตะกร้า	3.138987				
หยิบPalletใส่เครื่องOCR	3.862133				

ตารางคน-เครื่องจักรสถานี OCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายชนพล จิ๋วสวัสดิ์

ชื่องานวิจัย : การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันจันทร์ ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2540

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาลมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมต้น จากโรงเรียนชัยนาทพิทยาคม จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ปัจจุบันศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะวิสวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้