สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษากระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซิน บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

A FEASIBILITY STUDY OF INCREASING PRODUCTION CAPACITY BY USING SIMULATION METHOD A CASE STUDY OF RESIN INJECTION IN IC MANUFACTURING PROCESS SANYO SEMICONDUCTOR (THAILAND) CO., LTD.

T119501

นาย อนุวัฒน์ ขาวอ้น
MR. ANUWAT KHAO-AON
นางสาว อรพรรณ ตระกูลสว่างเหมาะ
MS. ORAPAN TRAKULSAWANGMOH
นางสาว อัจฉรา จรุงกัน
MS. ADCHARA JARUNGKAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119501
วัน,เดือน,ปี - 8 ส.ค. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A FEASIBILITY STUDY OF INCREASING PRODUCTION CAPACITY BY USING SIMULATION METHOD A CASE STUDY OF RESIN INJECTION IN IC MANUFACTURING PROCESS SANYO SEMICONDUCTOR (THAILAND) CO., LTD.

MR. ANUWAT KHAO-AON

MS. ORAPAN TRAKULSAWANGMOH

MS. ADCHARA JARUNGKAN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษากระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซิน บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

A Feasibility Study of Increasing Production Capacity By Using Simulation Method A Case Study of Resin Injection In IC Manufacturing Process Sanyo Semiconductor (Thailand) Co., Ltd.

นักศึกษา

นาย อนุวัฒน์	ขาวอ้น	รหัสประจำตัว	50011844
นางสาว อรพรรณ	ตระกูลสว่างเหมาะ	รหัสประจำตัว	50011885
นางสาว อัจฉรา	จรุงกัน	รหัสประจำตัว	50011914

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษากระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซินบริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
นักศึกษา	นาย อนุวัฒน์ ขาวอ้น นางสาว อรพรรณ ตระกูลสว่างเหมาะ นางสาว อัจฉรา จรุงกัน
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอการศึกษางานและการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ของกระบวนการฉีดเรซินในขั้นตอนการผลิตไอซี เพื่อหาความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักร โดยใช้พนักงานเท่าเดิม การศึกษาเริ่มจากสภาพการทำงานในปัจจุบัน โดยวิเคราะห์เวลาการทำงานของขั้นตอนต่างๆ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรมอารีน่า (Arena) เพื่อหาอัตราการใช้พนักงานและเครื่องจักร โดยเปรียบเทียบผลจากแบบจำลอง 3 แบบ แบบที่หนึ่ง เป็นแบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักร 26 เครื่อง และมีพนักงานควบคุมเครื่องจักร 9 คน โดยพนักงาน 1 คนจะควบคุมเครื่องจักร 3 เครื่อง แบบที่สอง เป็นแบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตที่คล้ายกับแบบที่ 1 แต่มีการป้อนงานให้แก่ระบบตลอดเวลา และแบบที่สาม เป็นแบบจำลองของการผลิตใหม่ซึ่งเพิ่มเครื่องจักรเข้าไปเป็น 36 เครื่อง โดยใช้พนักงานควบคุมเครื่องจักรเท่าเดิม ทำให้พนักงาน 1 คนต้องควบคุมเครื่องจักร 4 เครื่อง ผลจากการจำลองสถานการณ์ของแบบที่หนึ่ง พบว่า อัตราการใช้เครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 68% และอัตราการใช้พนักงานเฉลี่ยเท่ากับ 32% ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานในปัจจุบัน แบบที่สอง พบว่า อัตราการใช้เครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 86% และอัตราการใช้พนักงานเฉลี่ยเท่ากับ 39% และแบบที่สาม พบว่า อัตราการใช้เครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 85% และอัตราการใช้พนักงานเฉลี่ยเท่ากับ 46% จากผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเพิ่มจำนวนเครื่องจักร โดยใช้พนักงานเท่าเดิม โดยมีอัตราการใช้พนักงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลกระทบมากต่อการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Feasibility Study of Increasing Production Capacity by Using Simulation Method A Case Study of Resin Injection in IC Manufacturing Process Sanyo Semiconductor (Thailand) Co., Ltd.
Student	Mr. Anuwat Khao-aon Ms. Orapan Trakulsawangmoh Ms. Adchara Jarungkan
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Dr. Udom Janjarassuk

ABSTRACT

This thesis presents a work study of resin injection in IC (integrated circuit) manufacturing process by using simulation. The purpose of this study is to study the feasibility of adding machine without increasing the number of operators. The study begins with the current process by analyzing the time of each work process, and then use the data to build the simulation models in Arena. We compare the utilization of the operators and machines by using three different models. The first model consists of 26 machines and 9 operators, where each operator operate three machines on average. The second model is similar to the first model by using uninterrupted job sequence. The third model is an extension of the first model by adding 10 machines to the manufacturing cells so that the number of machines per operator is four on average. The simulation results show that the utilization of the machines and the operators are 68% and 32% consecutively in the first model, which are corresponding to the data collected from the current system. The second model has the utilization of 86% for the machines and 39% for the operators, and the last model has the utilization of 85% for the machines and 46% for the operators. These results suggest that it is possible to add machines to the current manufacturing cells without increasing the number of operators.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษากระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซิน บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ การให้คำปรึกษา ความเอาใจใส่ และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และทุกสิ่งทุกอย่างตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณบริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตลอดจนพนักงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือทุกๆ ด้าน ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอคุณเพื่อนทุกคนสำหรับความช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นายอนุวัฒน์ ขาวอ้น
นางสาวอรพรรณ ตระกูลสว่างเหมาะ
นางสาวอัจฉรา จรุงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษางาน 3

2.1.1 การศึกษาวิธีการทำงาน 3

2.1.2 การบันทึกข้อมูลการทำงาน 4

2.1.3 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน 5

2.2 การศึกษาเวลา 6

2.2.1 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา 6

2.2.2 การศึกษาเวลาโดยตรง 7

2.2.3 ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษา 7

2.2.4 การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย 7

2.2.5 การจับเวลา 8

2.2.6 การคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา 8

2.3 การทดสอบลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของประชากร 11

2.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 11

2.4.1 ระบบงาน 11

2.4.2 ประเภทของระบบงาน 11

2.4.3 แบบจำลอง 12

2.4.4 โครงสร้างของแบบจำลอง 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.5 ส่วนประกอบในการจำลองสถานการณ์ 14
2.4.6 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ 14
2.4.7 โปรแกรม Arena 15
2.4.8 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 17
2.4.9 ข้อดีและข้อเสียของการจำลองสถานการณ์ 20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไป 23
3.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 23
3.1.2 การเลือกสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 23
3.1.3 การกำหนดปัญหา 25
3.1.4 การตั้งสมมติฐาน 25
3.2 การศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการฉีดเรซินในการผลิตไอซี 25
3.3 การเก็บข้อมูลเวลา 25
3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน 26
3.4.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 26
3.4.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม 26
3.4.3 การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง 27
3.4.4 การพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง 27
3.4.5 การออกแบบและสร้างทางเลือกของแบบจำลองสถานการณ์ 28
3.5 การประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์และสรุปผลความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักร 28

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตของกระบวนการฉีดเรซินในการผลิตไอซี 29
4.1.1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการผลิต 29
4.1.2 ผลการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงาน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการศึกษาข้อมูลเวลา 33
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม 33
4.2.2 ผลจากการเก็บข้อมูลเวลา 33
4.3 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน 40
4.3.1 ผลการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 40
4.3.2 ผลจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม 46
4.3.3 ผลการพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) 51
4.3.4 ผลการพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation) 51
4.3.5 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามทางเลือกที่ได้ออกแบบไว้ 53
4.4 ผลการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจากการเพิ่มเครื่องจักร 62

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 63
5.1.1 สรุปผลการสร้างแบบจำลอง 63
5.1.2 สรุปผลการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน 64
5.2 ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา 64
5.3 ปัจจัยในการเพิ่มกำลังการผลิตด้วยการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและการลดการว่างงาน ของพนักงาน 64
5.4 แนวทางพัฒนาและปรับปรุงในอนาคต 65

หนังสืออ้างอิง 66

ภาคผนวก ..... ผ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล..... 4

ตารางที่ 2.2 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95%ของความเชื่อมั่น..... 10

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์โมดูล (Module) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Arena..... 16

ตารางที่ 3.1 แสดงโมดูลที่ใช้แทนส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างแบบจำลอง..... 27

ตารางที่ 4.1 เวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD-04..... 34

ตารางที่ 4.2 รอบเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำงาน..... 35

ตารางที่ 4.3 รอบเวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดเรซิน..... 36

ตารางที่ 4.4 เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์..... 37

ตารางที่ 4.5 เวลาการทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของกระบวนการฉีดเรซิน..... 37

ตารางที่ 4.6 เวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์..... 38

ตารางที่ 4.7 เวลาที่ใช้ในการเก็บแม็กกาซีน..... 39

ตารางที่ 4.8 รอบเวลาในการเก็บแม็กกาซีน..... 40

ตารางที่ 4.9 แสดงรูปแบบการกระจายความน่าจะเป็นของเวลาที่ชิ้นงานเข้ามาในกระบวนการฉีดเรซิน..... 41

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างกราฟการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล..... 43

ตารางที่ 4.11 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลเวลาที่พนักงานปฏิบัติงานของเครื่องจักร MD-19..... 44

ตารางที่ 4.12 แสดงรูปแบบการกระจายและลักษณะของกราฟการกระจายของข้อมูลเวลาที่พนักงานทำงาน..... 45

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องของระบบจริงและรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้จากโปรแกรม..... 52

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรเดิมจำนวน 26 เครื่อง ขณะทำงานเต็มประสิทธิภาพและประสิทธิภาพของเครื่องจักรเดิม 26 เครื่อง เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไปในระบบอีก 10 เครื่อง..... 58

ตารางที่ 5.1 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์..... 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน..... 12
รูปที่ 2.2 แผนผังกระบวนการสร้างแบบจำลอง..... 19
รูปที่ 3.1 แผนผังวิธีการดำเนินงาน..... 24
รูปที่ 4.1 แผนผังการจัดพนักงานประจำเครื่องจักร..... 29
รูปที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำงานของพนักงานในการฉีดเรซิน (Flow Process Chart)..... 30
รูปที่ 4.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำความสะอาดแม่พิมพ์ (Flow Process Chart)..... 31
รูปที่ 4.4 แผนผังการเก็บแม็กกาซีน..... 32
รูปที่ 4.5 หน้าต่าง Run Set up สำหรับตั้งค่าการประมวลผล..... 47
รูปที่ 4.6 ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคน
และเครื่องจักรแต่ละเครื่อง..... 48
รูปที่ 4.7 กราฟที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์การฉีกเรซินแบบเดิม..... 49
รูปที่ 4.8 ผลของรอบเวลาที่งานออกจากระบบจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้จากโปรแกรม..... 50
รูปที่ 4.9 ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคน
และเครื่องจักรแต่ละเครื่องเมื่อให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ..... 54
รูปที่ 4.10 กราฟที่ได้จากการจำลองสถานการณ์โดยให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ..... 55
รูปที่ 4.11 ผลของโปรแกรมแสดงจำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องและกราฟเปรียบเทียบ
จำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เมื่อให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ..... 56
รูปที่ 4.12 ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร
เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม..... 59
รูปที่ 4.13 กราฟที่ได้จากการจำลองสถานการณ์โดยเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและใช้พนักงานจำนวนเท่าเดิม.. 60
รูปที่ 4.14 ผลของโปรแกรมแสดงจำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่อง
เมื่อมีการเพิ่มเครื่องจักรเป็น 36 เครื่อง..... 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้เริ่มก่อตั้งขึ้นในประเทศไทย เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2533 ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของ บริษัท ซันโย อิเล็คทริก จำกัด ประเทศญี่ปุ่นและบริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ ประเทศญี่ปุ่น ในช่วงแรก ได้จัดตั้งส่วนการผลิตทรานซิสเตอร์ขึ้นเพื่อทำการผลิตอุปกรณ์ Hyper Device ในปี พ.ศ. 2534 และต่อมาภายหลังจึงมีการขยายตัว และจัดตั้งส่วนการผลิต LSI ในปี พ.ศ. 2537 เพื่อทำการผลิตอุปกรณ์ IC ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ถูกส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น และประเทศในภาคพื้นเอเชีย เพื่อจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าทั่วโลก

เนื่องจากในปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน ทำให้อุตสาหกรรมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีการขยายตัวอย่างมาก บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกไอซีและทรานซิสเตอร์เป็นอันดับต้นๆ ของประเทศ จึงมีนโยบายในการขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นอีก 40 เปอร์เซ็นต์ โดยทางผู้บริหารได้ลงความเห็นว่าควรสั่งซื้อเครื่องจักรเข้ามาเพิ่มในกระบวนการฉีดเรซิน และคาดการณ์ว่าจะใช้พนักงานดูแลเครื่องจักรจำนวนเท่าเดิม ประกอบกับทางบริษัทมีความสนใจในการนำโปรแกรม Arena มาใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้จัดทำจึงเข้าไปมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองการผลิตในกระบวนการฉีดเรซินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักร โดยไม่ต้องเพิ่มพนักงานดูแลเครื่องให้กับทาง บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ ใช้ประกอบการตัดสินใจ

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรม Arena
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนการฉีดเรซินในกระบวนการผลิตไอซี
3. เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินในขั้นตอนการผลิตไอซี จากเวลาการทำงานของพนักงาน และเวลาการทำงานของเครื่องจักร
4. เพื่อวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการขยายกำลังการผลิต โดยใช้พนักงานเท่าเดิม จากผลการจำลองสถานการณ์

1.3. ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตในขั้นตอนการฉีดเรซิน (Mold) ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องจักรทั้งหมด 26 เครื่อง และพนักงานดูแลเครื่อง 9 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานของพนักงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน
3. ใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการปฏิบัติงานของพนักงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องจักร แต่ยังคงใช้จำนวนพนักงานในการปฏิบัติงานเท่าเดิม เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน
4. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรหลังจากการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรว่าสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ และนำเสนอให้บริษัทเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มจำนวนเครื่องจักร

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถจัดสรรทรัพยากรบุคคลได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในขั้นตอนการฉีดเรซิน
2. เพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการฉีดเรซินให้มากขึ้นโดยที่ไม่ต้องจ้างพนักงานเพิ่ม
3. ลดค่าใช้จ่ายในการรับพนักงานเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีและความรู้ในด้านการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) การศึกษาเวลา (Time Study) การทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร (Goodness of Fit Test) และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling) เพื่อให้การการศึกษาเป็นไปอย่างมีระบบ

2.1. การศึกษางาน (Work Study)

การศึกษาวิธีการทำงานเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการศึกษางาน (Work Study) ซึ่งเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่างๆ และการฝึกคนงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง จากการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement)

2.1.1. การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึง การทำการศึกษาวิธีการทำงานเดิมหรือวิธีที่จะเสนอขึ้นใหม่โดยมีการเก็บบันทึกอย่างมีขั้นตอนพร้อมทั้งมีการตรวจตราอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและการประยุกต์ใช้วิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิผล

ขั้นตอนในการศึกษาวิธีการทำงานประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ

1. เลือกงาน หรือขบวนการที่จะทำการศึกษา
2. บันทึก และสังเกตการณ์โดยตรง ในทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในงาน หรือขบวนการที่เลือกโดยการใช้วิธีการบันทึกที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลที่เหมาะสมในการวิเคราะห์
3. ตรวจตรา ข้อเท็จจริงที่บันทึกมาทุกๆ เรื่องที่น่าสนใจ โดยพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการทำงานนั้นๆ สถานที่ที่งานนั้นกำลังทำอยู่ ลำดับการทำงานของงาน คนทำงาน และ วิธีการอุปกรณ์การทำงาน
4. พัฒนา วิธีการที่ประหยัดในการทำงานโดยพิจารณาสิ่งแวดล้อมทั้งหมด
5. วัด ปริมาณที่ต้องทำในวิธีการทำงานที่เราเลือกใช้ และคำนวณมาตรฐานเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานนั้น
6. นิยาม วิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่ และเวลาที่เกี่ยวข้องเพื่อการอ้างอิง
7. ใช้งาน วิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่ โดยมีมาตรฐานของงานตามที่กำหนดไว้
8. ดำรง มาตรฐานของงานที่กำหนดขึ้น โดยวิธีการควบคุมที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. การบันทึกข้อมูลการทำงาน

การบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงของงานที่เลือกขึ้นมาศึกษา และปรับปรุงนั้นจะกระทำหลังจากที่ได้มีการเลือก และกำหนดงานที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนการปรับปรุงนั้นต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานที่ปรับปรุงนั้น จำเป็นต้องมีการบันทึกโดยละเอียด และถูกต้อง ทั้งนี้ก็เพราะว่าความสำเร็จของการปรับปรุงงานนั้นเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง และข้อมูลที่ถูกต้องก็ได้จากการบันทึกที่ดี เพื่อขจัดความยุ่งยากต่างๆ ในการบันทึก จึงได้มีการพัฒนาเทคนิค หรือเครื่องมือสำหรับใช้ในการจดบันทึกข้อมูลของสายงานขึ้นมา โดยที่รายละเอียดต่างๆ ที่ได้จะถูกบันทึกอย่างกระชับในแบบฟอร์มมาตาฐาน ซึ่งแบบฟอร์มมาตาฐานนี้เป็นมาตรฐานสากลสำหรับผู้ศึกษาวิธีทำงานนำไปใช้

การบันทึกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงาน หรือการปฏิบัติงานในแผนภูมิกระบวนการผลิตสามารถทำได้ง่ายกว่าการบันทึกข้อความทั่วไปมาก การบันทึกในแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเพียง 6 สัญลักษณ์ ก็สามารถคลุมไปถึงการกระทำ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่ปรากฏโดยทั่วไปขณะปฏิบัติงานในโรงงาน หรือสำนักงานได้ทั้งหมด สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกนี้ยังผลให้เกิดความสะดวก ชัดเจน และประหยัดเวลาอย่างมากในการบ่งบอกถึงเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามลำดับในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.1. ดังนี้

ตารางที่ 2.1. แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติงาน	- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก - การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นต่อไป - การวางแผน การคำนาน การให้คำสั่ง หรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	- ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - การตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อน	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่องานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บ	- การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการ เคลื่อนย้าย - การเก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน
	Combined Activities การเกิดพร้อมกัน	- ใช้ก็ต่อเมื่อการทำงานต่างๆ ในเวลาเดียวกัน หรือทำโดยคนงานคนเดียวกัน ณ บริเวณสถานที่ทำงานแห่งเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3. การวิเคราะห์กระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน

ในกระบานการผลิตใดๆ ก็ตามย่อมมีการจัดวางเครื่องจักร อุปกรณ์ คน และวัสดุให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าการจัดวางสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไม่สัมพันธ์กันย่อมทำให้เกิดการทำงานล่าช้า สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และผลผลิตตกต่ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์เสมอว่ากระบวนการผลิต หรือวิธีการทำงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้หรือไม่

2.1.3.1. <u>แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)</u>

แผนภูมิการผลิตแบบต่อเนื่อง หมายถึง แผนภูมิที่แสดงการเคลื่อนที่ของคน วัสดุ หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยมีการบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดอย่างละเอียดทุกขั้นตอนของการทำงานมีเวลา หรือระยะทางที่เกิดขึ้นแสดงไว้ด้วย แผนภูมิชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้วิเคราะห์งานที่ต้องเสียเวลาในการทำงานนานๆ หรือวิเคราะห์งานที่ต้องเสียเวลาในการเคลื่อนย้าย

ก. <u>หลักการเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง</u>

1. แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องใช้สำหรับบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามลำดับเพื่อให้มองเห็นรูปแบบการทำงานที่ครบถ้วน ทั้งช่วยให้เข้าใจข้อเท็จจริงในการทำงาน และความสำคัญกับสิ่งอื่น
2. รายละเอียดที่บันทึกบนแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ต้องได้จากการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยตรง
3. สำหรับแบบฟอร์มที่ดีควรมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้
   - ชื่อแผนภูมิว่าเป็นประเภทใด เช่น คน วัสดุ และเครื่องจักร
   - บอกถึงจุดเริ่มต้น และสิ้นสุดของงานได้ชัดเจน
   - บอกถึงบริเวณที่ปฏิบัติงานนั้น เช่น ในแผนก A ในบริเวณโรงงาน หรือนอกโรงงาน เป็นต้น
   - บอกเลขรหัส จำนวนแผ่น และจำนวนทั้งหมด
   - บอกชื่อของผู้สังเกตการณ์ที่ไปเก็บข้อมูล และชื่อของผู้อนุมัติถ้าต้องการ
   - วันเวลาที่ไปศึกษา
   - อธิบายชื่อของสัญลักษณ์ที่ใช้เพื่อว่าผู้อื่นที่ไม่คุ้นเคยกับสัญลักษณ์เหล่านี้จะได้เข้าใจตรงกัน
   - สรุปผลการทำงานต่างๆ ทั้งของวิธีปัจจุบัน และวิธีที่เสนอใหม่
   - สรุประยะทาง เวลาที่ใช้ และถ้าหากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าจ้าง แรงงาน และวัสดุก็อาจใส่เพิ่มเติมลงในแผนภูมิได้ เพื่อความง่ายในการเปรียบเทียบวิธีการปัจจุบัน และเสนอใหม่
4. เมื่อบันทึกเหตุการณ์ตามลำดับเสร็จหมดแล้ว ก่อนจบการบันทึกควรตรวจสอบจุดต่างๆ ดังนี้
   - ข้อเท็จจริงต่างๆ ได้บันทึกไว้อย่างถูกต้องแล้วหรือยัง
   - ข้อสรุปต่างๆ ได้จดบันทึกถูกต้องหรือไม่
   - องค์ประกอบต่างๆ ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการผลิตได้บันทึกไว้ครบถ้วนหรือไม่

ถ้าขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ได้จัดทำไว้อย่างถูกต้อง แสดงว่าได้ข้อมูลจากแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องที่สมบูรณ์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์เพื่อหาทางปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ประโยชน์ของแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง

1. ใช้ประกอบการวิเคราะห์และพัฒนาปรับปรุง เพื่อหาทางลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุหรือการเคลื่อนที่ของคน
2. เพื่อพัฒนาผังโรงงานให้มีการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการเคลื่อนไหวของคนอย่างมี ประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักรและวัสดุให้เหมาะสมขึ้น
3. ใช้วิเคราะห์ระบบการขนย้ายวัสดุ โดยพัฒนาวิธีการจัดเก็บ และขนย้ายวัสดุที่เหมาะสม
4. ใช้วิเคราะห์เพื่อหาทางลดขั้นตอนการรอคอย หรือการทำงานที่เสียเวลา
5. ใช้วิเคราะห์เพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าเดิม

2.1.3.2. ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow Diagram)

ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ คือ แผนผังแสดงสถานที่ปฏิบัติงานใช้ประกอบกับการบันทึกแผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ทำให้เห็นภาพรวมของสถานที่ปฏิบัติการช่วยให้เกิดความชัดเจนในการพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการผลิต

ก. หลักการเขียนไดอะแกรมการเคลื่อนที่

1. เขียนเส้นตรงแทนเส้นการเคลื่อนที่ของคน หรือวัสดุลงบนแผนผัง
2. แสดงตำแหน่งการกระทำต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยใช้สัญลักษณ์ดังเช่นเดียวกับแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง
3. ถ้ามีการเคลื่อนที่ซ้ำทางเดิมต้องเขียนด้วยเส้นแยกกัน
4. งานชนิดเดียวกันกระทำที่จุดเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องใช้สัญลักษณ์ต่างกัน แต่ควรใช้หมายเลขที่ต่างกัน

ข. ประโยชน์ของไดอะแกรมการเคลื่อนที่

1. เพื่อใช้วิเคราะห์งานร่วมกับแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง
2. เพื่อหาทางลดขั้นตอนการทำงาน
3. ทำให้เห็นภาพลักษณ์การดำเนินกิจกรรมได้ชัดเจน

2.2. การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา คือ การหาเวลาการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสมซึ่งได้ผ่านการฝึกอบรมวิธีการทำงานนั้นมาอย่างดี สามารถทำงานแล้วเสร็จด้วยอัตราการทำงานปกติตามวิธีการที่กำหนดให้ เวลานี้เรียกว่า เวลามาตรฐาน ใช้หลักการของการวัดผลงาน (Work Measurement)

2.2.1. ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

1. เพื่อใช้หา กำหนดการและการวางแผน การทำงาน การผลิต
2. ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3. ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
5. ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

2.2.2. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการจากโดยการจับเวลาจากพนักงาน ที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆ จริง โดยใช้สถานที่ปกติ สถานการณ์ที่ปกติ

ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรงมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. หาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานที่จะศึกษา
2. แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย และเขียนรายละเอียดกำกับไว้
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. คำนวณหาจำนวนรอบการทำงานที่ต้องจับเวลา
5. ประเมินอัตราความสามารถในการทำงานปกติ
6. หาเวลาเผื่อการทำงาน
7. หาเวลามาตรฐานสำหลับการทำงานนั้น

2.2.3. ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา

1. ข้อมูลของสถานที่ทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์
2. ข้อมูลพนักงานที่ต้องเลือกมาศึกษาเวลาพนักงานที่คัดเลือกต้องมีความสามารถในการทำงานนั้นได้อย่างดี ทำงานสม่ำเสมอ (คงที่) ทำงานไม่เร็วหรือช้าเกินไป
3. ข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (อาจมาจาก Process Chart)

2.2.4. การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย

งานย่อย (Element) คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆในรอบการทำงานหนึ่งๆ (วัฏจักรการทำงาน Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลายๆงาน

วัฏจักรการทำงาน (Work Cycle) คือ การทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆ กันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน การแบ่งงานย่อย สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

1. แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจน ออกจากกัน
2. แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคน หรือคนและเครื่องจักร หรือทำโดยเครื่องจักร รวมทั้งการขนย้ายออกจากกันอย่างชัดเจน
3. แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่างๆ ที่ทำให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่ อาทิ ความยาว น้ำหนัก ขนาดของชิ้นงาน
4. แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยที่สามารถจับเวลาได้ทัน คือไม่น้อยเกินไป และควรอยู่ระหว่างช่วง 0.07 ถึง 0.2 นาที
5. ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5. การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรเวลาที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรเวลา 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเอง

การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)
3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

2.2.5.1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)

เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุด นาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้น ลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้นเรียกว่าเวลา T ตัวอย่างเช่น

2.2.5.2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)

เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้น เวลาที่เราจับได้ จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับ บันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาที่ค่อยข้างรวดเร็วมาก

2.2.5.3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สอง เข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือนข้อดีคือผู้ศึกษาเวลา สามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทัน

ในการจับเวลาการทำงาน ในการศึกษาเวลาโดยตรง จะทำการจับเวลาจากการทำงานของพนักงานจริงโดยพนักงานทำงานเหมือนในสภาพจริงหรือไม่มีการหยุดรอคนจับเวลา แต่จะทำงานไปเรื่อย ๆ ผู้บันทึกจับเวลาจำเป็นสังเกตการทำงานแต่ละงานย่อยที่ต่อเนื่องกันและจับเวลาให้ทัน โดยการจับเวลาจะทำไปตามวัฏจักรการทำงานในแต่ละรอบ

ในการศึกษาเวลาเบื้องต้น เราอาจจะจับเวลาไป 10-20 วัฏจักรการทำงาน แล้วจึงนำมาหาค่าจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อความเชื่อถือได้ทางสถิติว่าเวลาที่เราจับได้เป็นตัวแทนของเวลาการทำงานทั้งหมดจริง

2.2.6. การคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

การศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลา ถือเป็นการสุ่มตัวอย่างรูปแบบหนึ่งเพียงแต่เป็นการสุ่มเพียงตัวอย่างเดียวที่มีความต่อเนื่อง ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความแปรปรวนของงาน ความเร็วของพนักงานในการทำงาน และอาจมีงานย่อยแปลกปลอม (Foreign Element) อื่นๆ ซ่อนเร้นอยู่ ดังนั้น การจับเวลาเพียงรอบเดียวหรือ 2 - 3 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวณเวลามาตรฐานได้ การจับเวลาโดยมีจำนวนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสม นอกจากจะให้ค่ามาตรฐานที่น่าเชื่อถือได้แล้วยังทำให้ผู้ศึกษาสามารถนำเวลามาตรฐานที่ได้ไปใช้ด้วยความเชื่อมั่นอีกด้วย

การคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาและค่าความแม่นยำที่ต้องการ แต่ทุกวิธีต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจำนวนหนึ่งในการหาค่าประมาณการของค่าตัวแทน (Representative Time) และค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณสูตร การคำนวณจึงแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของข้อมูลเบื้องต้นที่นำมาใช้ โดยในที่นี้จะแทนค่าของขนาดข้อมูลเบื้องต้นด้วย N

การหาจำนวนรอบในการจับเวลาโดยใช้ตารางของ Maytag

การใช้ตารางของ Maytag ซึ่งคิดโดยบริษัท Maytag ในสหรัฐอเมริกา อาศัยหลักการเดียวกับ t – Distribution แต่หาค่าโดยประมาณการเท่านั้นเพื่อความรวดเร็ว มีขั้นตอนดังนี้

1. จับเวลาเบื้องต้นของการทำงานโดย
   ก) ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 10 ค่า
   ข) ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลามาเพียง 5 ค่า
2. หาค่า R (range) หรือพิสัย ซึ่งคือ ค่าสูงสุด (H) – ค่าต่ำสุดของกลุ่ม (L)
3. หาค่า $\bar{x}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล (5หรือ10) $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ หรืออาจจะหาค่าประมาณการได้จากค่าสูงสุด + ค่าต่ำสุดของกลุ่มแล้วหารด้วย 2 = $\frac{H+L}{2}$
4. คำนวณ ค่า $\frac{R}{\bar{x}}$
5. อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตารางที่ 2.2 ให้ตรงกับค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ที่คำนวณไว้

ตาราง Maytag นี้ มีที่มาจากสมการความสัมพันธ์ของ

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2} \qquad (2.1)$$

โดย σ' = ค่า Unbias estimator of σ for small N

R = Average Range

d_2 = Factor for Central Line for Range

และจาก $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{N}}$ ดังนั้น $\sigma' = \sigma_{\bar{x}}\sqrt{N}$

เมื่อแทนค่า σ' ในสมการ 2.1. จะได้ $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{N}}$ (2.2)

สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่นจะสามารถแสดงเป็นสมการได้ว่า

$$0.05\bar{X} = 2\sigma_{\bar{x}} \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2. แสดงการหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น

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

และจาก $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{N}}$ แทนค่าลงในสมการ 2.3. จะได้

$$0.025 d_2\sqrt{N} = \frac{\bar{R}}{\bar{x}} \tag{2.4}$$

จะได้ค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ในรูปดัชนี d_2 ค่า d_2ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลในกลุ่ม ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 5 ค่า d_2 = 2.326 ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 10 ค่า d_2 = 3.078 และสามารถคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมดได้โดย

$$rel.acc. = 2 \times \frac{\bar{R}}{\bar{x}} \times \frac{1}{d2\sqrt{N}} \times 100\% \tag{2.5}$$

แต่เนื่องจากตาราง 2.2 นี้ ใช้หาจำนวนรอบที่เหมาะสม ภายใต้ความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น ดังนั้นถ้าต้องการค่าความคลาดเคลื่อนเป็น ±10 % ภายใน 95% ความเชื่อมั่น ให้นำค่าที่อ่านได้จากตารางนั้นหารด้วย 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. การทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร (Goodness of Fit Test)

ในการจำลองแบบปัญหาในระบบงานจริงซึ่งมีความไม่แน่นอน มักจะมีปัญหาซึ่งทำให้ต้องการทราบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของตัวแปร โดยเฉพาะว่าลักษณะการกระจายนั้นมีรูปแบบที่เหมือนกับรูปแบบซึ่งมีฟังชั่นคณิตศาสตร์สำเร็จรูปอยู่แล้วหรือไม่

ขั้นตอนปกติในการทดสอบลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของประชากรนั้นต้องมีการเก็บข้อมูล แล้วหาค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรแบบสุ่มซึ่งสอดคล้องกับค่าตัวแปรนั้นๆ จากค่าความน่าจะเป็นและค่าของตัวแปรแบบสุ่ม เราจะสร้างกราฟเพื่อดูลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็น โดยดูจากลักษณะของกราฟและกระบวนการเกิดข้อมูล เราจะค่อนข้างแน่ใจว่าลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นนั้นควรเป็นรูปใด จากนั้นก็จะตั้งสมมุติฐานเพื่อทดสอบว่าลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นที่คิดไว้นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงใด

2.4. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

2.4.1. ระบบงาน

การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่นำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาได้ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี ความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและใช้งานแบบจำลอง ผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองซึ่งใช้แทนระบบงานนั้นๆ ได้

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความร่วมมือประสานงานกัน เพื่อให้ได้ผลสำเร็จในวัตถุประสงค์บางอย่างของระบบงานนั้นๆ สิ่งสำคัญในการศึกษาระบบงานก็คือ การกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งจะประกอบด้วย การกำหนดองค์ประกอบของระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบงาน แต่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ ซึ่งเรียกโดยรวมว่า ภาวะแวดล้อมของ

ระบบงาน (System Environment) นอกจากการกำหนดขอบเขตระบบงานแล้ว ยังจำเป็นต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่างๆ ทั้งองค์ประกอบภายในระบบงานและองค์ประกอบภายนอกระบบงาน ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้จะทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมบางอย่างภายใต้เงื่อนไขบางข้อ ก็จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน (System Status)

2.4.2. ประเภทของระบบงาน

การจำแนกประเภทของระบบงานอาจจำแนกได้หลายแบบแล้วแต่การนำไปใช้งาน ในการจำลองแบบปัญหาการจำแนกระบบงานเพื่อความสะดวกในการใช้งานนั้นมักจะจำแนกโดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบดังนี้

1. ระบบต่อเนื่องและระบบเป็นช่วง (Continuous versus Discrete Systems)

โดยพิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเทียบกับเวลา ถ้าการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบต่อเนื่อง แต่ถ้าการเปลี่ยนสถานะของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็เป็นระบบเป็นช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบตายตัวและระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus Stochastic Systems)

ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานะภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานะภาพเป็นแบบสุ่ม และในบางกรณีก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนสถานะภาพ ถ้าให้ S_i หมายถึงสถานะภาพของระบบ รูปที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน

รูปที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน

2.4.3. แบบจำลอง

แบบจำลองปัญหา หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง แบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

1. เป็นเครื่องช่วยคิด (An aid to thought)

เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมที่ต้องทำอะไรบ้างและทำอะไรก่อนหลัง

2. เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication)

แบบจำลองช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน

3. เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (Purposes of training and instruction)

เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน จะช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง

4. เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย(A tool of prediction)

จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำลายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ

5. เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation)

โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนระบบงานจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆกับระบบงานจริงแต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆมาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับระบบงานจริงได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4. โครงสร้างของแบบจำลอง (Structure of Simulation Model)

โครงสร้างแบบจำลอง อาจเขียนเป็นรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$E = f(x_i, y_i) \tag{2.6}$$

โดยที่ E คือ ผลของการปฏิบัติการของระบบ

x_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้

y_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้

f คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง x_i และ y_i ที่ทำให้เกิด E

รูปแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เราเห็นว่าสมรรถนะของระบบนั้น เป็นผลกระทบเนื่องมาจากตัวแปรต่างๆทั้งที่อยู่และไม่อยู่ในความควบคุมของเรา และโดยที่ระบบทุกระบบที่ทำการศึกษาจะต้องมีขอบเขตจำกัดอีกทั้งต้องมีวัตถุประสงค์ของศึกษา เมื่อรวมเข้ากับรูปแบบของความสัมพันธ์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของแบบจำลองนั้นควรประกอบไปด้วย

1. องค์ประกอบ (Component)

ในทุกระบบงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลอง ที่ใช้แทนระบบงานก็จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ

2. ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables and Parameters)

พารามิเตอร์ คือค่าคงที่ซึ่งซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดให้ อาจเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือ เป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล ส่วนตัวแปรนั้นเป็นค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งาน จำแนกได้เป็นสองประเภทคือ ตัวแปรจากภายนอก (Exogenous Variables) หรือตัวแปรนำเข้า (Input Variables) หมายถึงตัวแปรจากภายนอกระบบซึ่งเข้ามามีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบหรือเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกระบบ และตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) หมายถึงตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ ตัวแปรภายในอาจอยู่ในลักษณะตัวแปรสถานภาพ (Status Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บอกสถานภาพหรือเงื่อนไขของระบบ หรืออยู่ในลักษณะตัวแปรนำออก (Output Variable) ในทางสถิติตัวแปรภายนอกคือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายในคือตัวแปรตาม (Dependent Variables)

3. ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional Relationships)

คือฟังก์ชันที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชันความสัมพันธ์นี้อาจอยู่ในลักษณะแน่นอนตายตัวหรือไม่ก็ได้ ฟังก์ชันความสัมพันธ์เหล่านี้อาจหามาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจากข้อมูลร่วมกับวิธีทางสถิติก็ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์โดยมากจะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

4. ขอบเขตจำกัด (Constraints)

คือข้อจำกัดของค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดในด้านทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็น คนงานหรือรถยก ฯลฯ หรือเป็นข้อจำกัดของระบบงานโดยธรรมชาติ เช่น ไม่สามารถจำหน่ายสินค้าได้มากกว่าปริมาณที่ผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion Function)

หมายถึงข้อความที่บอกเป้าหมายหรือจุดประสงค์ของระบบงานและวิธีประเมินผลตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์การดำเนินงานอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ วัตถุประสงค์เพื่อคงสภาพของระบบงาน ทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น พลังงาน เวลา ความชำนาญ ฯลฯ หรือคงสถานภาพของระบบ เช่น ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ฯลฯ และวัตถุประสงค์เพื่อแสวงหาระบบที่สามารถเพิ่มทรัพยากร เช่น ลูกค้า กำไร ฯลฯ หรือสถานภาพของระบบ เช่น ส่วนแบ่งของตลาด ฯลฯ

2.4.5. ส่วนประกอบในการจำลองสถานการณ์

1. เอ็นทิตี้ (Entities)

เอ็นทิตี้ คือ วัตถุหรือสิ่งใดๆ ที่มีการเคลื่อนที่และมีการเปลี่ยนแปลงสถานะอยู่ในระบบ เช่น ชิ้นงานที่ทำการผลิตในสายการผลิต ลูกค้าที่เข้ามารับบริการในธนาคาร

2. ทรัพยากร (Resources)

ทรัพยากร คือ ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบ ทำหน้าที่ในการดำเนินกิจกรรมใดๆ กับเอ็นทิตี้ เช่น เครื่องจักรในการตัด เจาะ อบ ชิ้นงานในระบบผลิต พนักงานต้อนรับที่ให้บริการลูกค้า คลังสินค้าทำหน้าที่จัดเก็บสินค้า

3. คุณสมบัติเฉพาะตัว (Attributes)

คุณสมบัติเฉพาะตัว คือ คุณสมบัติเฉพาะของเอ็นทิตี้หนึ่งๆ ต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้ คุณสมบัตินี้จะถูกกำหนดให้แต่ละเอ็นทิตี้ตั้งแต่เริ่มต้นและติดตัวเอ็นทิตี้ไปตลอด แต่ระหว่างอยู่ในกระบวนการอาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เวลารับบริการของลูกค้าแต่ละประเภทที่มาติดต่อเคาน์เตอร์ให้บริการ เวลาผลิตเครื่องจักรเครื่องหนึ่งของชิ้นงานหลายชนิดที่มีความแตกต่างกัน

4. ตัวแปรของระบบ (Variables)

ตัวแปรของระบบ คือ ค่าตัวแปรใดๆ ที่ผู้จำลองสถานการณ์สามารถกำหนดให้กับแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น เพื่อการวัดค่าใดๆ ในระบบก็ได้ เช่น จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่รออยู่ในแถวคอยหน้าเครื่องจักร A และอัตราการให้บริการที่เคาน์เตอร์หมายเลข 1 เป็นต้น

2.4.6. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบบจำลองก่อนที่จะมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้อาจอยู่ในรูปของแบบจำลองประเภทหนึ่งประเภทใดดังได้กล่าวมาแล้ว โดยที่การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวาง ในสหรัฐอเมริกาจัดการจำลองสถานการณ์ เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการนำไปใช้มากที่สุดและได้นำไปใช้ในงานต่างๆมากกว่า 70 สาขาอาชีพ และเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองสถานการณ์ทุกคนก็มักจะนึกถึงและเข้าใจว่าเป็นการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ ดังนั้นหลักการที่ใช้กับการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการแบบเดียวกับที่ใช้กับการจำลองสถานการณ์อื่นๆ ความจำเป็นที่จะสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณของปัญหานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่การจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ มีข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง และโดยปกติข้อมูลต่างๆในระบบงานจะเป็นข้อมูลที่มีความผันแปรไม่แน่นอน และมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆรวมทั้งขั้นตอนต่างๆที่ใช้ กับการจำลองแบบปัญหานี้จึงต้องอาศัยวิธีการต่างๆทางสถิติเข้าช่วย

วิธีการทางสถิติต่างๆที่ใช้แบบจำลองสถานการณ์นั้นมีวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากและเกือบจะมีความจำเป็นในทุกๆ การจำลองสถานการณ์ก็คือ การสุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Sampling Technique) และเพื่อที่จะเน้นถึงความจำเป็นในการใช้เทคนิคดังกล่าว การจำลองสถานการณ์จึงถูกเรียกว่า การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

2.4.7. โปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นซอฟต์แวร์จากสหรัฐอเมริกาที่มีใช้มานานกว่า 15 ปี ซึ่งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยโปรแกรม Arena เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการตัดสินใจ และทดสอบแนวความคิดในการแก้ไข หรือปรับปรุงกระบวนการต่างๆ โดยที่ไม่ต้องทำการทดสอบกับกระบวนการหรือระบบจริง เพื่อลดความเสี่ยงจากผลของการทดสอบนั้น ประเภทธุรกิจที่นำไปใช้ ได้แก่ งานจำลองกระบวนการทางธุรกิจ การธนาคารและการเงิน งานจำลองงานบริการต่างๆ งานจำลองการไหลของงานจำลองธุรกิจการพยาบาล งานจำลองโลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทานและการคงคลัง งานจำลองกระบวนการผลิตในโรงงานต่างๆ เป็นต้น

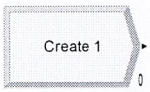
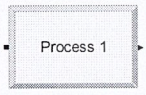
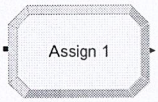
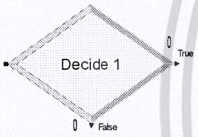
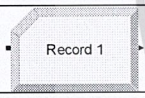
โปรแกรม Arena เป็นซอฟต์แวร์ตัวหนึ่งที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย สำหรับการจำลองสถานการณ์ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สะดวกต่อการใช้งานเป็นอย่างมาก และสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริงของระบบบนจอคอมพิวเตอร์ได้ โดยผู้ใช้โปรแกรมไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม

2.4.7.1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Arena

สำหรับขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้นั้น เนื่องจากโปรแกรมมีขนาดใหญ่และมีลักษณะที่คล้ายกันในการเขียนโปรแกรม และในโปรแกรม จะมีหน่วยประกอบต่างๆ ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบจะเรียกว่า **โมดูล (Module)** โดยตัวหน่วยโมดูลนี้มีไว้ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Model) โดยที่โมดูลแต่และหน่วยจะมีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 2.3. เป็นตัวอย่างโมดูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3. แสดงสัญลักษณ์โมดูล (Module) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Arena

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	Create	เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับเริ่มต้นสร้างวัตถุที่เราสนใจ (Entity) เข้ามาในแบบจำลอง เช่น ชิ้นงานเข้ามาในระบบการผลิต ลูกค้าเดินเข้ามาในร้าน เป็นต้น โดยวัตถุที่เราสนใจจะถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยตารางการมาถึงของวัตถุ หรือช่วงเวลาระยะการมาถึงของวัตถุ เป็นข้อมูลใส่เข้าไปในหน่วยโครงสร้าง
	Dispose	เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจ (Entity) วัตถุจะออกจากระบบแบบจำลอง ณ จุดนี้ และแสดงถึงการเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของวัตถุตัวนั้น เช่น ชิ้นงานออกจากระบบการผลิต ลูกค้าเดินออกจากร้าน
	Process	เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้แสดงกิจกรรม โดยกิจกรรมนั้นอาจหมายถึง การให้บริการลูกค้า การบรรจุชิ้นงาน การเคลื่อนย้ายชิ้นงาน ฯลฯ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นอาจต้องการใช้ทรัพยากรมากกว่าหนึ่งตัว (Resource) หรือไม่ต้องการใช้ทรัพยากรเพื่อจัดการกับกิจกรรมนั้นก็ได้
	Assign	เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร (Variable) คุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ชนิดของวัตถุ (Entity Type) ภาพของวัตถุ (Entity Picture) หรือตัวแปรระบบอื่นๆ (Other) โดยการกำหนดหน้าที่สามารถทำได้หลายหน้าที่ในหน่วยโมดูลเดียวกัน หลังจากกำหนดหน้าที่ต่างๆ ให้วัตถุแล้ว ทุกวัตถุที่ผ่านออกจากโมดูลนี้จะมีทางออกทางเดียวกัน
	Decide	เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุว่าควรไปในเส้นทางไหน โดยแต่ละวัตถุสามารถเลือกทางเลือกให้กับตัวเองได้เพียง 1 เส้นทางเท่านั้น โดยในการตัดสินใจนี้มีเกณฑ์ในการตัดสินใจ 2 เกณฑ์ คือ ใช้เกณฑ์ของโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ในการตัดสินใจ (by Chance) หรือใช้เกณฑ์เงื่อนไขในการตัดสินใจ (by Condition)
	Record	เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทางสถิติในแบบจำลอง เช่น เก็บข้อมูลของวัตถุที่เข้าสู่โมดูลนี้ บันทึกเวลาที่วัตถุอยู่ในระบบ บันทึกค่าช่วงเวลาห่างของวัตถุที่มาถึงโมดูล
	Entity	เป็นหน่วยข้อมูลวัตถุ ใช้สำหรับใส่ข้อมูลเริ่มต้นให้วัตถุ โดยจะเคลื่อนที่เข้าและออกจากระบบ เช่น กำหนดรูปวัตถุเคลื่อนไหว กำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุน กำหนดต้นทุนในการเก็บรักษา เป็นต้น
	Resource	เป็นหน่วยข้อมูลทรัพยากร ใช้สำหรับใส่ข้อมูลให้ทรัพยากร เช่น จำนวนของทรัพยากร ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และประเภทของทรัพยากรว่าเป็นแบบกำลังการผลิตคงที่ (Fix Capacity) หรือแบบกำลังการผลิตไม่คงที่ (Base on Schedule) เช่น คนปฏิบัติงาน เครื่องมือหรือเครื่องจักร ต้นทุนในการทำงานของคนปฏิบัติงานเครื่องมือหรือเครื่องจักร ต้นทุนในการว่างงานของคนปฏิบัติงาน เครื่องมือหรือเครื่องจักร เป็นต้น
	Schedule	เป็นหน่วยข้อมูลแสดงตารางกำหนดเวลาให้กับทรัพยากรหรือวัตถุ โดยถ้าหน่วยข้อมูลนี้ทำหน้าที่กำหนดตารางเวลาทำงานให้กับทรัพยากร หน่วยข้อมูลนี้จะถูกเชื่อมโยงกับหน่วยโมดูลข้อมูลทรัพยากร แต่ถ้าหน่วยข้อมูลนี้ทำหน้าที่กำหนดตารางการมาถึงให้กับวัตถุ หน่วยข้อมูลนี้จะถูกเชื่อมโยงกับโมดูล Create
	Set	เป็นหน่วยข้อมูลที่ใช้เก็บกลุ่มข้อมูลที่ทำงานในลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน เช่น ทรัพยากรต่างชนิดกันแต่สามารถทำกิจกรรมอย่างเดียวกันได้
	Hold	เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่ยึดครองวัตถุไว้ในแถวคอย โดยการแบ่งเหตุผลของการยึดครองวัตถุออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ Wait for Signal, Scan for Condition, Infinite Hold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.7.2. การตั้งค่าสำหรับการประมวลผล (Run) โปรแกรม

เมื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดค่าเวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ หรือการหาจำนวนรอบในการประมวลผล (Number of replications) สามารถทำได้โดยการกำหนดรอบการประมวลผลเริ่มต้น (R_0) แล้วทำการประมวลผลตามความยาวของการประมวลผล (Replication Length) ที่ต้องการ จากนั้นนำค่าเบี่ยงเบนที่ได้ (S_0) จากหลังการประมวลผล มาคำนวณหาจำนวนรอบในการประมวลผลที่เหมาะสม ได้จากสมการ 2.7

$$R = \left(\frac{t_{\alpha/2,R_0-1} S_0}{\varepsilon} \right)^2 \qquad (2.7)$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการประมวลผล

$t_{\alpha/2,R_0-1}$ คือ ค่าการแจกแจง t ที่ความเชื่อมั่น 1-α และองศาอิสระ

S_0 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ε คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณหาจำนวนรอบในการประมวลผลได้จากการประมาณค่าตามสมการที่ 2.8 คือ

$$R \cong R_o \frac{h_o^2}{h^2} \qquad (2.8)$$

โดย h_o คือ ค่า Half Width จากการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น R_0

h คือ ค่า Half Width ที่ยอมรับได้นั่นเอง

จากสมการที่ 2.6 ถ้าไม่ต้องการให้มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น (ε=0) ต้องกำหนดรอบการประมวลผลที่ infinity (α) ซึ่งไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นผู้ทดลองจะต้องเป็นผู้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้เอง

2.4.8. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์โดยอาศัยตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์นั้น ตัวแบบต้องทำงานได้เสมือนระบบงานจริง โดยขั้นตอนในการศึกษาแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

การกำหนดลักษณะของปัญหาว่ามีอะไรบ้าง ขั้นตอนนี้อาจจะยังไม่มีผู้จำลองสถานการณ์เข้าไปเกี่ยวข้องมากนัก และยังอยู่ในช่วงที่ยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่าปัญหานั้นๆ จะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์เข้ามาศึกษาและวิเคราะห์หรือไม่ เพราะก่อนจะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์นั้นต้องพิจารณาลักษณะรายละเอียดของปัญหาอย่างถี่ถ้วน และเลือกวิธีการอื่นๆ ที่ทำได้ง่ายกว่าก่อน ดังนั้นจากการวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียดแล้วอาจพบว่าไม่จำเป็นหรือไม่เหมาะสมที่จะใช้การจำลองสถานการณ์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119501

2. การตั้งสมมติฐาน

การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจน ต้องกำหนดวิธีการแก้ปัญหาของระบบเป็นทางเลือกในการปรับปรุง อาจมีวิธีแก้ไข 1 วิธี หรือมากกว่า 1 วิธีก็ได้ โดยสมมติฐานในการแก้ปัญหานี้อาจกำหนดขึ้นมาจากผู้บริหารหรือผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในระบบนั้นๆ ก็ตาม โดยอาศัยความรู้พื้นฐานในการทำงานและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้กำหนดสมมติฐาน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของระบบทั้งหมด เช่น จำนวนผู้ให้บริการ เวลาในการให้บริการ อัตราการเข้ามาของลูกค้า เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) ให้กับแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก เพราะการเก็บข้อมูลนำเข้าที่ผิดพลาด จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองผิดพลาดตามไปด้วย

4. การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์

การกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ทั้งหมดของระบบขึ้นมา และอธิบายพฤติกรรมของระบบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

การตรวจสอบว่าการนำร่างแบบจำลองสถานการณ์มาเขียนลงบนโปรแกรมนั้นกระทำได้อย่างถูกต้องหรือไม่ มีข้อผิดพลาดทางด้านโปรแกรมหรือการป้อนค่าต่างๆ ให้แก่แบบจำลองหรือไม่

6. การพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation)

การตรวจสอบว่าโปรแกรมรันผ่านแล้วให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง และมีการใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาตรวจสอบผลลัพธ์ โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติ เพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นเพียงค่าประมาณ

7. การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองว่าจะใช้ตัวแบบจำลองอย่างไร และทำการทดลองซ้ำจำนวนเท่าใด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ

8. การดำเนินการทดลอง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามแผนที่วางไว้

9. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากตัวแบบจำลอง รวมทั้งวิเคราะห์วิธีปรับปรุงตัวแบบจำลอง เมื่อระบบงานจริงมีการปรับเปลี่ยน

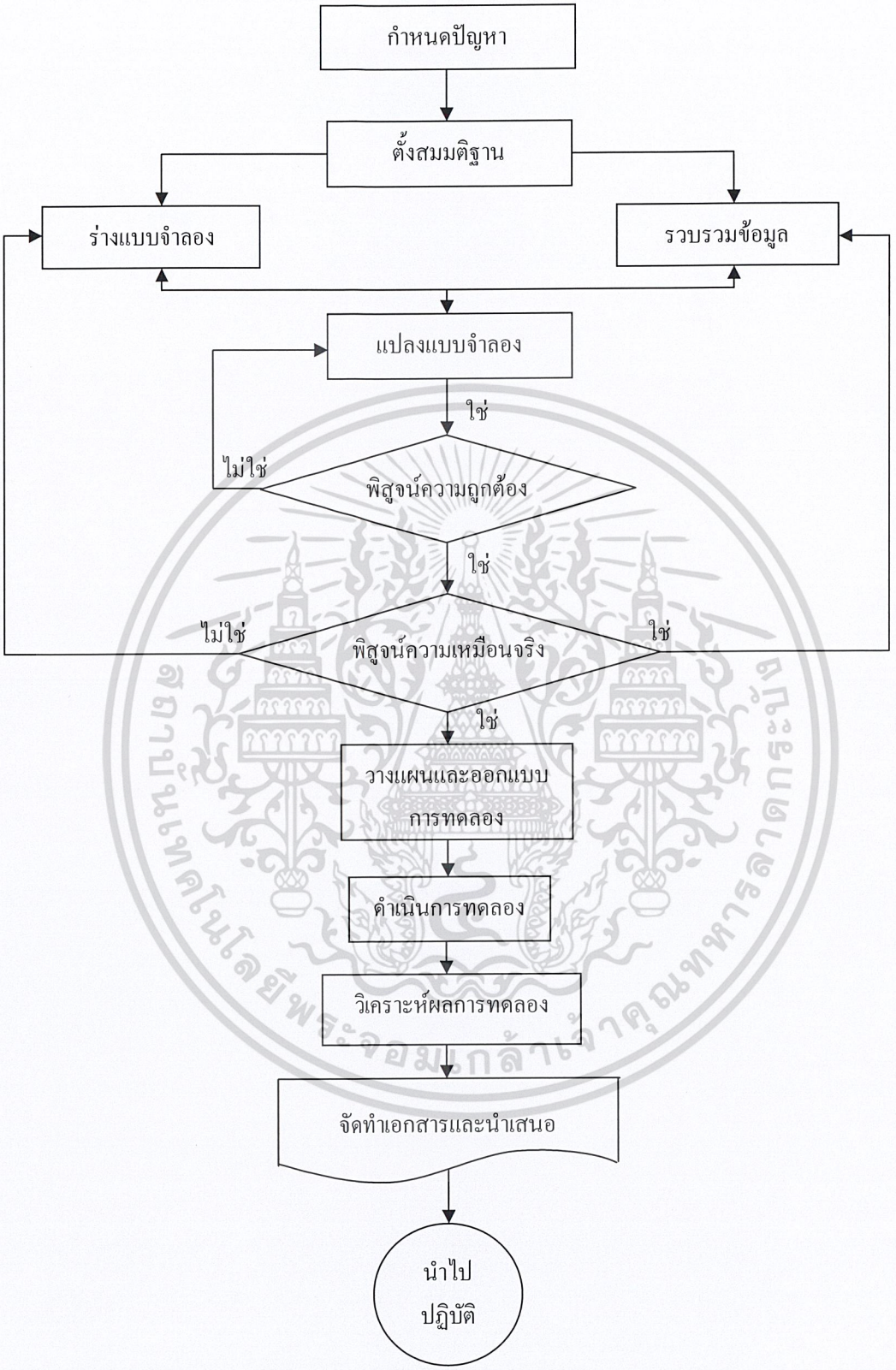
10. การจัดทำเอกสารแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง

สรุปผลจากขั้นตอนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง ว่าวิธีการใดให้ผลดีที่สุด ซึ่งพิสูจน์ยืนยันด้วยกระบวนการทางสถิติมาแล้ว

11. การนำไปปฏิบัติ

การนำไปปฏิบัติ คือ การนำผลสำเร็จที่ดีที่สุด ที่ได้จากตัวแบบจำลองไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2. แผนผังกระบวนการสร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9. ข้อดีและข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

2.4.9.1. ข้อดีของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1. สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้
2. ใช้ในการจำลองวิธีการทำงานใหม่ๆที่ยังไม่เคยถูกนำมาใช้เพื่อการประเมินผลประกอบการตัดสินใจนำมาเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมได้อย่างดี
3. มีความสะดวก รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางเลือกอื่นๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อการใช้งาน (Best Solution)
4. สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้ โดยใช้เวลาอันสั้นในการประมวลผลลัพธ์ของแบบจำลอง เช่น ต้องการทราบว่าเครื่องจักรที่มีอยู่ มีกำลังการผลิตที่สามารถรองรับความต้องการของสินค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต 5 ปีได้หรือไม่
5. สามารถทำการทดลองจำนวนครั้งได้ไม่จำกัดและปรับเปลี่ยนเงื่อนไขได้ทุกรูปแบบ และสามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองให้มีความคงที่ได้
6. สามารถใช้แบบจำลองกับระบบ ที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้
7. เมื่อใช้การจำลองสถานการณ์ก็จะไม่ทำให้ระบบจริงที่กำลังดำเนินงานอยู่ถูกรบกวน และในกรณีที่การปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในระบบเพื่อทดลองหาผลลัพธ์ให้ผลออกมาในด้านลบก็จะไม่ส่งผลเสียต่อระบบจริงที่กำลังดำเนินงานอยู่
8. ใช้เป็นเครื่องมือในการนำเสนอ รายงานและสอน เพื่อให้เห็นระบบเป็นรูปธรรมมากขึ้นและง่ายต่อการเข้าใจระบบ

2.4.9.2. ข้อเสียของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1. การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ด้านการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลอง และผู้สร้างต้องมีพื้นฐานทางสถิติ เพื่อสามารถวิเคราะห์และนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปปรับปรุงต่อได้ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจในระบบเป็นอย่างดี และมีการเก็บข้อมูลทางสถิติในอดีตอย่างถูกต้องจึงจะทำให้แบบจำลองนั้นมีความใกล้เคียงกับระบบจริง
2. เนื่องจากตัวแบบจำลอง ผู้สร้างตัวแบบเป็นผู้สร้างทางเลือกให้กับระบบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง อาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่บ่งถึงทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับระบบ
3. ใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นาน เพราะระบบส่วนใหญ่มักจะเป็นระบบที่ใหญ่และซับซ้อน
4. ผลที่ได้จากการจำลอง มักจะเป็นค่าประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของบทความที่เกี่ยวข้องนี้ได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษางานและการสร้างแบบจำลองสถานการ เพื่อนำมาศึกษาประกอบความรู้ในการทำโครงงาน ดังต่อไปนี้

ชญารัฐ ศรีสงคราม และ ธัญญารัตน์ นารถเมธี [1] ได้ร่วมกันศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงคลังสินค้า โดยใช้โปรแกรมArena โดยนำทฤษฎีการทำงานมาใช้ในการเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย แผนผังของคลังสินค้า และระยะเวลาการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างสถานี จากนั้นกำหนดแนวทางในการปรับปรุง ในที่นี้กำหนดเป็น 6 ทางเลือก โดยมีปัจจัยที่ใช้กำหนดทางเลือกคือ ระยะทางในการเคลื่อนที่ของพาหนะ ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงาน ปริมาณชิ้นส่วนที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ และค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือก โปรแกรมArena เป็นเครื่องมือหลักในการทดสอบการทำงานของทั้ง 6 ทางเลือก จากการทำวิจัยพบว่า ทางเลือกการปรับปรุงที่ดีที่สุดคือ ทางเลือกที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น 21.66%, การใช้พาหนะจาก 11 คัน ลดลงเหลือ 8 คัน ระยะทางในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนลดลง 30.40% และค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงลดลง 12.90% และเป็นไปตามนโยบายของทางบริษัทคือ เพิ่มยอดการผลิตเป็น 1.8 เท่าของการผลิตเดิม

ภาณุ มุทะธากุล และ วรภัทร กิตติถาวร [5] ได้ร่วมกันศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลภาครัฐตัวอย่าง เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงการให้บริการของแผนกผู้ป่วยนอก ซึ่งเป็นแผนกที่มีผู้มาใช้บริการมากที่สุด โดยใช้ทฤษฎีการศึกษาการทำงานและเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง มาใช้ในการเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งประกอบด้วย ผังของแผนก กระบวนการทำงาน และเวลาที่ใช้ในแต่ละจุดบริการ จากนั้นกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงเป็น 10 ทางเลือก โดยมีปัจจัยที่ใช้กำหนดทางเลือกคือ ช่วงเวลาทำงาน จำนวนผู้ปฏิบัติงาน และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้น โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือหลักในการทดสอบการทำงานของทั้ง 10 ทางเลือก โดยผลลัพธ์ที่ได้จากทางเลือกที่ดีที่สุดนั้นทำให้การบริการมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเวลาที่ผู้ป่วยใช้ในกระบวนการต่ำ อัตราการให้บริการผู้ป่วยสูง และค่าใช้จ่ายต่ำ

ปริญญ์ บุญกนิษฐ [4] ได้ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงานโดยประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เทคนิคทางด้านสถิติ และการวิเคราะห์กระบวนการเชิงลำดับชั้น เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงานโดยพิจารณาทั้งทางด้านเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ซึ่งเทคนิคจำลองสถานการณ์นั้น ได้นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบโรงงาน เพื่อช่วยพิจารณาด้านปริมาณ และสร้างแนวทางที่จะปรับปรุงในแต่ละแนวทางให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นโดยจำลองบนโปรแกรม ARENA 5.0 ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ จะนำไปพิจารณาด้านปริมาณและด้านเศรษฐศาสตร์ก่อนตัดสินใจโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์กระบวนการเชิงลำดับชั้น (AHP) ส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยจะนำไปสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงาน ที่พิจารณาปัจจัย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเงิน ด้านการผลิต และปัจจัยสนับสนุนอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรรถพล ปรีชาชาญชัย [12] ได้ศึกษาการปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา งานวิจัยนี้ได้นำเอาโปรแกรมสำเร็จรูป ProModel เข้ามาช่วยในการจำลองแบบปัญหาและประเมินสมรรถนะของระบบการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของโรงงาน ซึ่งเริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของระบบการผลิตและการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ ทำให้พบว่าสาเหตุที่ทำให้ระบบการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของโรงงานใช้เวลาในการขนถ่ายมากและค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจาก การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์และนโยบายในการจัดสรรพื้นที่การกองเก็บไม่เหมาะสม จึงทำการแก้ไขปัญหาโดย การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการขายได้เร็วและกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการขายได้ช้าใหม่โดยอาศัยจากการหาค่าความสามารถในการตอบสนองผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าและปรับปรุงนโยบายการจัดสรรพื้นที่ในการกองเก็บผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยกำหนดพื้นที่ในการจัดเก็บเป็นรายกลุ่มผลิตภัณฑ์แทนการจัดเก็บเป็นรายชนิดผลิตภัณฑ์จากนั้นนำข้อมูลและพารามิเตอร์ต่างๆ ไปทำการสร้างแบบจำลองของการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยอาศัยโปรแกรม ProModel เข้ามาช่วยในการจำลองแบบปัญหา ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองพบว่าระบบการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแบบใหม่ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ลงจากเดิมร้อยละ 12.03 และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ลงจากเดิมร้อยละ 32.66

บุรินทร์ ทั้งไพศาล [3] ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อการจัดการการกระจายสินค้าในคลังสินค้า งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางและขั้นตอนในการนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้ในการวิเคราะห์การดำเนินงานภายในคลังสินค้า เพื่อประเมินประสิทธิผลของแนวความคิดในการปรับปรุงระบบคลังสินค้า ของบริษัทผลิตกระเบื้องมุงหลังคาและไม้ฝาสังเคราะห์แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นในส่วนงานคลังสินค้าที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการจัดส่งสินค้าแก่ลูกค้า และได้แบ่งแบบจำลองออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ1.ส่วนการเข้ามารับบริการของลูกค้า 2.ส่วนการจัดเก็บสินค้าแบบเต็มแพลเลท 3.ส่วนการจัดสินค้าแบบไม่เต็มแพลเลทและ 4. ส่วนการจัดเรียงสินค้าขึ้นรถบรรทุก ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม “Extend” โดยการสร้างแบบจำลองนี้จะแยกระบบงานออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วจึงนำมาประกอบกันเป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ ผลจากการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่สร้างขึ้นแสดงว่า แบบจำลองสามารถสะท้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในคลังสินค้า และสามารถนำไปใช้วิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมของแนวทางต่างๆในการปรับปรุงระบบภายในคลังสินค้า เช่นการจัดแผนผังพื้นที่จัดเก็บสินค้าโดยนำสินค้าที่มียอดขายสูงจัดไว้ให้อยู่ใกล้กับบริเวณท่ารถ การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน โดยลดปัจจัยรบกวนต่างๆที่เกิดขึ้นกับเจ้าหน้าที่รถยก เป็นต้นโดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการนำแนวทางต่างๆไปปฏิบัติ อันส่งผลให้การตัดสินใจปรับปรุงระบบคลังสินค้ามีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน

การจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด มีขั้นตอนการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1 โดยการดำเนินงานเริ่มจาก การศึกษาข้อมูลทั่วไปเพื่อหาปัญหาและตั้งสมมติฐาน การศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการฉีดเรซินในการผลิตไอซีของบริษัทซันโยฯ การเก็บรวบรวมข้อมูลเวลา การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินแบบเดิม และพิสูจน์ความถูกต้องและความเหมือนจริงของแบบจำลอง จากนั้นทำการออกแบบทางเลือกในการเพิ่มเครื่องจักรและสร้างแบบจำลองตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์และสรุปผลความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักร

3.1. การศึกษาข้อมูลทั่วไป

ในการศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงงาน จะช่วยทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นมากขึ้น โดยขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพการทำงานภายในโรงงาน และเลือกสายการผลิตที่จะใช้เป็นกรณีศึกษา

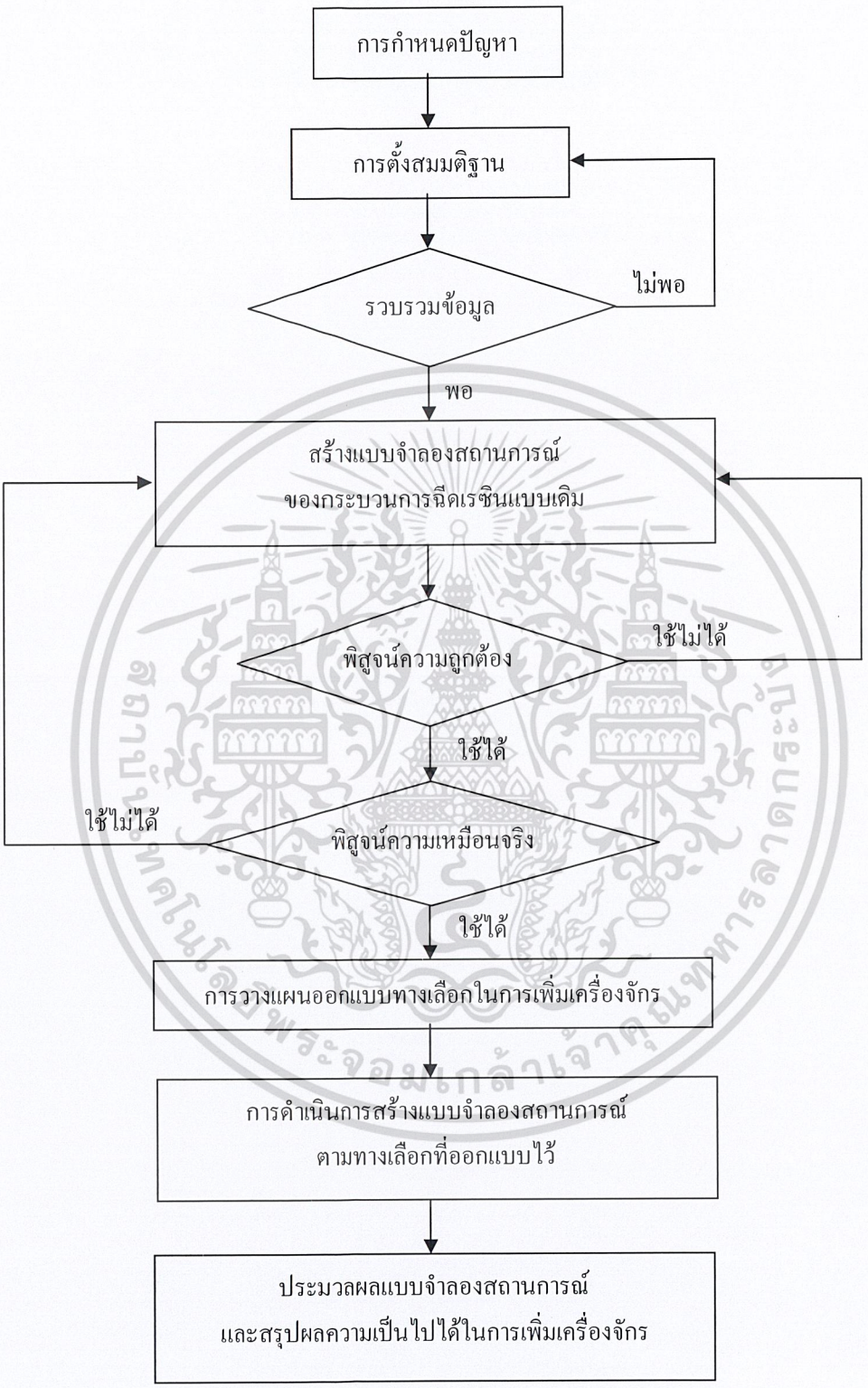
3.1.1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นโรงงานผลิตไอซี (IC) และทรานซิสเตอร์ขนาดใหญ่ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มอัตราการผลิตให้มากขึ้นตามความต้องการของตลาด ประกอบกับโรงงานมีแผนที่จะขยายสายการผลิตให้รองรับการผลิตที่สูงขึ้น และเนื่องจากโรงงานมีสายการผลิตที่ชัดเจน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอนของระบบที่วางไว้ มีมาตรฐานในการทำงาน ดังนั้นจึงเลือกศึกษาการทำงานของโรงงานดังกล่าว

3.1.2. การเลือกสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เนื่องจากบริษัทมีผลิตภัณฑ์หลักอยู่ 2 ประเภท คือ ไอซี (IC) และทรานซิสเตอร์ (Transistor) โดยในการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งสองประเภทนี้จะต้องผ่านกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน จึงได้เลือกที่จะศึกษาเพียงหนึ่งขั้นตอนการผลิต จากการสอบถามข้อมูลจากวิศวกรพบว่า ทางบริษัทมีความต้องการที่จะเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการฉีดเรซินในกระบวนการผลิตไอซี (Process Mold) คือมีโครงการที่จะเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้ามาในขั้นตอนการฉีดเรซิน ทางวิศวกรจึงได้มอบหมายให้ทำโครงงานในสายการผลิตนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังวิธีการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. การกำหนดปัญหา

ทางบริษัทมีความต้องการที่จะเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการฉีดเรซินในกระบวนการผลิตไอซี (Process Mold) และต้องการทราบอัตราการใช้พนักงานจากการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิตเดิม เพื่อหาความเป็นไปได้ในการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้ามาในขั้นตอนการฉีดเรซินโดยใช้พนักงานดูแลเครื่องจักรจำนวนเท่าเดิม

3.1.4. การตั้งสมมติฐาน

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ปัญหาอาจเกิดจากอัตราการใช้พนักงาน จึงมีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการฉีดเรซินในกระบวนการผลิตไอซี และสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

1. การทำงานของพนักงานดูแลเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแบบเดิมยังมีอัตราการใช้พนักงานต่ำ
2. เมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องฉีดเรซินเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตแล้วยังสามารถใช้พนักงานดูแลเครื่องจักรจำนวนเท่าเดิมได้

3.2. การศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการฉีดเรซินในการผลิตไอซี

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการฉีดเรซิน เพื่อใช้ในการออกแบบใบบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจัดเตรียมเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จากนั้นจึงดำเนินการเก็บข้อมูลโดยทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงานดังนี้

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิต

ปัจจุบันพนักงาน 1 คน จะดูแลเครื่องจักร 3 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องจะมีการกำหนดชนิดของไอซีที่เครื่องนั้นสามารถผลิตได้ไว้ และขั้นตอนที่ใช้ในการทำงานของพนักงานที่ดูแลเครื่องจักรแต่ละเครื่องเหมือนกัน แต่เวลาในการทำงานไม่เท่ากันเนื่องจากระยะทางที่ใช้ในการทำงานไม่เท่ากัน

2. ศึกษาวิธีการทำงาน

ทำการบันทึกวิธีการทำงานในทุกขั้นตอนของพนักงานในกระบวนการผลิต และแบ่งงานออกเป็นงานย่อยเพื่อสะดวกในการศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา จากนั้นนำมาเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และแผนภาพไดอะแกรม (Flow Diagram) โดยงานที่พนักงานต้องทำมีดังนี้

- พนักงานทำงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน
- พนักงานทำงานในขั้นตอนการทำความสะอาดแม่พิมพ์
- พนักงานทำงานในการเก็บแม็กกาซีน

3.3. การเก็บข้อมูลเวลา

การเก็บข้อมูลเวลาเป็นการจับเวลาที่ใช้ในการทำงาน โดยที่งานนั้นถูกกระทำในลักษณะปกติ โดยพนักงานที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและถูกฝึกมาอย่างดี และทำการจับเวลาตามงานย่อยต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาวิธีการทำงาน โดยใช้นาฬิกาจับเวลาในลักษณะการจับเวลางานย่อยแต่ละครั้ง (Fly-back-Timing) คือ เวลาจะเริ่มที่ศูนย์ในการจับแต่ละครั้ง โดยขั้นตอนที่ต้องจับเวลามีดังนี้

1. เวลาที่พนักงานใช้ในขั้นตอนการฉีดเรซิน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการฉีดเรซิน
3. เวลาที่พนักงานใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์
4. ช่วงระยะเวลาการมาถึงของชิ้นงานที่เข้าสู่ขั้นตอนการฉีดเรซิน
5. เวลาที่พนักงานใช้ในการเก็บแม็กกาซีน

ในการเก็บข้อมูลเวลาจะต้องทำการหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม โดยการจับเวลาแต่ละงานย่อยจากนั้นนำมาคำนวณหาขนาดตัวอย่างในการจับเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นของข้อมูลเวลาที่จับมาไว้ที่ 95 %

3.4. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะต้องมีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง ก่อนจากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
2. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม
3. การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)
4. การพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation)
5. การวางแผนออกแบบทางเลือกในการเพิ่มเครื่องจักร
6. การดำเนินการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินที่มีการเพิ่มเครื่องจักร

3.4.1. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการจับเวลาการทำงานของพนักงานจะถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล ว่ามีลักษณะการกระจายรูปแบบใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

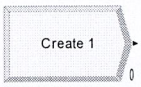
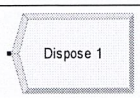
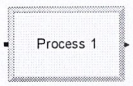
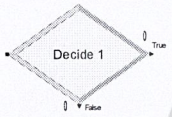
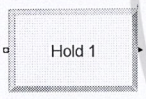
การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าทำได้โดยใช้ Input Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อยู่ในโปรแกรม Arena มาวิเคราะห์ว่าการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ว่าเป็นรูปแบบใด

3.4.2. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม

ทำการสร้างตัวแบบจำลอง ที่อธิบายพฤติกรรมของระบบลงในโปรแกรม Arena โดยการกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ทั้งหมดของขั้นตอนการฉีดเรซินขึ้นมา โดยใช้โมดูล (Module) ต่างๆ แทนส่วนประกอบแต่ละส่วนดังตารางที่ 3.1. และใส่ค่าตัวแปรของส่วนประกอบต่างๆลงไปในแต่ละโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1. แสดงโมดูลที่ใช้แทนส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างแบบจำลอง

สัญลักษณ์โมดูล	ชื่อโมดูล	ลักษณะการใช้แทนส่วนประกอบต่างๆ
	Create	ใช้สร้างชิ้นงานเข้ามาในระบบเพื่อแทนชิ้นงานที่เข้าสู่กระบวนการฉีดเรซิน โดยสามารถกำหนดจำนวนและความถี่ของชิ้นงานที่เข้ามาในกระบวนการได้
	Dispose	ใช้จบการทำงานของชิ้นงานโดยชิ้นงานจะออกจากกระบวนการ ณ จุดนี้
	Process	ใช้แทนการทำงานของเครื่องจักรและพนักงาน โดยสามารถกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำงานและทรัพยากรที่ใช้ได้
	Assign	ใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปรและชนิดของชิ้นงาน เพื่อนำไปใช้ในการแยกชนิดของชิ้นงานให้ตรงกับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง
	Decide	ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับชิ้นงานว่าชิ้นงานชนิดใดควรไปในเส้นทางไหน เพื่อให้ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักรที่เหมาะสม
	Record	ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของชิ้นงานที่เข้าสู่โมดูลนี้ โดยบันทึกค่าช่วงเวลาห่างของชิ้นงานและจำนวนชิ้นงานที่มาถึงโมดูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณต่อไป
	Hold	ใช้สำหรับยึดครองชิ้นงานไว้ในแถวคอย เพื่อให้ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักรครั้งละ 1 ชิ้น
	Schedule	ทำหน้าที่กำหนดตารางเวลาทำงานให้กับพนักงาน หน่วยข้อมูลนี้จะถูกเชื่อมโยงกับหน่วยโมดูลข้อมูลทรัพยากร

3.4.3. การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นในโปรแกรมนั้นสามารถทำงานได้หรือไม่ มีข้อผิดพลาดทางด้านโปรแกรมหรือการป้อนค่าต่างๆ ให้แก่แบบจำลองหรือไม่

3.4.4. การพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation)

ทำการตรวจสอบว่าแบบจำลองนั้นให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง ซึ่งขั้นตอนในการพิสูจน์ความเหมือนจริงมีดังนี้

1. เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เป็นข้อมูลช่วงระยะเวลาการออกจากระบบของชิ้นงานจากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลเวลาของชิ้นงานที่ออกจากระบบจริง
2. การตรวจสอบทางสถิติ ในช่วงความเชื่อมั่น 95 % เพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นเพียงค่าประมาณ
3. ปรับปรุงแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5. การออกแบบและสร้างทางเลือกของแบบจำลองสถานการณ์

ทำการออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน โดยแนวทางการสร้างแบบจำลอง 2 ทางเลือก คือ

1. แบบจำลองที่ให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพของเครื่อง คือ เครื่องจักรทำการผลิตตลอดเวลา เนื่องจากในแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินแบบเดิมนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองตามสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นในช่วงที่มีการผลิตน้อยเนื่องจากเป็นช่วงปลายแผนการผลิต เพื่อนำมาหาอัตราการใช้พนักงานว่าพนักงานยังว่างงานหรือไม่ โดยแบบจำลองนี้มีพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 3 เครื่อง
2. แบบจำลองที่มีการเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม โดยมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไป 10 เครื่อง ใช้พนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 4 เครื่อง

3.5. การประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์และสรุปผลความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักร

ทำการประมวลผลอัตราการใช้พนักงานและเครื่องจักรที่ได้จากแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับเปลี่ยนจากแบบเดิมไปเป็นแบบที่ให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ เพื่อหาว่าอัตราการใช้พนักงานมีค่าเท่าใด พนักยังว่างงานหรือไม่ และเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับเปลี่ยนจากแบบที่ให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพไปเป็นแบบที่มีการเพิ่มเครื่องจักร โดยใช้พนักงานเท่าเดิม เพื่อหาว่าอัตราการใช้พนักงานเป็นอย่างไร และมีผลต่ออัตราการใช้เครื่องจักรหรือไม่ จากนั้นจึงจัดทำเอกสารแสดงผลลัพธ์ และสรุปผลความเป็นไปได้ในการเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

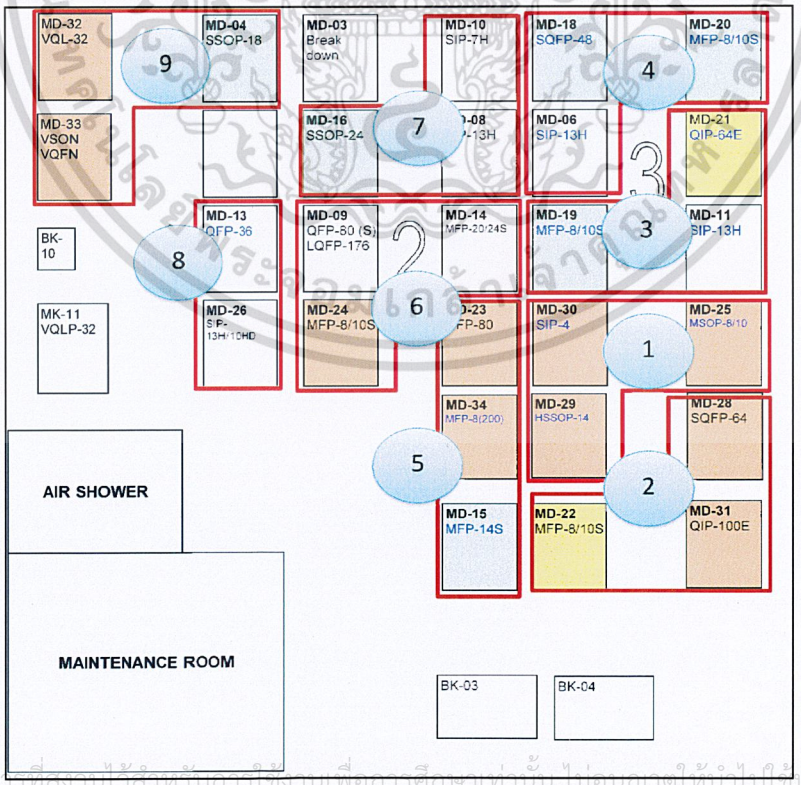
จากการศึกษาการทำงานและการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซินได้ผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1. ผลการศึกษากระบวนการผลิตของกระบวนการฉีดเรซินในการผลิตไอซี

จากการศึกษากระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิตไอซีขั้นตอนการฉีดเรซินเคลือบตัวไอซี ได้ผลการดำเนินงานดังนี้

4.1.1. ผลการวิเคราะห์กระบวนการผลิต

จากการศึกษากระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซินนั้น มีพนักงานจำนวน 9 คน เครื่องจักร 26 เครื่อง โดยให้พนักงาน 1 คน ดูแลเครื่องจักร 3 เครื่อง ดังรูปที่ 4.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1. แผนผังการจัดพนักงานประจำเครื่องจักร

4.1.2. ผลการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงาน

จากการศึกษาวิธีการทำงานและเวลาของพนักงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตไอซีขั้นตอนการฉีดเรซินเคลือบตัวไอซี ได้ผลการดำเนินงานดังนี้

1. ผลการศึกษาการทำงานย่อยของพนักงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำงานของพนักงานในการฉีดเรซิน

Flow Process Chart

แผนภูมิหมายเลข แผ่นที่ ของ		สรุปผล			
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน		Activity	ปัจจัย	หลังปรับปรุง	ลดลง
LSI - MOLDING		ปฏิบัติงาน	3		
MODEL MD-23		เคลื่อนย้าย	3		
กิจกรรม : กระบวนการผลิต IC		ล่าช้า	0		
ขั้นตอนการฉีดเรซิน		ตรวจสอบ	3		
		เก็บ	1		
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง		ระยะทาง			
สถานที่ : บริษัท ซัน โย เซมิคอนดักเตอร์ จำกัด		เวลา			
พนักงาน เวลา		ต้นทุน			
บันทึกโดย อารีน่า วันที่ 22/09/2010		ค่าแรง			
		ค่าวัสดุ			
อนุมัติ วันที่		รวม			

คำอธิบาย	QTC.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน					
หยิบงานใส่รถเข็น					
เข็นรถเข็นไปที่เครื่องจักร					
ตรวจงาน					
หยิบงานใส่เครื่องจักร					
จดบันทึกการใส่งานลงในใบบันทึกการทำงาน					
รอเครื่องจักรทำงาน					
หยิบงานออกจากเครื่องจักร					
ตรวจนับงานและบันทึกใบบันทึก					
เดินไปบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์					
นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำงานของพนักงานในการฉีดเรซิน (Flow Process Chart)

2. ผลการศึกษาการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการทำความสะอาดแม่พิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำความสะอาดแม่พิมพ์

(Flow Process Chart)

แผนภูมิหมายเลข แผ่นที่ ของ	สรุปผล			
ผลิตภัณฑ์/วัสดุ/พนักงาน	Activity	ปัจจัย	หลังปรับปรุง	ลดลง
LSI - MOLDING	ปฏิบัติงาน	9		
MODEL MD - 23	เคลื่อนย้าย	0		
กิจกรรม : การทำความสะอาดแม่พิมพ์	ล่าช้า	8		
ขั้นตอนการฉีดเรซิน	ตรวจสอบ	0		
	เก็บ	0		
วิธีทำงาน : **ปัจจุบัน** / ปรับปรุง	ระยะทาง			
สถานที่ : บริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ จำกัด	เวลา			
พนักงาน เวลา	ต้นทุน			
บันทึกโดย อารีน่า วันที่ 22/09/2010	ค่าแรง			
	ค่าวัสดุ			
อนุมัติ วันที่	รวม			

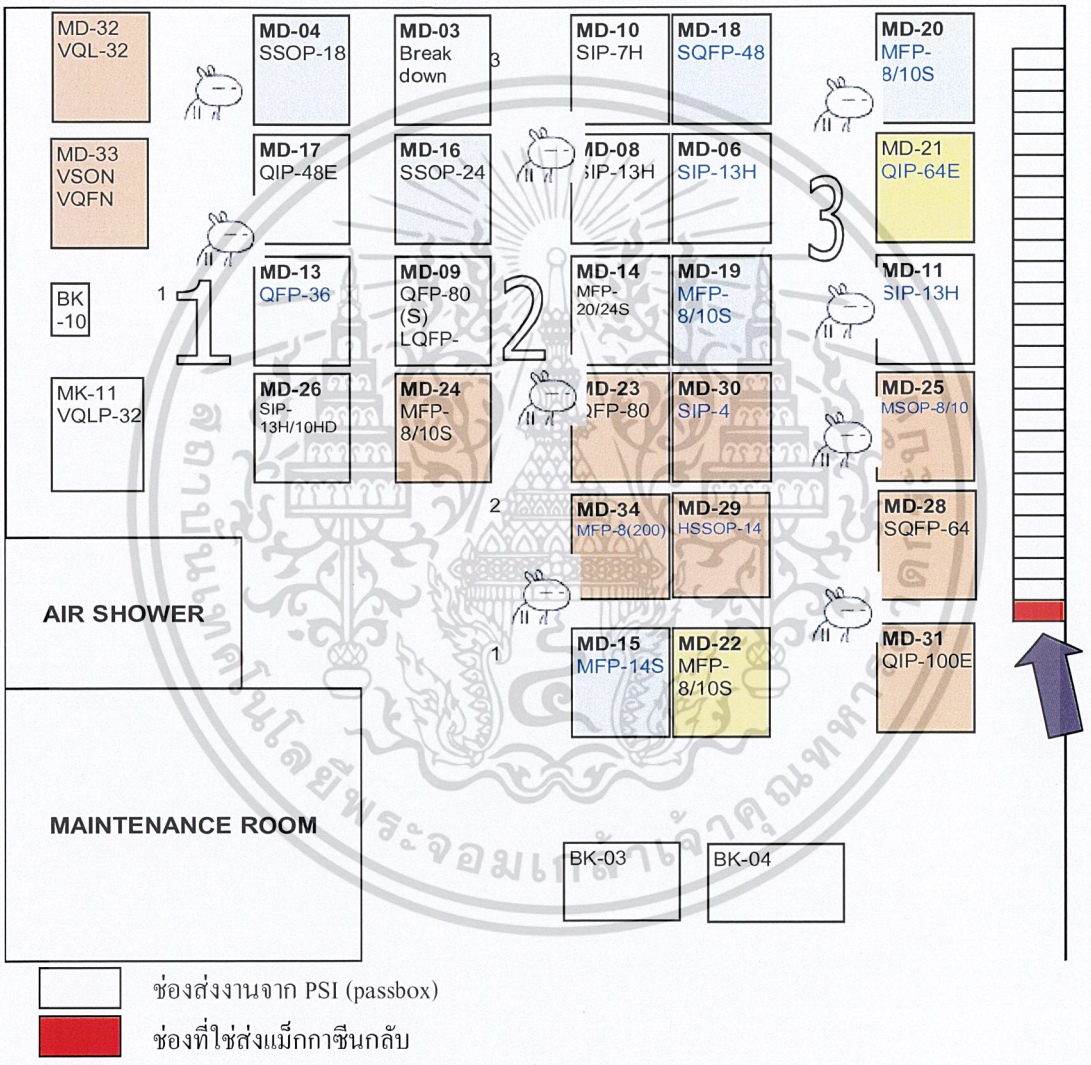
คำอธิบาย	QTC.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 1					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์รอบที่ 2-7					
เครื่องจักรทำงาน					
เวลาที่พนักงานนำงานออกจากเครื่องเมื่อจบการทำงานรอบที่ 8					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3. แผนภูมิการไหลของกระบวนการทำความสะอาดแม่พิมพ์ (Flow Process Chart)

3. ผลการศึกษาการทำงานของพนักงานในการเก็บแม็กกาซีน (Magazine)

การเก็บแม็กกาซีนคือ การที่พนักงานจะทำการเก็บแม็กกาซีนเปล่าที่ออกมาจากเครื่องจักร หลังจากที่เครื่องจักรทำงานเสร็จเพื่อนำไปส่งคืนให้กับกระบวนการก่อนหน้า (ขั้นตอน PSI) การเก็บแม็กกาซีนจะแบ่งออกเป็น 3 โซน ตามแผนผังการปฏิบัติงาน โดยพนักงานว่างจากการปฏิบัติงานปกติ การเก็บแม็กกาซีนไม่มีพนักงานที่ทำหน้าที่โดยตรง ไม่มีรอบในการเก็บที่แน่นอนและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บแต่ละรอบไม่เท่ากันขึ้นอยู่กันจำนวนงานที่เข้าไปในเครื่องจักร และรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร แผนผังการเก็นแม็กกาซีนแสดงตามรูปที่ 4.4 ดังนี้



รูปที่ 4.4. แผนผังการเก็บแม็กกาซีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการศึกษาข้อมูลเวลา

4.2.1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม

ทำการหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม ภายใต้ความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน 95% ความเชื่อมั่น โดยการจับเวลาแต่ละงานย่อยจากนั้นนำมาคำนวณหาขนาดตัวอย่างในการจับเวลาที่เหมาะสม เช่น การหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมจากงานย่อยที่ 1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน ของการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินบนไอซีของเครื่องจักร MD 04 แสดงดังนี้

1) จับเวลาเบื้องต้นของการทำงานมา 10 ค่า ได้ดังนี้ 25 30 25 23 24 21 23 27 26 31 หน่วยเป็นวินาที

2) หาค่าพิสัยหรือ R (range) = 10

3) หาค่าเฉลี่ยของข้อมูล $\bar{x}$ = 25.5

4) หาค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ = 0.39

5) ค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตารางที่ 2.2 ให้ตรงกับค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ที่คำนวณไว้

6) ได้ค่าจำนวนรอบที่เหมาะสม N = 26 ครั้ง

7) ดังนั้นเวลาที่จับมาซึ่งมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า จึงเหมาะสม

จากนั้นจึงคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมดโดยแทนค่าต่างๆ ลงในสมการที่ 2.5 ได้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล เท่ากับ 3.91%

การคำนวณหาขนาดตัวอย่างของงานย่อยอื่นๆ สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีเดียวกัน

4.2.2. ผลจากการเก็บข้อมูลเวลา

4.2.2.1. <u>เวลาที่พนักงานใช้ในการทำงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน</u>

หลังจากแยกงานออกเป็นงานย่อยและบันทึกเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการจับเวลา โดยพนักงานที่ถูกจับเวลาเป็นพนักงานที่เหมาะสมและทำงานในสภาพปกติ จากนั้นนำค่าเวลาที่ได้มาบันทึกลงในตารางเวลาการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการฉีดเรซิน คำนวณเวลาเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.1 และรายละเอียดของทุกงานย่อยของทุกเครื่องจักรแสดงในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. เวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD-04

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD-04												
งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	25	30	25	23	24	21	23	27	26	31	25.27	3.91
	24	26	25	22	27	27	28	25	23	30		
	23	22	25	25	23	26	28	23	22	29		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	14	20	12	15	12	12	12	18	17	17	16.50	4.79
	19	17	16	21	20	17	15	15	16	19		
	16	15	14	17	17	18	17	20	19	18		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	30	27	30	32	31	27	32	23	20	28	29.73	4.12
	29	28	25	23	32	33	33	34	30	31		
	34	32	35	35	32	33	27	29	30	27		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	19	16	18	21	22	21	15	18	23	22	19.23	4.93
	23	19	22	19	20	16	15	19	15	16		
	24	23	16	18	16	21	20	17	21	22		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	87	76	69	85	87	75	90	86	80	82	83.10	4.58
	90	90	90	90	95	65	74	65	77	79		
	82	89	101	98	58	58	83	99	90	103		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	28	25	23	24	30	25	21	21	24	26	24.20	4.41
	25	20	17	23	25	22	26	20	16	24		
	25	26	29	23	24	26	27	22	29	30		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	72	83	89	76	57	57	63	65	59	61	68.53	4.96
	70	66	61	58	60	65	58	61	62	85		
	86	69	59	70	85	76	69	70	71	73		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	29	39	36	30	46	41	33	37	38	41	37.03	4.81
	39	30	40	49	30	39	34	35	37	39		
	33	32	41	38	35	40	39	39	37	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	25	29	40	30	34	33	28	28	28	21	27.83	4.97
	30	22	27	27	30	29	31	26	27	24		
	29	28	26	28	22	24	27	27	26	29		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2. <u>เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการฉีดเรซิน</u>

เวลาที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องใช้ในการฉีดเรซินแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2. รอบเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำงาน

เครื่องจักร	ประเภทชิ้นงาน	Frame/ Lot	Shot	รอบเวลาผลิต(วินาที)	รอบเวลาผลิต(วินาที/ lot)	รอบเวลาผลิต(นาที/lot)
MD-04	SSOP-18	80	20	123	2460	41
MD-06	SIP-13H	160	40	97	3880	65
MD-08	SIP-13H	160	40	95	3800	63
MD-09	QIP-48E	160	40	107	4280	71
MD-10	SIP-7H	160	40	89	3560	59
MD-11	SIP-13H	160	40	90	3600	60
MD-13	QFP-36	160	40	108	4320	72
MD-14	MFP-20/24S	160	40	114	4560	76
MD-15	MFP-8	80	20	106	2120	35
MD-16	SSOP-24	80	20	127	2540	42
MD-18	SQFP-48	80	20	117	2340	39
MD-19	MFP-8/10s	80	20	105	2100	35
MD-20	MFP-8/10s	80	20	130	2600	43
MD-21	QIP-64E	80	20	112	2240	37
MD-22	MFP-8/10S	80	20	110	2200	37
MD-23	QIP-64E	80	20	82	1640	27
MD-24	MFP-8	8	20	86	1720	29
MD-25	MSOP-8	80	40	62	2480	41
MD-26	SIP-13H	160	40	106	4240	71
MD-28	SQFP-64	80	40	84	3360	56
MD-29	HSSOP-14	80	40	54	2160	36
MD-30	SIP-4/4J	80	40	67	2680	45
MD-31	QIP-100E	80	40	58	2320	39
MD-32	VCT-20	10	5	164	820	14
MD-33	VQFN	20	10	153.5	1535	26
MD-34	MFP-8(200)	80	20	100	2000	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3. เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์

1. ช่วงเวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดเรซิน

เวลาในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดเรซินนั้นแต่ละเครื่องจะมีช่วงเวลาแตกต่างกัน ดังแสดงไนตารางที่ 4.3. เนื่องจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องผลิตชิ้นงานต่างกัน รุ่นของเครื่องจักรแตกต่างกัน

เวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาการจำลองสถานการณ์นี้ใช้เฉพาะเครื่องจักรที่มีการทำความสะอาดแม่พิมพ์ในตอนกลางวันเท่านั้น เนื่องจากใช้การจำลองสถานการณ์การทำงานของพนักงาน 1 กะ ซึ่งพนักงาน 1 กะ จะทำงาน 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3. รอบเวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดเรซิน

No.	เครื่องจักร	Package	กลางวัน	เวลา (Day)	กลางคืน	เวลา (Swing)
1	MD-04	SSOP-18	O	15:00-16:30	O	03:00-04:30
2	MD-06	SIP-13H			O	20:00-21:20
3	MD-08	SIP-13H			O	20:00-21:21
4	MD-09	QIP-48ECu	O	13:00-14:20		
5	MD-10	SIP-7H			O	20:00-23:20
6	MD-11	SIP-13H			O	19:30-21:00
7	MD-13	QFP-36	O	13:00-14:30		
8	MD-14	MFP-20/24S	O	11:00-12:30		
9	MD-15	MFP-14S Al		14:00-15:30	O	02:00-03:30
10	MD-16	SSOP-24			O	21:30-23:00
11	MD-18	SQFP-48Cu			O	19:30-21:00
12	MD-19	MFP-10S			O	23:00-00:30
13	MD-20	MFP-10S			O	04:30-06:00
14	MD-21	QIP-64ECu			O	22:00-23:30
15	MD-22	MFP-10S	O	07:30-09:00	O	19:30-21:00
16	MD-23	QFP-80	O	11:00-12:20		
17	MD-24	MFP-10S	O	09:00-10:20	O	21:00-22:20
18	MD-25	MSOP-8/10	O	11:00-12:20		
19	MD-26	SIP-13H	O	16:00-17:20		
20	MD-28	SQFP-64Cu	O	11:00-12:20		
21	MD-29	HSSOP-14	O	10:00-11:20	O	22:00-23:20
22	MD-30	SIP-4/4J	O	12:10-13:30		
23	MD-31	MFP-8/10S	O	08:00-09:20	O	20:00-21:20
24	MD-32	VQLP-24/32/40	O	15:00-16:20		
25	MD-33	VQFN-44K / 8N			O	02:00-03:30
26	MD-34	MFP-8(200)	O	14:00-15:20	O	02:00-03:20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เวลาที่เครื่องจักรทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 รอบ

เวลาที่เครื่องจักรทำงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ใช้เวลา 325 วินาที/ 1 รอบ ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 ครั้ง ต้องทำ 8 รอบ ดังแสดงเวลาไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4. เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์

ตารางแสดงเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 ครั้ง (วินาที)		
จำนวน รอบ/ครั้ง	เวลาทำงาน 1 รอบ	เวลาทำงาน 1 ครั้ง
8	325	2600

3. เวลาที่พนักงานใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 รอบ

ผลจากการศึกษาเวลาที่พนักงานต้องใช้ในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 ครั้ง ที่ความเชื่อมั่น 95 % และความคลาดเคลื่อน 5% สรุปไว้ในตารางที่ 4.5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5. เวลาการทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของกระบวนการฉีดเรซิน

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ของกระบวนการฉีดเรซิน												
ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (วินาที)										เฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. เวลาทำงานของพนักงาน	50	47	56	54	52	55	53	45	47	42		
ในการทำความสะอาด	43	57	55	48	57	54	49	55	52	51	51.33	2.70
แม่พิมพ์รอบที่ 1	49	50	52	53	55	48	54	51	53	53		
2. เวลาทำงานของพนักงาน	79	78	70	80	77	76	77	79	75	78		
ในการทำความสะอาด	78	80	81	83	79	82	78	76	77	69		
แม่พิมพ์รอบที่ 2-8	73	82	81	79	77	79	79	75	84	83	79.14	1.23
	79	77	79	80	80	79	83	78	88	78		
	81	82	79	83	81	85	78	79	80	84		
3. เวลาทำงานของพนักงาน	24	31	29	33	31	35	33	32	30	26		
นำงานออกจากเครื่องจักร	29	32	36	37	36	31	27	32	28	25	31.00	2.72
เมื่อจบการทำงานรอบที่ 8	35	37	33	27	25	30	32	34	31	29		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการทำความสะอาดแม่พิมพ์ 1 ครั้งจะใช้เวลารวมทั้งหมด 3233.12 วินาที หรือประมาณ 54 นาที (เวลารวมของคนและเครื่องจักร) แสดงไว้ดังตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6. เวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์

ตารางแสดงเวลาการทำความสะอาดแม่พิมพ์ (วินาที)			
เวลาที่คนทำงาน	เวลาที่เครื่องจักรทำงาน	เวลารวม 1 รอบ	1 ครั้ง (8 รอบ)
79.14	325	404.14	3233.12

หมายเหตุ : เวลาในที่นี้ยังไม่รวมการนำงานไปตรวจกับ QC เพื่อดูว่าการทำความสะอาดผ่านหรือไม่ ถ้าไม่ผ่านต้องทำความสะอาดใหม่อีกรอบ

4.2.2.4. ผลการศึกษาระยะเวลาการมาถึงของชิ้นงานที่เข้าสู่ขั้นตอนการฉีดเรซิน

ระยะเวลาการมาถึงของชิ้นงาน คือ เวลาที่พนักงานจากขั้นตอนก่อนหน้านำงานมาใส่ในช่องส่งงาน (Pass box) เพื่อรอให้พนักงานที่ทำงานในขั้นตอนการฉีดเรซินไปนำงานมาใส่ในเครื่องจักร ซึ่งมีรอบเวลาการเข้ามาแตกต่างกันไปตามประเภทของชิ้นงาน และเวลาที่เข้ามาในกระบวนการฉีดเรซินที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง เป็นข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน ซึ่งระยะเวลาการมาถึงของงานจะแสดงในรูปแบบของข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแล้ว แสดงในตารางที่ 4.9.

4.2.2.5. เวลาที่พนักงานใช้ในการเก็บแม็กกาซีน

ผลจากการเก็บข้อมูลเวลาที่พนักงานใช้ในการเก็บแม็กกาซีนสามารถสรุปได้ 2 ประเภท คือ เวลาที่พนักงานใช้ในการเก็บแม็กกาซีนแต่ละครั้ง แสดงในตารางที่ 4.7 และรอบเวลา (ความถี่) ในการเก็บแม็กกาซีนของพนักงาน แสดงในตาราง 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7. เวลาที่ใช้ในการเก็บแม็กกาซีน

โซน	เวลาที่ใช้ในการเก็บแม็กกาซีน (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	58	42	53	49	57	38	47	35	25	44.50
	57	41	24	50	33	39	52	55	60	56	
	37	45	34	48	59	41	33	44	40	46	
	41	43	52	56	51	28	46	50	39	40	
	59	59	47	49	40	31	48	41	53	32	
2	53	33	103	33	12	56	34	58	93	68	63.90
	59	116	44	94	42	53	25	45	68	89	
	57	12	68	89	50	64	107	67	87	61	
	69	129	93	63	53	44	56	68	54	89	
	105	30	62	66	88	102	79	31	21	53	
3	59	17	58	23	75	104	28	57	62	90	45.84
	99	37	40	24	37	44	56	38	56	21	
	20	17	35	35	54	68	87	79	19	27	
	28	47	63	17	20	44	32	101	62	52	
	22	26	61	37	77	38	26	16	34	23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8. รอบเวลาในการเก็บแม็กกาซีน

โซน	รอบเวลาที่ใช้ในการเก็บแม็กกาซีน (นาที)										เวลาเฉลี่ย (นาที)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	30	40	55	34	78	67	56	74	81	65	56.88
	88	85	68	56	45	35	76	56	44	54	
	65	45	43	47	56	72	65	76	64	55	
	38	75	46	84	68	46	44	46	25	45	
	66	65	57	58	47	55	49	50	74	31	
2	15	30	40	33	44	45	24	34	32	45	32.76
	25	29	34	26	34	45	35	28	25	35	
	35	40	35	25	44	25	34	36	32	22	
	30	29	35	43	45	36	35	32	24	20	
	23	26	28	33	36	38	41	35	40	23	
3	10	15	30	35	20	22	25	27	19	28	25.06
	24	26	27	17	18	26	26	25	27	18	
	35	33	24	28	31	19	31	27	27	30	
	30	29	25	26	33	19	16	27	21	32	
	27	35	17	24	18	22	31	26	18	27	

4.3. ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน

4.3.1. ผลการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยใช้ Input Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือในโปรแกรม Arena โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรม คือ รูปแบบการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล (Distribution) รูปแบบของข้อมูลนำเข้า (Expression) จำนวนข้อมูล ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลเวลาที่ชิ้นงานเข้ามาในกระบวนการฉีดเรซินซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน แสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10 และข้อมูลเวลาที่พนักงานปฏิบัติงาน แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาที่พนักงานปฏิบัติงานและลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลในตารางที่ 4.11 และ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

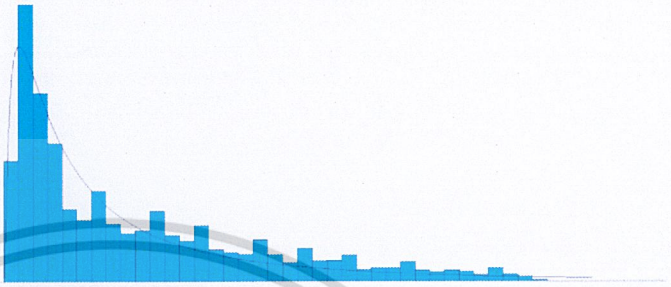
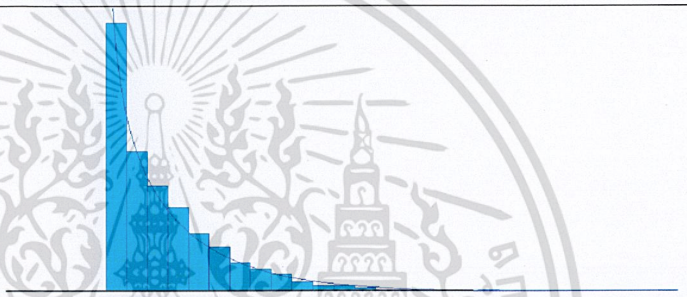
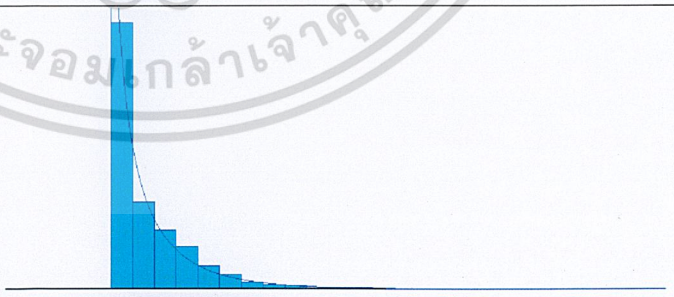
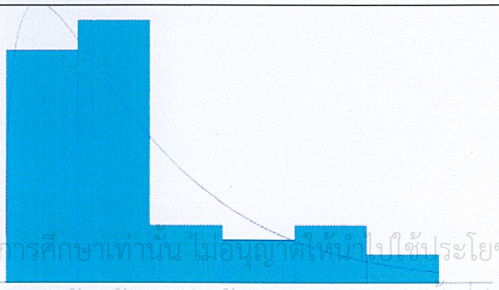
ตารางที่ 4.9. แสดงรูปแบบการกระจายความน่าจะเป็นของเวลาที่ชิ้นงานเข้ามาในกระบวนการฉีดเรซิน

ประเภทชิ้นงาน (Package)	รูปแบบการกระจาย (Distribution)	Expression	จำนวนข้อมูล (Number of Data Points)	ค่าน้อยสุด (Min Data Value)	ค่ามากสุด (Max Data Value)	ค่าเฉลี่ย (Sample Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sample Std Dev)
HSSOP-14	Lognormal	-0.001 + LOGN(0.435, 0.856)	5011	0.00	1.38	0.35	0.33
LQFP-176	Weibull	-0.001 + WEIB(2.04, 0.587)	109	0.00	69.00	2.76	6.88
MFP-8	Lognormal	-0.001 + LOGN(0.439, 0.916)	5169	0.00	1.50	0.33	0.31
MFP-8(200)	Exponential	-0.001 + EXPO(0.776)	1190	0.00	6.18	0.78	0.61
MFP-10S	Beta	-0.001 + LOGN(0.393, 0.719)	5873	0.00	1.95	0.33	0.32
MFP-14S	Beta	-0.001 + 12 * BETA(0.694, 9.14)	2480	0.00	11.20	0.85	0.93
MFP-20	Weibull	WEIB(9.29, 0.549)	106	0.03	337.00	19.80	55.00
MFP-24S	Weibull	WEIB(4.67, 1.11)	112	0.02	18.20	4.50	3.88
MSOP-8	Beta	-0.001 + 17 * BETA(0.541, 9.51)	2387	0.00	16.50	0.91	1.15
MSOP-10	Exponential	-0.001 + EXPO(3.14)	693	0.00	87.20	3.14	6.29
QFP-36	Weibull	-0.001 + WEIB(4.77, 0.579)	228	0.00	217.00	9.29	27.50
QFP-80	Weibull	-0.001 + WEIB(0.516, 0.724)	1070	0.00	9.92	0.98	1.24
QIP-100E	Beta	10 * BETA(0.641, 2.33)	206	0.02	9.60	2.16	2.05
QIP-48E	Exponential	-0.001 + EXPO(2.53)	219	0.00	16.40	2.53	2.53
QIP-64E	Weibull	-0.001 + WEIB(0.7, 0.759)	2058	0.00	19.30	0.93	1.38
SIP-4	Weibull	-0.001 + WEIB(0.996, 1.18)	839	0.00	3.85	0.91	0.72

ตารางที่ 4.9. แสดงรูปแบบการกระจายความน่าจะเป็นของเวลาที่ชิ้นงานเข้ามาในกระบวนการฉีดเรซิน (ต่อ)

ชนิด Package	รูปแบบการกระจาย Distribution	Expression	จำนวนข้อมูล Number of Data Points	ค่าน้อยสุด Min Data Value	ค่ามากสุด Max Data Value	ค่าเฉลี่ย Sample Mean	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Sample Std Dev
SIP-4J	Beta	-0.001 + 13 * BETA(1.63, 24.9)	1597	0.00	126.00	0.82	0.96
SIP-7H	Weibull	-0.001 + WEIB(1.62, 0.393)	161	0.00	94.10	4.47	10.10
SIP-13H	Weibull	-0.001 + WEIB(0.532, 0.909)	1496	0.00	3.70	0.79	0.82
SIP-13HJ	Beta	6.87 * BETA(0.77, 1.84)	42	0.07	6.25	1.99	1.73
SQFP-48	Beta	-0.001 + 6 * BETA(0.595, 4.83)	2738	0.00	5.60	0.66	0.74
SQFP-64	Beta	-0.001 + 4 * BETA(0.575, 2.39)	1925	0.00	3.92	0.77	0.79
SSOP-18	Beta	-0.001 + 3 * BETA(0.696, 1.53)	1092	0.00	2.88	0.94	0.78
SSOP-24	Weibull	-0.001 + WEIB(0.956, 1.02)	1011	0.00	3.98	1.04	0.94
VCT-20	Weibull	-0.001 + WEIB(2.09, 0.618)	255	0.00	40.50	2.94	4.76
VCT-24	Exponential	-0.001 + EXPO(1.7)	89	0.00	5.98	1.70	1.60
VQFN-24K	Beta	0.001 + 5.87 * BETA(0.902, 1.63	48	0.00	5.33	2.09	1.50
VQFN-44K	Gamma	GAMM(1.36, 1.33)	47	0.02	5.73	1.81	1.50
VQLP-40	Beta	-0.001 + 10 * BETA(0.304, 12.8)	1786	0.00	9.08	0.89	1.27
VSON-8	Beta	-0.001 + 7 * BETA(0.45, 1.66)	535	0.00	6.50	1.56	1.61
VSON-8N	Lognormal	-0.001 + LOGN(5.25, 164)	1454	0.00	7.97	0.94	1.29

ตารางที่ 4.10. ตัวอย่างกราฟการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

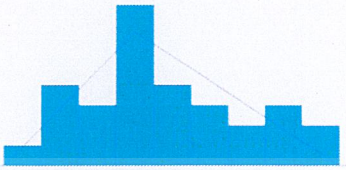
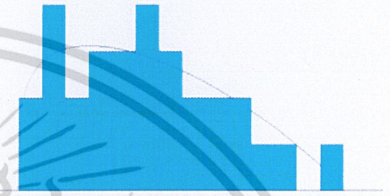
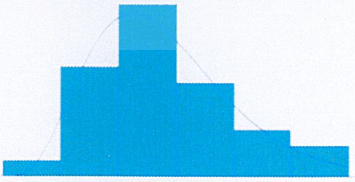
ตัวอย่าง Package	รูปแบบ การกระจาย	ลักษณะของกราฟ
HSSOP-14	Lognormal	
MFP-14S	Beta	
MSOP-10	Exponential	
QIP-64E	Weibull	
VQFN-44k	Gamma	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11. แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลเวลาที่พนักงานปฏิบัติงานของเครื่องจักร MD-19

Machine	Process	Distribution	Expression	Number of Data Points	Min Data Value	Max Data Value	Sample Mean	Sample Std Dev
MD-19	เข็นรถไปช่องส่งงาน	Beta	8.5 + 9 * BETA(1.54, 1.27)	30	9	17	13.5	2.34
	หยิบงานใส่รถเข็น	Triangular	TRIA(9.5, 16.4, 18.5)	30	10	18	14.8	2.09
	เข็นรถกลับไปที่เครื่อง	Triangular	TRIA(10.5, 14, 18.5)	30	11	18	14.4	1.92
	ตรวจงานและหยิบงานใส่เครื่องจักร	Triangular	TRIA(15.5, 24, 32.5)	30	16	32	24.3	3.56
	บันทึกการหยิบงานเข้าเครื่อง	Poisson	POIS(85.4)	30	38	107	85.4	13.9
	หยิบงานออกจากเครื่อง	Beta	16.5 + 11 * BETA(1.28, 1.33)	30	17	27	21.9	3.06
	ตรวจนับงานและบันทึกการเอางานออก	Beta	47.5 + 24 * BETA(0.84, 0.835)	30	48	71	59.5	7.34
	นำข้อมูลไปคีย์ลงคอมพิวเตอร์	Triangular	TRIA(26.5, 30, 47.5)	30	27	47	34.1	4.83
	นำงานไปส่งที่ชั้นวางงาน	Triangular	TRIA(14.5, 17, 23.5)	30	15	23	18.7	2.38

ตารางที่ 4.12. แสดงรูปแบบการกระจายและลักษณะของกราฟการกระจายของข้อมูลเวลาที่พนักงานทำงาน

เครื่องจักร	ตัวอย่างงาน	รูปแบบการกระจาย	ลักษณะของกราฟ
9	เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	Triangular	
25	นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	Beta	
28	ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่อง	Poisson	
15	เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	Weibull	
24	นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	Lognormal	
23	เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน	Erlang	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2. ผลจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม

เมื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากขั้นตอนการทำงานและใส่ค่าข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว จึงทำการประมวลผลและได้ผลจากการจำลองดังต่อไปนี้

4.3.2.1. <u>การหาจำนวนรอบในการประมวลผล</u>

นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซิน ตรวจสอบข้อผิดพลาดทางด้านโปรแกรมหรือการป้อนค่าต่างๆ ให้แก่แบบจำลองและแก้ไขให้เรียบร้อย จากนั้นกำหนดค่าเวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์หรือการหาจำนวนรอบในการประมวลผล (Number of replications) สามารถทำได้โดยการ กำหนดให้จำนวนรอบในการประมวลผลเท่ากับ 500 รอบ เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จแล้วจะได้ค่า Half Width เท่ากับ 8.36 นำค่า Half Width ที่ได้มาใช้ในการคำนวณหาจำนวนรอบในการประมวลผล เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ โดยใช้สมการที่ 2.8. ในการคำนวณหาจำนวนรอบในการประมวลผลจะได้

$$R \cong R_o \frac{h_o^2}{h^2}$$

$$R \cong 500 * \frac{8.02^2}{5.00^2}$$

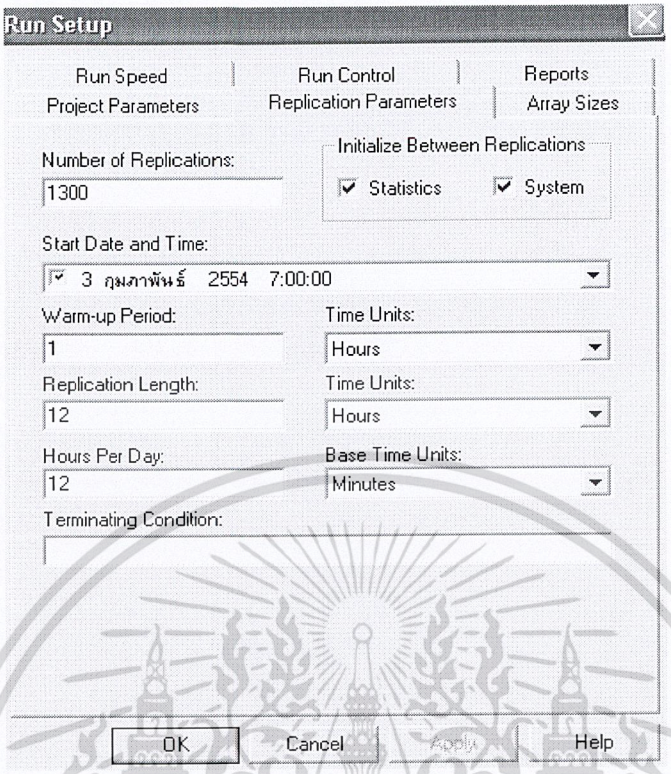
$$\therefore R \cong 1286.41 \text{ รอบ}$$

ดังนั้นต้องทำการประมวลผลทั้งหมด 1300 รอบการประมวลผล (Number of Replications) จึงจะได้ค่า Half Width ของผลลัพธ์ที่สนใจเป็น 5.00

โดยการตั้งค่าการประมวลผลโปรแกรมสามารถทำได้โดยไปที่ คำสั่ง Run ไปที่ Set up จากนั้นคลิกเลือก Replication Parameters จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.5. แล้วกำหนดค่าต่างๆ ดังนี้

- เลขจำนวนรอบ (Number of Replications)	1300	รอบ
- ระยะเวลาในการประมวลผลหนึ่งรอบ (Replication Length)	12	Hours
- จำนวนชั่วโมงที่ประมวลผลต่อวัน (Hours per Day)	12	Hours
- หน่วยของเวลาที่แสดงผลลัพธ์หลังจากการประมวลผล (Base Time Unit)		Minutes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5. หน้าต่าง Run Set up สำหรับตั้งค่าการประมวลผล

4.3.2.2. ผลจากการจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิม

ผลจากการจำลองสถานการณ์การฉีดเรซินแบบเดิมได้ผลของโปรแกรม ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 18 – 57 % ซึ่งจะเห็นได้ว่า พนักงานยังมีการทำงานน้อยอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 4.6.

2. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 34 – 91 % จากค่าที่ได้นี้จะเห็นได้ว่ามีช่วงความกว้างของข้อมูลค่อนข้างมาก และเครื่องจักรบางเครื่องมีการใช้งานน้อยบางเครื่องมีการใช้งานมาก ดังแสดงในรูปที่ 4.6.

3. รอบเวลาที่งานออกจากระบบจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องได้ผลดังรูปที่ 4.8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1,300 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
MD 04	0.7171	.01	0.3595	0.9122
MD 06	0.5750	.01	0.00	0.9246
MD 08	0.5678	.01	0.00	0.9189
MD 09	0.7936	.01	0.2171	0.9256
MD 10	0.3493	.01	0.00300195	0.8673
MD 11	0.5427	.01	0.00477630	0.9037
MD 13	0.7297	.01	0.1320	0.9511
MD 14	0.6525	.01	0.1483	0.9354
MD 15	0.6830	.01	0.2411	0.8751
MD 16	0.6696	.01	0.2566	0.8713
MD 18	0.6667	.01	0.1773	0.8775
MD 19	0.6487	.01	0.1322	0.8578
MD 20	0.7174	.01	0.1313	0.8820
MD 21	0.6720	.01	0.1131	0.8838
MD 22	0.7313	.01	0.1241	0.9037
MD 23	0.7106	.01	0.1568	0.8736
MD 24	0.6406	.01	0.08686869	0.8602
MD 25	0.8160	.00	0.3795	0.8764
MD 26	0.6497	.01	0.00	0.9435
MD 28	0.8788	.00	0.3394	0.9423
MD 29	0.8341	.01	0.1325	0.9170
MD 30	0.9009	.00	0.7539	0.9318
MD 31	0.4935	.01	0.0991	0.9314
MD 32	0.6886	.00	0.4813	0.7349
MD 33	0.7346	.00	0.4758	0.7850
MD 34	0.6993	.01	0.2525	0.8542
Op.1	0.3518	.00	0.2406	0.3782
Op.2	0.2774	.00	0.1701	0.3610
Op.3	0.2698	.00	0.1231	0.3596
Op.4	0.2741	.00	0.1598	0.3678
Op.5	0.4046	.00	0.2461	0.4900
Op.6	0.3120	.00	0.1762	0.3983
Op.7	0.2209	.00	0.1016	0.3454
Op.8	0.1860	.00	0.08004402	0.2500
Op.9	0.5759	.00	0.4932	0.6386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6. ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคนและเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

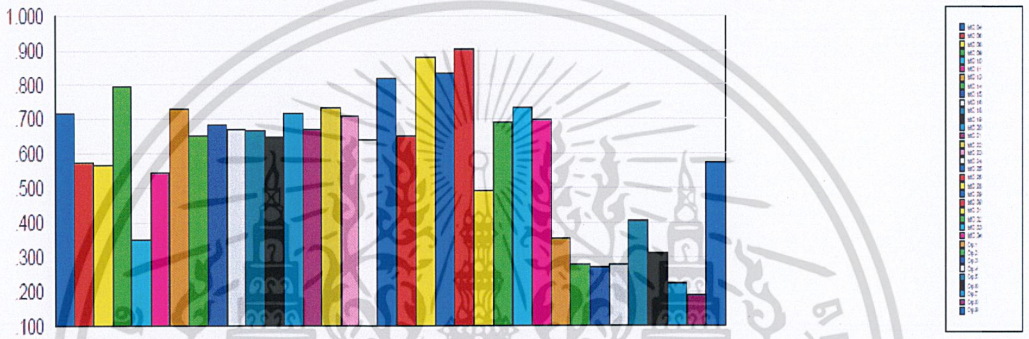
Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1,300 Time Units: Minutes

Resource

Usage



รูปที่ 4.7. กราฟที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์การฉีกเรซินแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1,300 Time Units: Minutes

User Specified

Tally

Between	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Record MD04	67.1088	+/- .78	45.9964	132.39	6.5265	242.02
Record MD06	112.32	+/- 2.96	0.00	597.74	0.00	597.74
Record MD08	110.62	+/- 2.96	0.00	586.58	0.00	586.58
Record MD09	101.65	+/- 1.12	76.0008	304.12	35.4968	496.67
Record MD10	106.50	+/- 4.99	0.00	644.54	0.00	644.54
Record MD11	113.70	+/- 3.47	0.00	635.73	0.00	635.73
Record MD13	115.41	+/- 2.64	0.00	596.22	0.00	596.22
Record MD14	129.72	+/- 2.36	85.1615	309.74	53.4158	517.85
Record MD15	61.0933	+/- .83	42.4031	173.34	6.0360	378.22
Record MD16	65.2159	+/- .86	49.0032	163.53	2.2414	385.53
Record MD18	60.8710	+/- .90	44.3017	162.67	2.7090	407.84
Record MD19	55.4918	+/- .92	39.7337	211.28	2.1932	496.70
Record MD20	62.0760	+/- .96	48.9924	257.04	2.2669	475.06
Record MD21	58.6154	+/- 1.12	42.7592	309.62	2.1697	576.71
Record MD22	57.1240	+/- .92	41.0702	243.30	2.1419	427.36
Record MD23	47.4068	+/- .74	0.00	169.21	0.00	487.11
Record MD24	54.1642	+/- 1.07	34.0412	312.10	3.6984	529.86
Record MD25	55.7540	+/- .46	48.0822	126.18	35.0119	438.57
Record MD26	117.31	+/- 3.15	0.00	621.07	0.00	621.07
Record MD28	73.8206	+/- .58	60.2066	185.69	26.7634	394.58
Record MD29	81.0965	+/- .76	0.00	326.64	0.00	612.93
Record MD30	56.2393	+/- .19	49.6349	64.5621	18.6219	171.04
Record MD31	91.5707	+/- 1.85	44.4190	275.02	3.6067	514.49
Record MD32	23.3945	+/- .09	19.7695	36.5295	1.6336	184.89
Record MD33	34.9075	+/- .07	32.5325	52.1761	2.0362	147.48
Record MD34	55.5915	+/- .61	41.2138	129.45	2.9396	440.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8. ผลของรอบเวลาที่งานออกจากระบบจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้จากโปรแกรม

4.3.3. ผลการพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

ผลการตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นในโปรแกรมนั้นตรงกับขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงโดยอ้างอิงจากแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และข้อมูลอื่นๆ ที่ได้จากการศึกษากระบวนการทำงานและไม่พบข้อผิดพลาดทางโปรแกรมของแบบจำลอง

4.3.4. ผลการพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation)

ผลการพิสูจน์ความเหมือนจริงของแบบจำลองการฉีดเรซินแบบเดิมได้ผลลัพธ์ ดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาที่งานออกจากระบบของแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากระบบจริง พบว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีค่าใกล้เคียงกัน จากนั้นนำข้อมูลทั้ง 2 ชุด ไปตรวจสอบค่าทางสถิติต่อไป
2. ผลจากการตรวจสอบทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % และความคลาดเคลื่อนของข้อมูล 5 % ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้มีความคลาดเคลื่อน มากที่สุด 4.90 และค่าน้อยที่สุด 0.94 ซึ่งอยู่ในช่วงของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ดังนั้นจากการพิสูจน์ความเหมือนจริงของโปรแกรมทั้ง 2 กรณี สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นมานี้สามารถใช้จำลองสถานการณ์จากระบบได้จริง ค่าการเปรียบเทียบรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากระบบจริง และรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากโปรแกรม แสดงไว้ในตาราง 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13. แสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องของระบบจริง และรอบเวลาของชิ้นงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้จากโปรแกรม

เครื่องจักร	ชิ้นงาน (Package)	เวลางานจากระบบจริง (นาที)	เวลาจากโปรแกรม (นาที)	% ความคลาดเคลื่อน
MD-04	SSOP-18	69.36	67.11	3.25
MD-06	SIP-13H/SIP13HJ	115.23	112.32	2.52
MD-08	SIP-13H/SIP13HJ	106.81	110.82	3.76
MD-09	QIP-48E/LQFP-176	102.61	101.65	0.94
MD-10	SIP-7H	104.00	106.50	2.41
MD-11	SIP-13H/SIP-13HJ	109.29	113.70	4.04
MD-13	QFP-36/SQFP-48	119.74	115.41	3.62
MD-14	MFP-20/24S	126.75	129.72	2.35
MD-15	MFP-14S	59.16	61.09	3.27
MD-16	SSOP-24	62.21	65.22	4.83
MD-18	SQFP-48	59.49	60.87	2.32
MD-19	MFP-8/MFP-10S	53.10	55.49	4.50
MD-20	MFP-8/MFP-10S	60.78	62.08	2.13
MD-21	QIP-64E	57.49	58.62	1.96
MD-22	MFP-8/MFP-10S	54.95	57.12	3.96
MD-23	QFP-80	49.28	47.41	3.80
MD-24	MFP-8/MFP-10S	52.48	54.18	3.25
MD-25	MSOP-8/MSOP-10	55.42	56.75	2.41
MD-26	SIP-13H/SIP13HJ	120.57	117.31	2.71
MD-28	SQFP-64	71.18	73.82	3.71
MD-29	HSSOP-14	49.43	51.10	3.37
MD-30	SIP-4/SIP-4J	54.50	56.24	3.19
MD-31	QIP-100E	89.35	91.57	2.49
MD-32	VCT-20/VCT-24/VCT-40	24.60	23.39	4.90
MD-33	FN-44K/VQIN-24K/VSO	35.87	34.91	2.68
MD-34	MFP-8(200)	57.62	55.59	3.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5. ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามทางเลือกที่ได้ออกแบบไว้

จากการสร้างแบบจำลองการฉีดเรซินแบบเดิมขึ้นมาก็เพื่อเป็นการทดสอบความเหมือนจริงของแบบจำลองนั้นได้ผลออกมาตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ จึงทำการทดลองตามสมมติฐานขั้นต่อไปอีก 2 ระบบ ได้ผลจากการจำลองสถานการณ์ของโปรแกรมออกมาดังนี้

4.3.5.1. ผลจากแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินโดยให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ

จากการสร้างแบบจำลองการผลิตที่ให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพเพื่อรองรับช่วงที่การผลิตมากที่สุด มาหาค่าประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดของพนักงาน ได้ผลออกมาดังนี้

1. ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ค่าประสิทธิภาพของพนักงานที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 23 – 61 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม้เครื่องจักรจะทำงานเต็มประสิทธิภาพของเครื่องแล้วแต่พนักงานยังมีเวลาว่างจากการทำงานมาก โดยผลที่ได้จากโปรแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 4.9

2. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 69 – 94 % จากค่าที่ได้นี้จะเห็นได้ว่ามีช่วงความกว้างลดลงจากแบบจำลองของกระบวนการผลิตเดิม และค่าที่ได้นี้จัดว่าเป็นค่าที่สูงมากเนื่องจากในระบบจริงเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ถึง 100 % จากผลที่ได้จากโปรแกรมค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องจักรจะอยู่ที่ประมาณ 86 % เปอร์เซ็นต์การใช้งานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องแสดงในรูปที่ 4.9

3. จำนวนชิ้นงานที่ออกจากระบบจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องแสดงในรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17:44:21 **Category Overview** □□□□□ 31, 2011

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
MD 04	0.8927	.01	0.8505	0.9129
MD 06	0.9000	.00	0.8939	0.9076
MD 08	0.8629	.00	0.8762	0.8963
MD 09	0.8501	.00	0.8390	0.8725
MD 10	0.8579	.00	0.8478	0.8638
MD 11	0.8368	.00	0.8224	0.8439
MD 13	0.9399	.00	0.9230	0.9516
MD 14	0.9160	.01	0.8755	0.9361
MD 15	0.8424	.00	0.8269	0.8625
MD 16	0.8368	.00	0.8235	0.8696
MD 18	0.8716	.00	0.8643	0.8777
MD 19	0.8181	.00	0.8014	0.8277
MD 20	0.8454	.00	0.8398	0.8523
MD 21	0.8329	.01	0.8063	0.8762
MD 22	0.8637	.01	0.8094	0.8957
MD 23	0.8248	.01	0.7695	0.8626
MD 24	0.8087	.01	0.7635	0.8528
MD 25	0.8620	.00	0.8358	0.8726
MD 26	0.9291	.00	0.9133	0.9406
MD 28	0.9275	.00	0.9092	0.9387
MD 29	0.8757	.01	0.8288	0.8980
MD 30	0.9028	.00	0.8745	0.9232
MD 31	0.8842	.01	0.8364	0.9329
MD 32	0.6920	.01	0.6222	0.7324
MD 33	0.7430	.01	0.7078	0.7643
MD 34	0.8114	.00	0.7848	0.8338
Op.1	0.3640	.00	0.3471	0.3739
Op.2	0.3508	.00	0.3324	0.3746
Op.3	0.3611	.00	0.3507	0.3763
Op.4	0.3561	.00	0.3521	0.3663
Op.5	0.4762	.00	0.4640	0.4896
Op.6	0.3830	.00	0.3648	0.3955
Op.7	0.3452	.00	0.3315	0.3562
Op.8	0.2364	.00	0.2188	0.2559
Op.9	0.6072	.00	0.5847	0.6314

รูปที่ 4.9. ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคนและเครื่องจักรแต่ละเครื่องเมื่อให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17:44:21 **Category Overview** □□□□□□ 31, 2011

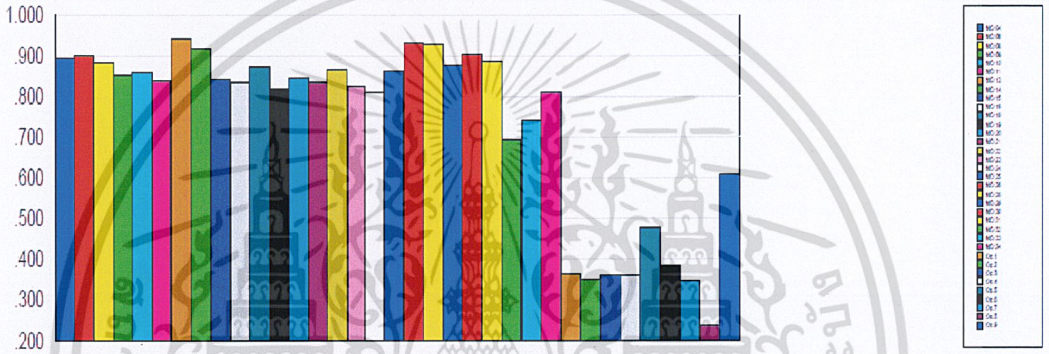
Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Minutes

Resource

Usage



รูปที่ 4.10. กราฟที่ได้จากการจำลองสถานการณ์โดยให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17:44:21 **Category Overview** [illegible] 31, 2011

Values Across All Replications

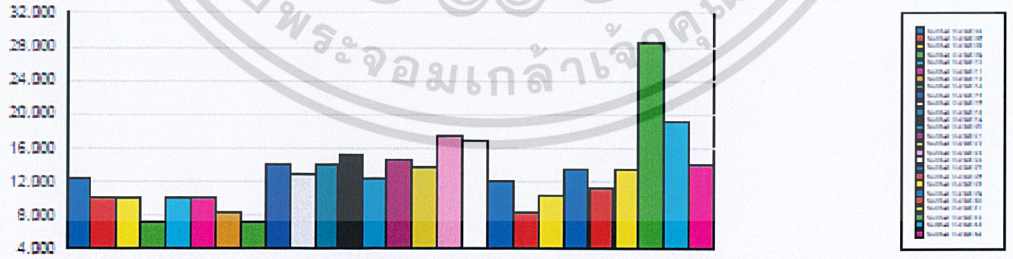
Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Number Out MD04	12.2000	.20	11.0000	14.0000
Number Out MD06	10.0000	.00	10.0000	10.0000
Number Out MD08	10.0000	.00	10.0000	10.0000
Number Out MD09	7.2000	.12	7.0000	8.0000
Number Out MD10	10.0000	.00	10.0000	10.0000
Number Out MD11	10.0000	.00	10.0000	10.0000
Number Out MD13	8.2400	.12	8.0000	9.0000
Number Out MD14	7.2000	.12	7.0000	8.0000
Number Out MD15	13.9600	.22	13.0000	15.0000
Number Out MD16	12.7200	.13	12.0000	13.0000
Number Out MD18	14.0000	.00	14.0000	14.0000
Number Out MD19	15.0000	.00	15.0000	15.0000
Number Out MD20	12.2400	.14	12.0000	14.0000
Number Out MD21	14.4400	.14	14.0000	15.0000
Number Out MD22	13.7000	.22	13.0000	15.0000
Number Out MD23	17.5000	.28	16.0000	19.0000
Number Out MD24	16.7000	.25	16.0000	18.0000
Number Out MD25	12.0800	.17	11.0000	13.0000
Number Out MD26	8.2200	.12	8.0000	9.0000
Number Out MD28	10.2200	.19	9.0000	11.0000
Number Out MD29	13.5200	.25	13.0000	15.0000
Number Out MD30	11.2600	.16	11.0000	13.0000
Number Out MD31	13.3600	.32	12.0000	15.0000
Number Out MD32	28.3800	.54	26.0000	32.0000
Number Out MD33	19.1800	.12	18.0000	20.0000
Number Out MD34	13.8800	.21	13.0000	15.0000



Model Filename: C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\model\22 Old Process Max Page 37 of 37

รูปที่ 4.11. ผลของโปรแกรมแสดงจำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องและกราฟเปรียบเทียบจำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เมื่อให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5.2. <u>การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินที่มีการเพิ่มเครื่องจักร โดยใช้พนักงานเท่าเดิม</u>

ผลจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยปรับปรุงจากแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการฉีดเรซินแบบเดิม มีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไป 10 เครื่อง รวมทั้งหมด 36 เครื่อง โดยจัดให้คนดูแล 1 คน ต่อเครื่องจักร 4 เครื่อง และใช้พนักงานจำนวนเท่าเดิม คือ 9 คน ได้ผลจากโปรแกรมออกมาดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ค่าประสิทธิภาพของพนักงานที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 43 – 73 % ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานสูงมากจากการเพิ่มเครื่องจักเข้าไปจำนวน 10 เครื่อง

2. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ได้จากโปรแกรมอยู่ในช่วง 69 – 95 % ดังแสดงในรูปที่ 4.12 จากค่าที่ได้นี้จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรเก่าส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง แต่ยังมีเครื่องจักรบางเครื่องที่มีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 4.14

3. จำนวนชิ้นงานที่ออกจากระบบจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องแสดงในรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14. แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรเดิมจำนวน 26 เครื่อง ขณะทำงานเต็มประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพของเครื่องจักรเดิม 26 เครื่อง เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไปในระบบอีก 10 เครื่อง

เครื่องจักร	เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องจักร		ผลต่างระหว่างการผลิตแบบเดิม และการผลิตแบบใหม่
	การผลิตแบบเดิมที่มีการผลิตเต็มประสิทธิภาพ	การผลิตแบบใหม่ที่มีการเพิ่มเครื่องจักร	
MD 04	89.27	84.47	4.81
MD 06	90.00	90.00	0.00
MD 08	88.29	88.16	0.12
MD 09	85.01	85.92	-0.91
MD 10	85.79	85.59	0.20
MD 11	83.68	83.20	0.47
MD 13	93.99	94.10	-0.11
MD 14	91.60	91.61	-0.01
MD 15	84.24	84.61	-0.37
MD 16	83.58	83.46	0.11
MD 18	87.16	87.94	-0.78
MD 19	81.81	83.22	-1.41
MD 20	84.54	84.09	0.45
MD 21	83.29	84.54	-1.25
MD 22	86.37	86.21	0.17
MD 23	82.48	81.39	1.09
MD 24	80.87	81.16	-0.29
MD 25	86.20	86.99	-0.79
MD 26	92.91	92.90	0.01
MD 28	92.75	90.58	2.17
MD 29	87.57	86.22	1.35
MD 30	90.28	90.13	0.15
MD 31	88.42	88.43	-0.01
MD 32	69.20	69.37	-0.17
MD 33	74.30	77.35	-3.04
MD 34	81.14	81.15	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15:29:39 **Category Overview** □□□□ 28, 2011

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
MD 04	0.8447	.00	0.8013	0.8638
MD 06	0.9000	.00	0.8928	0.9124
MD 08	0.8816	.00	0.8728	0.8975
MD 09	0.8592	.00	0.8406	0.8758
MD 10	0.8559	.00	0.8508	0.8638
MD 11	0.8320	.00	0.8221	0.8530
MD 13	0.9410	.00	0.9279	0.9557
MD 14	0.9161	.00	0.8724	0.9363
MD 15	0.8461	.00	0.8068	0.8717
MD 16	0.8346	.00	0.7662	0.8722
MD 18	0.8794	.00	0.8099	0.8869
MD 19	0.8322	.00	0.8253	0.8352
MD 20	0.8409	.00	0.7762	0.8533
MD 21	0.8454	.00	0.8217	0.8493
MD 22	0.8621	.00	0.8269	0.9063
MD 23	0.8139	.01	0.7255	0.8630
MD 24	0.8116	.01	0.7600	0.8537
MD 25	0.8699	.00	0.8415	0.8844
MD 26	0.9290	.00	0.9130	0.9405
MD 28	0.9058	.00	0.8628	0.9219
MD 29	0.8622	.01	0.8085	0.8997
MD 30	0.9013	.00	0.8680	0.9328
MD 31	0.8843	.01	0.8286	0.9438
MD 32	0.6937	.01	0.6212	0.7206
MD 33	0.7735	.00	0.7371	0.7824
MD 34	0.8115	.00	0.7761	0.8455
MD 35	0.8401	.00	0.7669	0.8694
MD 36	0.8084	.00	0.7993	0.8378
MD 37	0.9323	.00	0.9226	0.9397
MD 38	0.9172	.00	0.9131	0.9265
MD 39	0.7269	.00	0.7052	0.7476
MD 40	0.8063	.00	0.7532	0.8236
MD 41	0.7831	.00	0.7529	0.8011
MD 42	0.8560	.00	0.8450	0.8729
MD 43	0.8318	.00	0.8229	0.8479
MD 44	0.7865	.00	0.7791	0.8045
Op.1	0.4502	.00	0.4054	0.4882
Op.2	0.6612	.00	0.6132	0.6941
Op.3	0.4373	.00	0.4199	0.4680
Op.4	0.4897	.00	0.4626	0.5008

รูปที่ 4.12. ผลของโปรแกรมที่แสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรเมื่อมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15:29:39 **Category Overview** □□□□□□ 28, 2011

Values Across All Replications

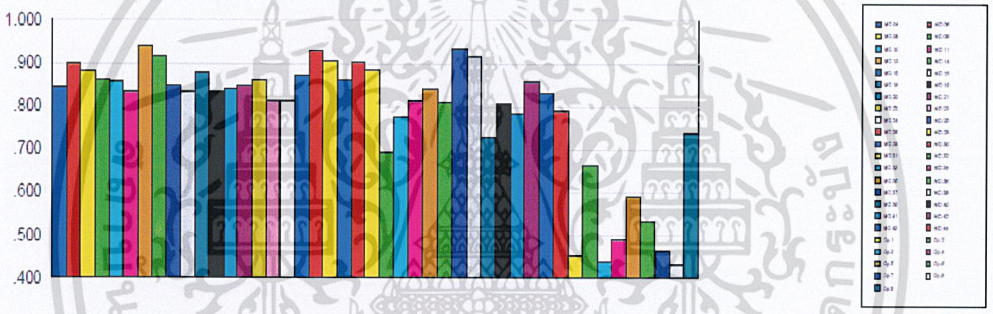
Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Op.5	0.5891	.00	0.5629	0.6130
Op.6	0.5303	.00	0.5007	0.5651
Op.7	0.4626	.00	0.4378	0.4842
Op.8	0.4323	.00	0.4139	0.4544
Op.9	0.7366	.00	0.7039	0.7582



รูปที่ 4.13. กราฟที่ได้จากการจำลองสถานการณ์โดยเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและใช้พนักงานจำนวนเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Number Out MD04	11.6900	.16	10.0000	14.0000
Number Out MD06	9.5900	.10	9.0000	10.0000
Number Out MD08	9.9700	.03	9.0000	10.0000
Number Out MD09	7.2200	.08	7.0000	8.0000
Number Out MD10	10.0000	.00	10.0000	10.0000
Number Out MD11	9.9900	.02	9.0000	10.0000
Number Out MD13	7.7900	.17	7.0000	9.0000
Number Out MD14	7.1700	.06	6.0000	8.0000
Number Out MD15	13.6900	.17	13.0000	16.0000
Number Out MD16	13.0100	.14	12.0000	14.0000
Number Out MD18	14.9200	.07	13.0000	16.0000
Number Out MD19	15.0000	.00	15.0000	15.0000
Number Out MD20	11.9900	.05	11.0000	13.0000
Number Out MD21	14.9700	.03	14.0000	15.0000
Number Out MD22	12.7800	.23	11.0000	15.0000
Number Out MD23	16.2200	.33	14.0000	19.0000
Number Out MD24	16.6400	.22	15.0000	19.0000
Number Out MD25	11.5100	.16	11.0000	13.0000
Number Out MD26	8.2600	.09	8.0000	9.0000
Number Out MD28	9.4800	.22	8.0000	11.0000
Number Out MD29	13.2400	.21	12.0000	15.0000
Number Out MD30	11.4400	.17	10.0000	13.0000
Number Out MD31	12.6400	.19	11.0000	14.0000
Number Out MD32	28.4800	.41	26.0000	32.0000
Number Out MD33	19.9200	.07	19.0000	21.0000
Number Out MD34	13.8100	.17	13.0000	15.0000
Number Out MD35	13.0000	.14	11.0000	14.0000
Number Out MD36	13.0300	.13	12.0000	14.0000
Number Out MD37	8.9900	.02	8.0000	9.0000
Number Out MD38	9.0000	.00	9.0000	9.0000
Number Out MD39	18.9900	.10	18.0000	20.0000
Number Out MD40	14.3000	.11	13.0000	15.0000
Number Out MD41	18.8800	.07	18.0000	19.0000
Number Out MD42	8.0000	.00	8.0000	8.0000
Number Out MD43	15.0100	.02	15.0000	16.0000
Number Out MD44	15.0300	.03	15.0000	16.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 4.14. ผลของโปรแกรมแสดงจำนวนงานที่ออกจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องเมื่อมีการเพิ่มเครื่องจักรเป็น 36 เครื่อง

4.4. ผลการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจากการเพิ่มเครื่องจักร

จากผลของแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถสรุปได้ว่าทางโรงงานสามารถเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานจำนวนเท่าเดิมได้จริง อ้างอิงจากผลของโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ที่มีเครื่องจักร 36 เครื่อง คนทำงาน 9 คน แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องจักร และค่าสวัสดิการต่างๆ ของพนักงานเพิ่มขึ้นตามความเหมาะสม

ดังนั้นจึงมีการคำนวณเพื่อหาระยะเวลาการคืนทุนหากมีการสั่งซื้อเครื่องจักรจริง เพื่อใช้เป็นแนวทางสถิติในการตัดสินใจว่าควรซื้อเครื่องจักรเพิ่มหรือเลือกใช้เครื่องจักรที่มีอยู่ให้เต็มประสิทธิภาพว่าทางเลือกใดเหมาะสมและคุ้มค่ามากว่ากัน

กำหนดให้

จำนวนล็อตเฉลี่ยต่อ 12 ชั่วโมง ของกระบวนการผลิตเดิม มีค่าเท่ากับ **331.42** ล็อต/ 12 ชั่วโมง

จำนวนล็อตเฉลี่ยต่อ 12 ชั่วโมง ของกระบวนการผลิตใหม่ มีค่าเท่ากับ **465.65** ล็อต/ 12 ชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อล็อต ซึ่งมีค่าเท่ากับ **15,000** บาท/ ล็อต

ราคาขายต่อล็อต ซึ่งมีค่าเท่ากับ **40,000** บาท/ ล็อต

ราคาเครื่องจักร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 60,000,000 เยน/ เครื่อง หรือ **23,118,000** บาท / เครื่อง

เงินเดือนของพนักงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ **15,000** บาท

หมายเหตุ ค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นค่าที่สมมติขึ้นเพื่อใช้ประกอบการคำนวณเท่านั้น

วิธีการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

ต้นทุนการผลิต/ เดือน = (ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อล็อต × จำนวนล็อต × 30 × 2) + (ค่าจ้างพนักงานต่อเดือน × จำนวนพนักงาน × 2)

= (15,000 × 134.23 × 30 × 2) + (15,000 × 3 × 2)

= 120,807,000 + 90,000

= 120,897,000 บาท

กำไร/ เดือน = (ราคาขาย × จำนวนล็อต × 30 × 2) – ต้นทุนการผลิต/ เดือน

= (40,000 × 134.23 × 30 × 2) – 120,897,000

= (322,152,000) – 120,897,000

= 201,255,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = (ราคาเครื่องจักร × จำนวนเครื่องจักรที่ซื้อเพิ่ม) ÷ กำไร/เดือน

= (23,118,000 × 10) ÷ 201,255,000

= (231,180,000) ÷ 201,255,000

= 1.148 เดือน

= 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อหาความเป็นไปได้ในการเพิ่มกำลังการผลิตโดยใช้พนักงานเท่าเดิมให้กับกระบวนการผลิตไอซีในขั้นตอนการฉีดเรซิน กรณีศึกษาบริษัท ซันโย เซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจะเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพื่อนำไปสู่การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรโดยใช้พนักงานทำงานเท่าเดิม

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการศึกษางานและการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

5.1.1. สรุปผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.1.

ตารางที่ 5.1. สรุปผลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์	ผลจากการจำลองสถานการณ์ที่ได้จากโปรแกรม			
	อัตราการใช้พนักงาน		อัตราการใช้เครื่องจักร	
	อยู่ในช่วง	เฉลี่ย	อยู่ในช่วง	เฉลี่ย
1. การฉีดเรซินแบบเดิม	18 – 57 %	32 %	34 – 91 %	68 %
2. การฉีดเรซินโดยให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ	23 – 61 %	39 %	69 – 94 %	86 %
3. การฉีดเรซินที่มีการเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม	43 – 73 %	46 %	69 – 95 %	85 %

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนแบบจำลองสถานการณ์จากแบบเดิมแบบที่ 1 เป็นแบบที่ 2 ที่ให้เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพ พบว่าอัตราการใช้พนักงานและเครื่องจักรมากขึ้น และผลจากการปรับเปลี่ยนแบบจำลองสถานการณ์จากแบบที่ 2 เป็นแบบที่ 3 ที่มีการเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม พบว่าอัตราการใช้พนักงานมากขึ้น แต่อัตราการใช้เครื่องจักรยังมีค่าประมาณใกล้เคียงแบบเดิม

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม โดยพนักงานมีการทำงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้นแต่มีผลกระทบน้อยมากต่อการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2. สรุปผลการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

ในกรณีที่มีการเพิ่มเครื่องจักรโดยใช้พนักงานเท่าเดิม จากการจำลองสถานการณ์และการสมมติราคาต้นทุน ราคาเครื่องจักร และราคาขายของชิ้นงานขึ้นมา สามารถหาระยะเวลาคืนทุนได้ ผลคือ จะต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 35 วัน จากระยะเวลาที่ได้ที่สั้นมาก ทำให้สมควรเพิ่มเครื่องจักรเข้ามาในกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้ เป็นการใช้ค่าที่สมมติขึ้น และยังไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าภาษี อัตราดอกเบี้ย และค่าซ่อมบำรุง เป็นต้น ดังนั้นทางบริษัทจึงควรใช้ข้อมูล ราคาต้นทุน ราคาเครื่องจักร และราคาขายของชิ้นงานจริงในการหาระยะเวลาคืนทุน ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยวิธีการเดียวกัน

5.2. ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา

1. ในขณะที่ทำการจับเวลาพนักงานมีสภาพการทำงานที่ไม่เป็นปกติ เนื่องจากพนักงานรู้สึกว่ามีการเข้าไปจับผิดจึงทำให้เกิดสภาพการทำงานที่เร็วเกินไปหรือช้าเกินไป
2. ระยะเวลาในการศึกษาการทำงานและเวลาเป็นช่วงที่อัตราการผลิตค่อนข้างน้อยเนื่องจากเป็นช่วงปลายไตรมาตรจึงทำให้เป็นปัญหาต่อการศึกษาเนื่องจากเครื่องจักรบางเครื่องไม่มีการผลิตหรือมีการผลิตน้อย จึงทำให้ไม่สามารถจับเวลาได้ตามจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม
3. เครื่องจักรมีรอบเวลาในการทำงานค่อนข้างนานทำให้จับเวลาได้จำนวนน้อยครั้ง
4. โรงงานที่ทำการศึกษาอยู่ไกลต้องใช้เวลาในการเดินทางนาน ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลได้บ่อย

5.3. ปัจจัยในการเพิ่มกำลังการผลิตด้วยการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและการลดการว่างงานของพนักงาน

การเพิ่มเครื่องจักรโดยไม่เพิ่มจำนวนพนักงานนั้น มีปัจจัยต่างๆ ที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานควรดำเนินการควบคู่ไปกับการดูแลเอาใจใส่ ให้สวัสดิการต่างๆ แก่พนักงานเพื่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ทั้งสองฝ่ายทั้งด้านฝ่ายบริหารและฝ่ายผลิตเพื่อประโยชน์สูงสุดร่วมกัน
2. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่เสนอในปริญญานิพนธ์นี้ใช้หลักการต่างๆ ตามทฤษฎีได้เป็นเปอร์เซ็นต์การทำงาน แต่การนำไปใช้งานจริงในโรงงานจะต้องให้เหมะสมกับสัดส่วน สรีระ ความยากง่ายของงาน และสภาพแวดล้อมในที่ปฏิบัติงานในสายการผลิต

จากการเข้าไปศึกษาโรงงานพบว่า การปฏิบัติงานของพนักงาน และสภาพแวดล้อมมีลักษณะดังนี้

- พนักงานต้องยืนปฏิบัติงานตลอดเวลา ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน
- เครื่องจักรที่ใช้ในการฉีดเรซินมีเสียงดัง
- พื้นที่ปฏิบัติงานมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากการทำงานของเครื่องจักร
- บรรยากาศในห้องปฏิบัติงานมีการฟุ้งกระจายของผงเรซิน

ลักษณะของการปฏิบัติงานของพนักงานและพื้นที่ปฏิบัติงาน ส่งผลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน ทางบริษัทจึงต้องนำปัจจัยเหล่านี้ไปใช้ประกอบการพิจารณาในการเพิ่มเครื่องจักรและการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4. แนวทางพัฒนาและปรับปรุงในอนาคต

เนื่องจากปัจจุบันและในอนาคตมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจที่เข้ามามีบทบาทมากคือธุรกิจด้านเทคโนโลยีและวิทยาการต่างๆและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการเพิ่มกำลังการผลิตจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างมาก ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงในอนาคตดังนี้

1. พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ให้ครอบคลุมหน่วยงานอื่นๆ ทั้งองค์กร โดยเริ่มตั้งแต่ชิ้นงานเข้ามาในสายการผลิตแรกต่อเนื่องไปจนกระทั่งขั้นตอนสุดท้าย
2. วิเคราะห์วิธีการทำงานของแต่ละงานย่อยแล้วออกแบบวิธีการทำงานที่ง่ายและสะดวก โดยตัดงานย่อยที่ไม่จำเป็นออกหรือรวมงานย่อยบางอย่างที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน
3. การพัฒนาและปรับปรุงการประสานงาน เพื่อให้การดำเนินงานของหน่วยงานภายในองค์กรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] ชญารัฐ ศรีสงคราม และ ธัญญารัตน์ นารถเมธี, 2551 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงคลังสินค้าโดยใช้โปรแกรมอารีน่า กรณีศึกษา โรงงานประกอบรถยนต์. ปริญญานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[2] ตวงทอง คีรีนรมิตร, รัตนา มณีกัญญ์, 2545. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง กรณีศึกษาสายการประกอบเครื่องปรับอากาศ บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[3] บุรินทร์ ทั้งไพศาล, 2544. แบบจำลองสถานการณ์เพื่อการจัดการการกระจายสินค้าในคลัง. วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] ปริญญ์ บุญกนิษฐ, 2545. กระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงาน กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตโซ่จักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] ภาณุ มุทะธากุล, วรภัทร กิตติถาวร, 2550. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลตัวอย่าง. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[6] รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2551. คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม ARENA. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[7] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550. การศึกษางานอุตสาหกรรม Industrial Work Study. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ท้อป.

[8] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2543. การศึกษาการทำงาน Work Study. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[9] วัชรินทร์ สิทธิเจริญ, 2547. การศึกษางาน Work Study. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] วันชัย ริจิรานิช, 2543. การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2542. การจำลองแบบปัญหา Simulation. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[12] อรรถพล ปรีชาชาญชัย, 2544. การปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 04

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	25	30	25	23	24	21	23	27	26	31	25.27	3.91
	24	26	25	22	27	27	28	25	23	30		
	23	22	25	25	23	26	28	23	22	29		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	14	20	12	15	12	12	12	18	17	17	16.50	4.79
	19	17	16	21	20	17	15	15	16	19		
	16	15	14	17	17	18	17	20	19	18		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	30	27	30	32	31	27	32	23	20	28	29.73	4.12
	29	28	25	23	32	33	33	34	30	31		
	34	32	35	35	32	33	27	29	30	27		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	19	16	18	21	22	21	15	18	23	22	19.23	4.93
	23	19	22	19	20	16	15	19	15	16		
	24	23	16	18	16	21	20	17	21	22		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	87	76	69	85	87	75	90	86	80	82	83.10	4.58
	90	90	90	90	95	65	74	65	77	79		
	82	89	101	98	58	58	83	99	90	103		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	28	25	23	24	30	25	21	21	24	26	24.20	4.41
	25	20	17	23	25	22	26	20	16	24		
	25	26	29	23	24	26	27	22	29	30		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	72	83	89	76	57	57	63	65	59	61	68.53	4.96
	70	66	61	58	60	65	58	61	62	85		
	86	69	59	70	85	76	69	70	71	73		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	29	39	36	30	46	41	33	37	38	41	37.03	4.81
	39	30	40	49	30	39	34	35	37	39		
	33	32	41	38	35	40	39	39	37	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	25	29	40	30	34	33	28	28	28	21	27.83	4.97
	30	22	27	27	30	29	31	26	27	24		
	29	28	26	28	22	24	27	27	26	29		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 06

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	7	8	8	5	7	5	6	7	5	8	6.70	4.72
	6	6	7	6	8	5	6	7	6	7		
	7	8	8	7	6	8	6	7	6	8		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	13	16	17	11	12	13	14	11	12	13	12.93	4.89
	15	14	12	16	11	12	10	10	14	11		
	13	14	11	13	15	14	12	12	12	15		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	9	9	8	10	7	8	9	8	9	9	8.70	4.55
	9	7	9	8	10	9	9	8	8	8		
	10	8	9	11	8	7	8	10	11	8		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	62	60	40	43	35	66	60	55	57	59	56.97	3.96
	54	57	55	51	50	65	61	57	58	53		
	56	67	58	65	62	60	63	64	59	57		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน ใบบันทึกการทำงาน	92	78	78	57	73	69	95	84	76	77	74.57	4.40
	70	66	78	66	69	70	65	67	58	76		
	81	75	73	65	68	77	77	90	81	86		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	28	17	30	24	28	21	27	27	26	27	24.27	4.73
	20	21	20	19	23	21	22	26	27	26		
	27	28	25	26	22	25	24	27	24	20		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ ทำงาน	88	68	79	88	78	70	87	72	75	102	77.87	4.82
	106	87	67	87	69	89	76	77	67	73		
	79	69	84	82	81	68	65	62	70	71		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน คอมพิวเตอร์	43	27	40	39	33	33	28	32	31	36	34.77	3.75
	36	38	33	35	36	35	41	32	35	34		
	35	36	35	36	37	33	34	29	36	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	24	18	26	16	18	20	26	16	15	20	20.87	4.74
	26	19	18	20	23	19	19	21	22	24		
	24	23	22	24	18	19	20	21	22	23		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 08

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	18	16	13	11	14	15	18	17	15	18	16.20	4.88
	18	16	17	18	16	15	14	18	19	17		
	16	15	18	15	17	12	17	15	20	18		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	24	28	19	22	22	26	22	22	22	25	23.50	4.38
	23	24	21	19	20	22	21	25	23	26		
	23	25	26	29	26	26	26	28	21	19		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	25	24	19	11	12	21	19	21	22	23	19.93	4.96
	19	18	15	18	21	19	21	20	21	22		
	19	21	21	21	20	19	23	22	21	20		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	45	48	47	44	48	32	35	44	45	44	46.97	3.45
	47	46	51	45	49	50	51	48	43	46		
	44	47	48	47	43	56	55	57	60	44		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน	67	80	73	78	86	66	48	84	57	75	73.33	4.42
ใบบันทึกการทำงาน	78	76	77	77	77	79	81	73	69	80		
	89	78	64	67	68	59	65	71	67	91		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	25	29	18	26	23	18	19	20	21	29	23.50	4.88
	27	20	21	18	24	22	26	22	21	21		
	29	22	31	24	25	23	25	29	25	22		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน	94	92	104	91	111	93	128	97	95	86	97.30	4.67
ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ	78	116	103	79	69	75	91	102	101	97		
ทำงาน	112	113	104	108	112	95	99	98	87	89		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน	29	28	28	27	31	33	38	39	31	36	32.57	4.98
คอมพิวเตอร์	39	30	25	24	37	36	40	30	23	34		
	35	37	36	30	27	34	37	39	29	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	19	22	20	19	23	23	26	24	27	31	24.33	4.88
	18	17	22	21	24	21	24	23	23	23		
	24	22	27	29	30	33	30	31	29	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 09

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	21	22	19	17	18	22	21	23	22	22	22.87	4.32
	25	29	19	18	22	19	20	21	25	24		
	23	24	25	27	26	31	26	24	26	25		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	21	23	31	19	24	28	19	25	23	24	22.60	4.90
	21	19	18	17	18	20	19	22	22	23		
	24	30	21	22	25	25	25	29	21	20		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	15	16	17	17	17	15	18	20	21	19	17.80	4.67
	16	18	14	19	17	16	17	17	18	22		
	17	17	15	18	19	21	20	22	21	15		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	39	34	42	31	31	39	30	30	31	37	34.40	3.45
	30	31	31	33	35	36	39	37	34	34		
	37	35	32	33	32	32	41	32	34	40		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน ใบบันทึกการทำงาน	66	81	107	76	88	89	95	99	87	77	82.50	4.51
	69	65	73	77	70	85	88	87	79	82		
	79	81	89	78	86	85	78	68	98	93		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	32	38	35	37	33	32	32	38	37	33	35.20	4.16
	41	42	29	35	28	45	35	29	39	38		
	36	34	33	41	29	31	31	43	35	35		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ ทำงาน	83	136	93	84	99	123	87	89	129	130	101.60	4.87
	86	89	98	89	108	114	97	97	112	88		
	88	95	97	99	122	105	125	110	81	95		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน คอมพิวเตอร์	38	47	44	35	45	43	35	44	46	49	42.07	4.89
	34	35	43	46	50	44	34	46	37	45		
	55	46	52	33	35	37	45	52	33	34		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	23	24	26	31	24	30	25	23	30	22	24.80	4.62
	23	22	23	25	31	31	27	23	24	21		
	21	19	21	21	29	27	28	26	22	22		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 10

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	16	17	15	13	13	15	15	18	16	15	16.00	4.20
	18	19	11	18	16	12	13	16	17	17		
	15	16	19	18	19	17	15	19	17	15		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	24	28	19	22	22	26	22	22	22	25	23.50	4.38
	23	24	21	19	20	22	21	25	23	26		
	23	25	26	29	26	26	26	28	21	19		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	20	24	19	16	12	21	19	21	22	23	19.83	4.59
	19	18	14	18	21	19	21	20	21	20		
	19	21	21	21	20	19	23	22	21	20		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	33	48	47	44	50	32	35	44	45	44	46.63	3.39
	47	46	51	45	49	50	51	48	43	46		
	44	47	48	47	43	56	55	57	50	54		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	67	70	73	78	86	66	58	84	57	75	73.33	3.67
	78	76	77	77	77	79	81	73	69	80		
	89	68	64	67	68	69	65	71	67	91		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	25	25	21	27	23	20	20	23	22	21	23.50	3.87
	28	25	26	22	24	22	19	22	23	21		
	29	22	26	24	25	23	25	25	25	22		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	84	82	104	91	111	93	113	97	96	86	96.33	3.86
	88	101	108	79	79	75	91	102	91	97		
	117	113	104	108	112	95	99	98	87	89		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	32	33	30	29	31	33	35	35	30	36	32.33	3.55
	35	30	26	26	37	26	32	30	33	34		
	38	37	29	28	31	35	36	39	29	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	24	22	20	24	25	23	26	24	27	26	24.33	3.09
	23	22	22	21	24	26	24	23	23	23		
	24	22	27	29	28	23	25	26	29	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 11

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	7	9	8	9	12	10	9	11	7	9	9.03	4.82
	11	10	8	8	9	10	9	10	9	8		
	9	11	9	8	8	8	8	8	10	9		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	14	13	11	13	15	10	14	13	14	11	12.67	4.37
	12	11	11	13	12	17	12	11	11	14		
	12	13	12	12	12	14	12	13	15	13		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	11	9	13	10	10	11	10	11	13	12	11.30	3.85
	10	12	10	12	11	12	12	11	13	10		
	11	13	10	12	14	10	12	12	11	11		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	46	57	43	39	38	42	50	53	52	45	45.00	4.75
	44	47	48	50	41	34	38	54	43	47		
	43	45	47	39	53	48	41	40	38	45		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	124	130	99	85	93	89	130	128	128	129	105.13	4.96
	91	86	85	93	89	112	126	133	89	95		
	89	112	122	86	83	122	105	121	89	91		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	29	26	38	33	32	35	37	40	32	34	32.93	4.92
	37	32	28	30	34	38	33	27	25	38		
	34	30	31	27	35	31	33	34	34	41		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	91	128	85	90	86	94	107	97	112	130	97.97	4.80
	103	85	90	91	88	88	86	99	96	124		
	87	85	90	120	89	94	98	98	96	112		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	26	24	27	24	23	28	28	33	34	33	27.70	4.71
	23	31	26	23	27	29	23	30	32	31		
	24	22	35	29	25	25	31	24	26	35		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	16	18	15	17	16	18	20	22	21	16	18.03	4.82
	20	13	21	20	17	21	21	16	15	17		
	15	21	18	22	20	15	17	16	21	16		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 13

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	21	25	21	22	26	19	18	22	21	20	20.87	3.98
	22	20	21	22	18	26	21	22	23	25		
	17	21	17	16	20	19	21	18	21	21		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	11	12	13	14	15	11	12	11	13	13	12.10	3.27
	15	11	14	11	13	13	12	11	13	12		
	12	12	11	12	11	11	12	10	10	12		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	15	23	18	18	21	19	22	19	17	18	19.33	3.89
	20	19	19	21	19	16	18	17	18	20		
	22	21	20	21	23	20	18	17	21	20		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	33	28	28	31	26	32	36	30	26	29	28.10	3.80
	25	29	26	28	25	31	25	26	26	29		
	26	24	26	26	28	35	28	26	30	25		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน	82	94	98	81	97	85	82	82	97	85	88.00	2.07
ใบบันทึกการทำงาน	91	92	88	81	88	95	94	88	79	91		
	88	92	81	83	89	88	94	88	83	84		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	29	25	23	24	27	29	25	30	24	22	24.63	3.37
	26	25	21	27	23	25	22	24	24	26		
	21	24	24	22	26	21	24	25	28	23		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน	127	116	91	112	123	110	111	120	98	112	111.73	4.14
ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ	96	95	102	143	140	120	120	110	120	97		
ทำงาน	98	110	102	122	98	94	120	96	122	127		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน	36	24	36	37	38	36	35	31	31	35	32.33	4.04
คอมพิวเตอร์	32	31	31	32	24	34	27	31	31	33		
	35	31	32	37	28	37	33	32	29	31		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	13	15	14	13	15	15	15	17	19	19	15.17	4.17
	18	18	17	13	15	14	14	15	14	14		
	15	15	18	17	14	13	14	14	13	15		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 14

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	21	22	19	22	18	22	21	23	22	22	22.87	2.59
	25	24	19	23	22	19	20	21	25	24		
	23	24	25	27	26	26	26	24	26	25		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	21	23	29	19	24	28	19	25	23	24	22.30	4.08
	21	19	18	17	18	20	19	22	22	23		
	24	25	21	22	25	25	25	27	21	20		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	15	16	17	17	17	15	18	20	21	19	17.80	4.67
	16	18	14	19	17	16	17	17	18	22		
	17	17	15	18	19	21	20	22	21	15		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	39	34	42	31	31	39	30	30	31	37	34.40	3.45
	30	31	31	33	35	36	39	37	34	34		
	37	35	32	33	32	32	41	32	34	40		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน ใบบันทึกการทำงาน	66	81	107	76	88	89	95	99	87	77	82.50	4.51
	69	65	73	77	70	85	88	87	79	82		
	79	81	89	78	86	85	78	68	98	93		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	32	38	35	37	33	32	32	38	37	33	35.20	4.16
	41	42	29	35	28	45	35	29	39	38		
	36	34	33	41	29	31	31	43	35	35		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ ทำงาน	83	126	93	84	99	123	87	89	129	125	101.10	4.62
	86	89	98	89	108	114	97	97	112	88		
	88	95	97	99	122	105	125	110	81	95		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน คอมพิวเตอร์	38	47	44	35	45	43	35	44	46	49	42.07	4.89
	34	35	43	46	50	44	34	46	37	45		
	55	46	52	33	35	37	45	52	33	34		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	23	24	26	31	24	30	25	23	30	22	24.80	4.62
	23	22	23	25	31	31	27	23	24	21		
	21	19	21	21	29	27	28	26	22	22		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 15

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	15	14	15	17	14	16	17	13	12	14	14.20	4.46
	14	13	16	17	11	12	11	13	15	14		
	13	17	15	13	13	14	12	13	16	17		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	15	14	10	14	9	10	12	12	15	12	12.00	4.61
	9	12	14	9	11	13	12	12	13	11		
	10	11	13	12	12	13	12	13	13	12		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	15	14	10	11	12	13	15	13	14	14	12.93	4.59
	16	14	13	12	13	12	11	12	13	15		
	11	16	13	12	11	13	12	14	12	12		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	21	18	20	20	20	25	24	21	28	21	21.53	4.59
	20	22	17	17	22	20	27	21	23	25		
	21	19	21	24	19	22	23	22	21	22		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน	101	65	112	120	106	64	95	69	112	111	90.00	3.95
ใบบันทึกการทำงาน	88	79	98	77	79	94	77	78	80	89		
	97	84	86	95	88	87	95	89	93	92		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	32	23	20	23	20	24	22	20	24	28	23.93	4.96
	29	24	27	19	24	21	26	24	21	22		
	25	24	21	25	24	23	29	24	25	25		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน	61	61	63	61	71	75	60	80	90	94	70.37	4.78
ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ	59	61	90	62	57	92	63	59	72	67		
ทำงาน	73	77	78	80	65	64	65	73	71	67		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน	43	42	32	28	31	38	43	33	45	37	37.83	4.81
คอมพิวเตอร์	37	36	46	40	35	32	38	41	37	35		
	32	32	46	35	39	32	47	38	41	44		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	10	11	10	10	11	12	13	13	8	8	11.10	4.63
	8	11	12	11	11	13	11	12	11	13		
	11	10	11	12	12	11	13	10	13	11		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 16

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	24	20	18	16	20	18	16	15	17	18	17.63	4.71
	16	15	15	14	19	18	16	16	18	16		
	16	17	20	19	19	18	23	19	16	17		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	20	21	24	22	21	24	25	25	20	19	21.47	4.79
	19	18	24	17	21	23	21	21	26	21		
	22	21	23	18	28	17	18	21	21	23		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	18	20	20	21	22	19	21	20	21	21	19.27	4.52
	24	22	24	17	16	20	20	20	17	25		
	17	15	19	13	13	14	17	19	21	22		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	28	24	22	27	24	24	24	26	23	26	26.63	4.75
	23	24	29	26	19	28	31	28	30	25		
	33	29	30	29	34	32	31	27	23	20		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	97	88	77	93	79	65	69	87	92	68	82.87	3.63
	82	73	92	80	76	69	83	81	81	80		
	85	80	91	89	89	91	83	84	101	81		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	23	27	25	21	24	23	19	21	21	21	23.67	4.51
	26	19	25	23	26	23	24	21	24	22		
	20	19	27	25	22	27	29	29	23	31		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	85	65	75	80	90	61	83	62	65	62	71.27	4.94
	69	66	87	76	63	61	60	91	65	66		
	62	79	62	68	67	65	91	63	64	85		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	38	38	26	26	28	30	39	30	33	23	34.97	4.64
	33	30	39	43	39	43	39	33	34	31		
	34	35	41	46	36	34	36	41	35	36		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	24	18	22	22	18	17	19	19	21	19	21.57	4.40
	28	25	25	18	21	18	28	23	21	19		
	25	23	18	24	19	25	23	18	22	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 18

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	12	14	12	11	16	12	12	16	17	15	12.63	4.07
	11	13	14	13	13	13	12	12	14	13		
	11	11	14	11	10	11	11	12	11	12		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	24	22	23	24	24	23	22	26	27	26	24.20	3.27
	21	21	22	22	27	26	26	25	24	26		
	23	25	26	31	23	25	25	23	22	22		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	8	14	10	11	14	15	14	13	13	10	11.93	4.97
	10	11	14	11	15	15	14	13	13	10		
	12	11	12	12	11	9	11	11	10	11		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	17	25	26	19	24	29	21	18	17	24	22.10	4.29
	23	18	22	21	21	25	26	26	25	23		
	22	21	21	22	21	23	19	21	21	22		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน ใบบันทึกการทำงาน	94	100	85	85	82	87	88	89	89	89	89.17	2.75
	98	89	90	87	86	83	84	78	102	101		
	99	87	88	84	89	83	82	88	102	87		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	19	27	32	20	21	25	29	22	32	30	25.47	3.88
	21	26	23	26	25	25	26	26	26	27		
	23	24	27	27	28	29	25	25	24	24		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ ทำงาน	96	93	93	87	137	139	102	85	139	130	114.30	4.91
	143	132	134	132	111	132	122	133	111	99		
	112	110	99	98	90	104	134	110	97	125		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน คอมพิวเตอร์	40	42	40	34	35	33	32	36	30	32	37.17	4.68
	50	36	31	39	33	37	37	46	34	36		
	33	36	36	36	37	38	39	46	45	36		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	21	21	23	23	24	29	19	19	21	20	21.90	3.79
	23	20	24	22	21	21	23	23	21	21		
	25	24	21	22	22	18	23	22	19	22		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 19

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	13	9	10	9	11	15	16	14	17	16	13.47	4.99
	13	13	14	17	17	16	16	14	14	15		
	14	12	11	11	11	13	13	12	12	16		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	15	15	16	17	16	16	15	10	11	10	14.80	4.81
	11	15	14	15	13	17	16	14	15	17		
	16	14	17	15	18	16	15	15	17	13		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	13	8	12	15	15	12	10	14	13	14	12.43	4.77
	15	16	15	12	14	12	13	12	11	12		
	13	10	12	12	11	12	12	11	10	12		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	16	28	29	31	19	32	25	21	28	29	24.30	4.88
	23	20	25	29	24	22	25	24	23	22		
	22	25	23	24	24	26	21	22	23	24		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	38	80	93	98	92	55	63	83	95	77	85.40	4.86
	82	97	97	97	101	107	84	91	87	85		
	79	89	88	78	79	86	98	85	87	91		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	25	26	17	18	25	22	17	20	26	18	21.93	4.51
	18	22	20	24	25	27	20	26	20	23		
	19	25	20	22	21	26	19	21	24	22		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	71	66	70	56	71	71	52	54	50	54	59.53	4.05
	56	60	69	62	68	57	54	54	48	55		
	54	63	53	64	65	67	64	53	57	48		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	35	30	27	29	32	30	33	30	27	32	34.07	4.29
	28	30	31	38	40	47	41	39	32	36		
	40	36	41	31	32	39	33	34	33	36		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	21	19	18	19	15	23	20	17	15	17	18.73	4.22
	20	21	22	17	17	17	16	17	16	23		
	17	17	17	22	22	21	18	21	19	18		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 20

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	11	15	12	12	13	15	15	17	16	12	13.50	4.98
	15	12	14	14	13	13	13	16	12	11		
	11	12	11	13	15	15	12	17	16	12		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	30	26	29	22	20	34	32	30	26	25	27.43	4.32
	26	29	28	27	28	25	24	29	26	27		
	28	29	31	32	27	32	21	29	24	27		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	18	12	12	13	14	19	21	13	13	21	15.23	4.93
	15	16	17	17	16	16	17	15	22	20		
	14	12	12	13	15	12	13	14	12	13		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	24	20	26	23	23	27	23	25	24	24	24.53	4.67
	25	27	25	26	21	20	20	28	32	23		
	27	25	22	28	25	28	27	24	26	18		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	99	109	126	73	73	69	73	72	69	73	86.40	4.62
	81	103	102	79	80	82	101	87	83	110		
	87	88	78	84	88	78	79	91	87	88		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	22	21	17	18	20	20	18	19	16	23	22.37	4.24
	21	24	24	21	24	28	25	21	27	20		
	20	27	21	29	24	23	26	27	24	21		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	79	54	56	70	79	81	55	59	80	56	64.77	4.95
	61	57	55	61	81	63	66	59	55	55		
	52	65	69	77	54	80	55	68	76	65		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	40	46	42	41	41	42	45	41	57	37	42.90	4.42
	43	40	45	37	48	44	45	44	44	42		
	44	47	38	38	48	40	45	34	51	38		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	21	21	15	20	22	21	16	16	20	21	20.90	4.54
	23	25	23	26	19	23	21	19	18	23		
	23	21	22	19	21	23	16	21	23	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 21

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	15	14	17	14	17	16	14	14	13	14	14.40	4.39
	13	17	18	14	14	13	14	12	12	18		
	11	12	14	12	15	15	12	16	17	15		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	18	26	27	20	19	24	27	24	18	17	22.23	4.27
	25	22	20	23	19	27	22	21	27	22		
	21	18	18	20	23	24	23	24	24	24		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	13	21	20	15	17	15	17	18	23	17	17.40	4.32
	17	16	16	17	18	17	18	18	16	17		
	15	17	21	22	19	15	15	19	16	17		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	19	23	19	20	24	28	24	22	25	26	23.20	4.43
	24	27	22	21	21	19	20	26	26	25		
	24	23	21	20	29	23	23	26	21	25		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน	82	94	95	75	77	60	60	83	73	71	77.80	4.17
ใบบันทึกการทำงาน	86	84	78	75	76	77	76	69	98	73		
	67	77	82	83	76	73	78	85	75	76		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	28	28	24	27	24	20	28	31	28	24	27.63	3.72
	33	33	31	27	28	32	31	32	34	27		
	23	29	24	26	28	23	25	27	31	23		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน	64	55	56	50	47	52	68	72	45	75	59.27	4.94
ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ	73	54	67	61	75	57	52	52	53	52		
ทำงาน	62	69	61	53	72	56	62	57	55	51		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน	35	33	33	29	36	42	47	46	44	42	38.97	4.87
คอมพิวเตอร์	39	39	35	41	48	31	31	45	43	44		
	35	45	41	32	32	44	44	37	34	42		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	13	24	20	15	16	15	16	14	16	24	17.20	3.91
	17	16	19	15	19	18	19	19	15	17		
	18	16	18	16	16	18	16	17	17	17		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 22

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	12	14	11	15	13	12	14	15	15	14	12.17	4.55
	11	9	10	10	10	12	11	10	13	14		
	12	12	11	9	10	14	13	13	12	14		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	26	20	20	24	29	29	24	25	22	22	23.53	4.87
	24	24	22	21	31	28	27	21	27	23		
	18	22	20	22	26	17	18	27	21	26		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	10	12	12	13	11	15	13	15	15	14	11.87	4.67
	11	12	12	10	10	11	12	11	15	14		
	11	10	11	12	9	10	11	11	13	10		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	29	26	21	21	20	24	33	23	20	22	25.57	4.95
	23	31	30	29	26	25	27	26	26	25		
	24	22	27	27	33	22	26	27	25	27		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	94	98	94	70	70	73	82	78	76	72	83.60	4.35
	72	103	95	96	85	88	79	77	93	88		
	87	83	82	79	77	91	99	78	66	83		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	17	17	21	20	16	21	21	25	25	20	20.13	3.93
	19	21	22	19	19	18	16	21	20	22		
	21	22	21	21	19	19	23	19	18	21		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	47	44	49	49	47	61	52	48	48	67	53.60	4.72
	53	69	62	45	50	72	63	47	45	58		
	55	56	51	45	59	59	56	48	52	51		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	38	42	44	47	51	45	41	39	39	52	47.03	4.54
	43	57	62	41	61	45	61	46	44	38		
	51	48	48	47	55	43	44	39	49	51		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	6	4	6	7	5	6	5	6	6	6	5.27	4.51
	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5		
	4	6	4	5	5	4	6	5	5	5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 23

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	16	13	14	14	14	13	14	13	13	14	13.30	3.27
	14	13	13	12	15	13	15	12	13	12		
	11	13	12	12	12	13	16	13	12	15		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	16	17	17	17	17	19	21	18	18	17	17.70	3.13
	18	17	15	16	17	17	18	19	19	17		
	18	18	17	16	18	19	21	18	18	18		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	17	17	15	15	14	16	14	16	17	15	15.40	3.85
	16	16	15	17	17	17	14	15	12	18		
	18	17	18	16	14	15	13	12	14	12		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	20	25	22	17	17	17	17	25	20	23	20.50	3.67
	20	22	20	20	19	18	20	20	18	23		
	23	22	22	21	20	23	22	23	19	17		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	69	88	85	77	81	82	77	100	70	76	78.67	3.72
	86	76	65	76	74	79	86	67	87	83		
	77	78	78	79	67	87	88	78	67	77		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	32	31	31	35	24	26	37	34	35	32	32.40	4.03
	32	31	24	30	31	38	30	33	37	34		
	32	35	33	32	34	37	31	33	33	35		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	62	81	73	69	69	66	67	71	77	57	69.93	3.96
	54	70	61	75	65	75	72	70	68	76		
	55	74	68	79	66	73	79	79	77	70		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	53	38	49	48	53	46	46	45	50	45	47.40	4.09
	55	45	56	51	45	39	42	49	51	49		
	36	45	45	46	46	52	49	51	53	44		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	18	15	14	15	18	13	15	13	17	12	15.17	4.43
	14	17	16	15	14	13	12	16	14	15		
	16	17	18	12	15	16	16	16	16	17		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 24

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	19	18	18	20	17	15	21	16	17	16	18.30	4.11
	22	18	17	21	21	16	16	18	16	17		
	21	22	20	17	22	20	16	17	20	15		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	14	15	13	15	12	12	12	13	14	17	14.60	4.06
	14	14	14	15	15	14	14	17	18	17		
	15	12	12	13	13	17	17	15	18	17		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	25	21	20	25	21	22	21	27	22	27	22.73	3.65
	22	23	22	23	24	21	19	26	24	20		
	20	21	22	27	27	21	21	24	21	23		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	19	21	25	25	21	22	25	21	19	22	21.93	3.43
	20	24	18	19	20	21	23	23	20	27		
	21	22	25	24	22	21	21	23	21	23		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	110	104	121	122	86	116	118	94	123	96	104.67	3.59
	107	106	80	108	83	104	100	98	98	79		
	108	112	99	124	112	114	101	95	110	112		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	24	24	17	20	18	23	22	17	17	20	19.73	4.21
	24	20	18	17	19	19	20	18	20	21		
	18	17	21	22	24	19	19	19	17	18		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	79	67	83	73	76	69	63	61	75	66	74.37	3.83
	68	66	76	86	70	79	72	95	75	76		
	69	70	85	88	68	77	78	79	75	67		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	43	37	35	36	44	34	35	39	32	36	37.30	3.39
	46	34	36	38	35	33	37	41	44	36		
	34	34	36	35	37	34	38	41	38	41		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	21	20	20	22	25	21	19	21	21	22	20.60	4.42
	19	19	21	16	20	24	21	16	19	20		
	20	20	20	22	21	23	27	20	20	18		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 25

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	9	10	11	9	10	10	10	10	9	9	9.73	3.66
	10	8	9	12	11	9	11	9	9	10		
	11	10	8	10	10	9	11	10	9	9		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	14	12	14	20	20	15	15	19	20	13	16.67	3.80
	20	16	15	15	16	15	17	17	15	18		
	17	19	16	17	16	18	16	19	18	18		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	10	10	11	9	9	10	9	8	8	8	9.30	3.83
	9	9	8	11	10	11	11	8	11	11		
	7	9	9	8	9	9	10	9	9	9		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร 10,17	19	18	19	19	25	25	23	24	25	20	20.97	3.96
	20	18	25	20	21	20	18	19	17	24		
	20	20	22	19	23	20	19	19	25	23		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	107	98	107	84	72	94	84	84	96	84	89.13	4.26
	96	97	82	84	101	101	101	87	91	73		
	84	75	94	108	85	87	75	85	76	82		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	21	24	20	24	22	28	24	25	20	23	23.97	3.63
	23	28	21	22	23	23	22	24	24	20		
	23	25	24	24	25	27	27	28	26	29		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	72	77	75	89	74	63	56	54	84	73	70.20	3.94
	82	79	79	79	72	78	70	73	84	72		
	53	58	71	50	68	61	61	59	71	69		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	34	33	39	33	34	40	33	35	36	43	34.97	3.28
	31	37	38	36	32	35	32	30	35	37		
	30	31	31	31	36	35	38	41	34	39		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	23	21	19	21	21	25	23	20	22	21	21.93	3.43
	19	18	20	25	22	22	19	21	19	19		
	25	27	25	21	25	22	23	22	22	26		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 26

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	21	25	21	22	26	19	18	22	21	20	20.87	3.98
	22	20	21	22	18	26	21	22	23	25		
	17	21	17	16	20	19	21	18	21	21		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	11	12	13	14	15	11	12	11	13	13	12.10	3.27
	15	11	14	11	13	13	12	11	13	12		
	12	12	11	12	11	11	12	10	10	12		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	15	23	18	18	21	19	22	19	17	18	19.33	3.89
	20	19	19	21	19	16	18	17	18	20		
	22	21	20	21	23	20	18	17	21	20		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	33	28	28	31	26	32	36	30	26	29	28.10	3.80
	25	29	26	28	25	31	25	26	26	29		
	26	24	26	26	28	35	28	26	30	25		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงใน	82	94	98	81	97	85	82	82	97	85	88.00	2.07
ใบบันทึกการทำงาน	91	92	88	81	88	95	94	88	79	91		
	88	92	81	83	89	88	94	88	83	84		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	29	25	23	24	27	29	25	30	24	22	24.63	3.37
	26	25	21	27	23	25	22	24	24	26		
	21	24	24	22	26	21	24	25	28	23		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางาน	127	116	91	112	123	110	111	120	98	112	111.73	4.14
ออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการ	96	95	102	143	140	120	120	110	120	97		
ทำงาน	98	110	102	122	98	94	120	96	122	127		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงใน	36	24	36	37	38	36	35	31	31	35	32.33	4.04
คอมพิวเตอร์	32	31	31	32	24	34	27	31	31	33		
	35	31	32	37	28	37	33	32	29	31		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	13	15	14	13	15	15	15	17	19	19	15.17	4.17
	18	18	17	13	15	14	14	15	14	14		
	15	15	18	17	14	13	14	14	13	15		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 28

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	6	5	5	5	7	6	5	6	6	7	5.90	4.02
	5	6	6	6	7	7	5	5	6	6		
	5	5	6	5	6	7	7	5	7	7		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	24	20	23	17	17	20	24	19	22	19	19.57	3.23
	21	18	18	21	18	18	21	21	22	21		
	17	17	18	19	17	19	18	19	22	17		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	9	8	8	8	9	10	11	10	8	10	9.43	4.19
	10	11	9	12	11	11	9	8	9	8		
	9	11	11	9	11	9	8	8	9	9		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	26	26	30	28	25	20	20	30	28	23	25.53	3.87
	30	26	27	26	22	22	23	30	24	28		
	21	24	25	25	25	27	24	26	28	27		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	79	92	59	85	98	89	63	73	98	76	86.60	3.65
	80	72	91	81	90	90	91	90	96	91		
	93	93	90	93	103	88	87	86	94	87		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	22	20	20	23	21	22	24	30	22	20	22.33	3.54
	21	23	24	22	20	19	22	22	21	24		
	23	22	22	23	24	21	23	21	26	23		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	67	71	69	90	94	82	74	85	72	84	84.50	3.65
	98	98	74	86	104	111	92	90	68	79		
	85	85	86	85	87	84	84	87	85	79		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	48	41	43	46	40	43	45	41	40	46	43.77	2.53
	40	40	47	41	45	43	40	40	41	44		
	52	45	44	39	47	48	46	46	47	45		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	11	17	15	16	14	15	14	15	16	16	14.83	3.73
	12	13	13	12	17	13	17	14	17	16		
	16	16	17	14	14	16	14	14	16	15		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 29

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	8	9	9	8	10	9	8	7	9	9	8.63	4.12
	10	9	10	9	7	10	7	7	7	10		
	9	10	8	8	9	9	8	9	10	7		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	15	17	20	14	17	24	21	20	16	19	18.80	4.00
	17	20	19	20	21	18	19	20	20	20		
	20	21	17	18	18	16	19	19	18	21		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	9	6	8	9	7	9	8	7	9	7	7.77	4.58
	7	9	8	9	9	8	6	6	9	9		
	9	7	8	7	8	8	7	7	6	7		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	20	26	24	24	24	24	24	27	27	25	24.73	3.68
	24	21	25	22	28	27	27	28	24	24		
	25	25	24	27	27	24	22	29	24	20		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	74	75	89	79	63	73	78	76	80	87	76.27	3.27
	86	86	79	74	82	74	72	82	70	83		
	81	76	75	75	70	68	60	74	70	77		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	22	22	22	25	28	24	24	27	24	27	23.70	3.67
	20	27	20	21	22	23	23	25	21	25		
	28	19	22	22	24	26	25	25	24	24		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	58	53	51	52	61	58	46	47	56	59	56.47	3.71
	66	63	49	54	65	59	58	57	59	50		
	67	56	46	59	55	64	55	56	54	61		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	48	46	47	45	41	35	43	40	40	43	40.67	3.99
	38	40	49	41	33	33	42	36	42	41		
	41	45	34	42	33	43	45	38	43	33		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	19	15	17	18	15	15	17	15	18	16	16.63	3.33
	16	14	15	14	18	15	17	17	19	20		
	18	17	18	17	15	16	16	17	16	19		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 30

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	8	9	9	11	7	9	8	9	8	8	8.43	4.69
	7	8	8	9	9	8	10	9	8	9		
	7	7	7	9	9	9	8	8	10	8		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	12	15	16	13	14	16	15	15	14	13	14.07	3.65
	17	11	12	14	15	15	17	12	12	13		
	15	14	14	12	15	14	15	15	13	14		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	19	21	18	26	20	26	20	24	24	22	21.87	3.80
	21	25	23	21	22	22	19	17	19	23		
	25	21	26	21	21	21	25	21	21	22		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	20	15	20	17	18	19	19	19	19	19	18.70	4.02
	20	22	23	20	20	19	18	15	17	21		
	19	18	15	17	20	20	20	21	15	16		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	87	89	85	95	87	80	87	90	95	80	83.53	2.84
	87	87	80	71	71	71	87	88	67	75		
	67	87	90	91	87	88	90	90	78	79		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	20	20	20	22	17	16	19	18	17	21	19.17	4.33
	21	21	23	15	18	16	17	19	17	16		
	20	22	16	23	19	20	22	17	22	21		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	85	93	88	97	98	72	66	99	70	99	86.73	3.60
	99	74	81	88	87	85	88	89	97	86		
	79	77	81	80	89	92	85	91	89	98		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	22	22	31	31	35	31	35	31	33	35	29.40	4.30
	25	25	32	30	30	31	31	29	31	30		
	25	26	27	26	26	26	37	31	29	29		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	30	33	29	34	31	30	26	23	22	21	27.27	4.06
	29	27	31	25	25	25	27	27	30	30		
	25	32	25	33	25	25	24	25	25	24		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD – 31

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	10	8	8	8	11	10	10	11	11	10	9.87	4.01
	10	10	11	9	9	10	9	11	9	9		
	10	10	11	12	10	11	10	7	11	10		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	10	10	8	8	9	10	9	10	11	10	9.33	4.66
	9	8	9	10	9	9	8	7	11	10		
	11	10	10	9	8	7	9	10	10	11		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	10	11	9	11	12	13	9	10	9	12	11.37	4.17
	10	14	11	11	11	10	14	14	11	13		
	11	12	13	13	13	13	11	10	9	11		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	23	21	21	21	22	18	22	23	20	23	21.27	3.35
	20	22	19	19	17	20	22	19	19	25		
	25	25	22	21	22	20	22	21	22	22		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	88	95	69	54	90	90	91	90	89	88	83.30	4.84
	96	97	79	77	67	66	69	77	76	96		
	89	97	97	88	98	79	68	88	75	76		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	12	15	15	16	16	16	14	14	15	13	14.57	3.80
	13	14	14	15	15	15	16	16	17	16		
	17	12	12	16	13	14	11	17	14	14		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	50	65	61	91	69	67	69	71	75	69	66.87	3.84
	57	67	66	66	69	68	66	69	68	67		
	59	57	69	69	68	68	64	66	68	68		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	54	62	79	40	40	43	49	52	51	49	52.03	4.94
	52	58	46	59	58	58	61	44	41	48		
	52	52	53	51	53	54	52	53	49	48		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	7	5	7	7	8	7	7	7	6	7	6.67	4.75
	6	6	7	5	6	7	5	6	6	8		
	7	6	6	6	7	7	8	8	8	7		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD–32

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	30	25	30	31	29	23	29	24	26	27	28.47	3.06
	29	31	27	27	32	32	25	28	27	29		
	30	31	31	32	25	31	25	31	32	25		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	18	26	21	25	19	20	21	18	24	27	21.53	3.12
	22	21	26	25	21	21	22	21	21	27		
	19	20	19	19	20	21	20	21	20	21		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	23	29	29	32	24	29	26	20	25	23	25.50	3.88
	24	24	24	26	26	21	23	26	25	25		
	27	29	31	24	24	31	24	23	23	25		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	24	26	30	20	30	23	31	30	25	30	26.63	4.75
	26	20	22	25	25	28	31	30	25	26		
	22	32	25	29	31	26	27	31	26	23		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	86	77	95	94	92	83	94	71	98	83	87.27	3.44
	100	93	79	80	78	93	89	100	72	95		
	87	100	94	84	80	90	80	79	84	88		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	20	16	20	15	17	16	20	14	17	20	17.83	4.21
	17	17	17	15	17	20	18	20	17	15		
	18	16	15	15	16	21	20	21	23	22		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	30	22	26	29	25	24	26	26	32	28	27.57	3.44
	27	27	28	30	24	27	25	26	26	27		
	31	32	28	25	26	31	33	33	26	27		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	39	38	41	47	43	46	36	47	40	49	44.03	4.40
	48	40	48	39	53	56	55	47	43	49		
	47	47	31	48	39	41	50	38	38	38		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	28	30	28	28	27	26	25	31	33	33	27.20	3.78
	31	26	23	23	26	32	29	26	30	27		
	27	23	25	23	32	27	23	23	24	27		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD–33

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	33	29	24	25	24	29	24	27	26	29	27.87	3.55
	27	27	30	27	28	27	26	29	25	30		
	28	28	24	28	28	35	26	30	33	30		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	16	14	15	13	13	15	15	15	14	15	14.27	3.60
	17	13	14	15	15	12	15	13	13	14		
	16	16	13	13	16	13	12	12	14	17		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	33	32	28	41	22	42	30	32	32	29	32.97	4.92
	31	31	32	32	38	36	32	30	37	36		
	36	32	25	32	33	36	31	33	37	38		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	20	19	20	25	22	26	25	22	25	25	21.83	4.17
	27	18	19	21	19	20	20	20	19	22		
	23	21	24	19	20	20	22	26	25	21		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	86	84	84	93	77	95	89	92	105	108	95.67	3.64
	80	81	106	106	109	100	104	104	96	96		
	108	106	104	94	98	109	101	86	81	88		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	22	20	22	21	22	19	20	16	20	19	18.30	4.11
	20	21	14	20	15	19	15	17	16	20		
	15	15	16	17	15	21	21	19	15	17		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	55	61	65	66	62	65	60	65	49	40	50.87	4.43
	40	52	49	42	42	51	46	49	43	40		
	41	47	40	44	51	55	45	49	53	59		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	28	39	33	45	31	32	34	36	44	40	36.23	4.47
	42	37	39	29	34	39	32	41	36	31		
	30	35	41	37	36	39	41	31	36	39		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	30	22	29	28	28	26	30	24	24	23	25.27	3.91
	30	25	24	27	27	20	27	24	28	23		
	22	21	28	25	21	25	23	24	25	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการฉีดเรซินของเครื่องจักร MD–34

งานย่อย	เวลา (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	%ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 เข็นรถเข็นไปที่ช่องส่งงาน (passbox)	14	14	15	18	12	15	16	17	17	15	14.87	3.99
	14	14	11	16	12	13	18	16	17	17		
	16	14	14	15	14	16	14	14	14	14		
2 หยิบงานใส่รถเข็น	31	27	29	25	30	24	30	30	27	25	27.33	3.62
	23	24	26	24	24	30	23	26	32	28		
	30	26	31	25	33	27	29	26	24	31		
3 เข็นรถเข็นกลับไปที่เครื่องจักร	17	19	18	22	16	21	21	19	21	21	18.87	3.77
	18	22	18	18	16	20	22	16	22	20		
	16	17	19	19	18	22	17	17	18	16		
4 ตรวจงานและหยิบงานใส่เข้าเครื่องจักร	21	19	20	24	20	22	24	27	27	24	23.70	4.17
	24	24	24	24	27	26	28	19	23	28		
	27	21	26	28	20	23	21	25	24	21		
5 จดบันทึกการใส่งานเข้าเครื่องลงในใบบันทึกการทำงาน	81	68	68	92	91	69	93	93	96	93	83.23	3.47
	87	95	83	82	94	62	82	66	96	72		
	86	84	88	81	79	77	88	85	84	82		
6 หยิบงานออกจากเครื่องจักร	28	20	21	25	25	24	25	20	23	19	22.90	3.80
	19	20	20	24	26	24	24	23	22	22		
	23	27	21	26	26	24	22	21	22	21		
7 ตรวจนับงานและจดบันทึกการเอางานออกจากเครื่องจักรลงในใบบันทึกการทำงาน	72	81	86	87	80	89	67	85	72	86	77.37	3.27
	80	65	64	63	85	84	79	76	73	75		
	77	81	72	69	77	78	77	69	83	89		
8 นำข้อมูลการทำงานไปบันทึกลงในคอมพิวเตอร์	48	35	43	40	44	38	45	36	38	38	41.60	2.85
	42	41	38	38	42	43	41	38	45	41		
	43	45	41	45	42	47	42	46	37	46		
9 นำงานไปวางที่ชั้นวางงาน	25	23	25	21	20	22	21	25	23	27	23.20	3.24
	22	25	27	21	25	21	25	22	21	27		
	26	25	22	20	22	22	24	23	23	21		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้