สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง กรณีศึกษาสายการประกอบเครื่องปรับอากาศ บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด

Simulation Method for Productivity Improvement : A Case Study in an Air Conditioner Assembly Line (P P J Engineering Co.,Ltd)

นางสาวตวงทอง คีรีเนรมิตร
Miss Tuangtong Keereenaramit
นางสาวรัตนา มณีกัญญ์
Miss Ratana Maneekan

T049851

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49851
วัน,เดือน,ปี 2 ธ.ค. 2547
b.....
ส.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง กรณีศึกษาสายการประกอบเครื่องปรับอากาศ บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด Simulation Method for Productivity Improvement : A Case Study in an Air Conditioner Assembly Line (P P J Engineering Co.,Ltd)
นักศึกษา	นางสาวตวงทอง คีรีเนรมิตร
รหัสประจำตัว	42010515
นักศึกษา	นางสาวรัตนา มณีกัญญ์
รหัสประจำตัว	42010605
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	

(ผศ.ดร.สรรพสิทธ์ ลิ่มนรรัตน์)

(ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง กรณีศึกษาสายการประกอบเครื่องปรับอากาศ บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด
นักศึกษา	นางสาวตวงทอง คีรีเนรมิตร นางสาวรัตนา มณีกัญญ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.สรรพสิทธ์ ลิ่มนรรัตน์ ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและวิเคราะห์สภาพการทำงาน รวมทั้งศึกษาปัญหาการทำงานในสายการประกอบเครื่องปรับอากาศเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต อุตสาหกรรมการประกอบเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยเป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ เพราะมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศแถบร้อนชื้นอย่างประเทศไทย เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ความต้องการในตลาดสูงทั้งตลาดภายในและภายนอกประเทศประกอบกับโรงงานประกอบเครื่องปรับอากาศหลายโรงงานยังมีประสิทธิภาพในการผลิตที่ต่ำ ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเลือกสายการประกอบเครื่องปรับอากาศ (บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด) เป็นกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นที่สายการประกอบเครื่องทำความเย็น (Fancoil) และเครื่องระบายความร้อน (Condensing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำและสามารถสู้กับคู่แข่งขันทั้งในและต่างประเทศ โดยได้ประยุกต์ใช้วิชาการด้านวิศวกรรมอุตสาหการ ได้แก่ การศึกษาการทำงาน การศึกษาเวลา การสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการจัดสมดุลสายการผลิต

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน การศึกษาเวลาการทำงานโดยการใช้นาฬิกาจับเวลา และสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีน่า (Arena) เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตต่ำ ซึ่งพบว่ามีปัจจัยหลักดังนี้ การขาดสมดุลของสายการผลิต ขาดการวางผังสายการผลิต ดังนั้นจึงได้ทำการจัดสมดุลของสายการผลิตใหม่ ปรับปรุงพื้นที่การทำงานและออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสะดวกในการปฏิบัติงานและรอบเวลา (Cycle Time) ที่ใช้ในการทำงานลดลง จากการดำเนินงานด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องทำความเย็น 64.88% และเครื่องระบายความร้อน 29.46%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Thesis	Simulation Method for Productivity Improvement : A Case Study in an Air Conditioner Assembly Line (P P J Engineering Co.,Ltd)
Student	Miss Tuangtong Keereenaramit Miss Ratana Maneekan
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2002
Advisor	Asst. Prof. Dr.Sunpasit Limnararnt Dr.Sittiporn Pimsakul

ABSTRACT

The purpose of this research is to study and analyze working conditions and existing problems in an air conditioner assembly line which aims to provide a productivity improvement plan. In Thailand, the air conditioner assembly industry is one of the most important industries and plays a major role in the country economy. As a result, this industry has expanded continuously in the tropics country, including Thailand. An air conditioner is an appliance which has a high demand both in internal and external markets. Moreover, several air conditioner assembly factories have a low efficiency. Therefore, two air conditioner assembly lines in P P J Engineering Co.,Ltd (Fancoil and Condensing assembly lines) are chosen as the case study presented in this research. It is aimed to improve productivity, reduce manufacturing costs, and be competitive in the market. Researchers adopt Industrial Engineering knowledge, including Work Study, Motion Study, Simulation (Arena Program), and Assembly Line Balancing.

First, researchers study working conditions and manufacturing time by using stopwatches. Then, they collect data to build a simulation model using Arena program and determine the causes of inefficient assembly processes. It is obvious from the study that the main factors in air conditioner assemblying are poor line balancing and inefficient plant layout. Therefore, assembly line rebalancing, workstation rearrangement, and equipment redesign are performed. These activities lead to decreased manufacturing cycle time. After implementing the proposed solution, the cycle time in fancoil assembly line is reduced by 64.88% and the cycle time in condensing assembly line is decreased by 29.46%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช ที่เคารพและนับถือ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ และ ดร.สิทธิพร พิมพ์-สกุล ที่ได้ช่วยแนะนำและให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล ที่ได้ช่วยแนะนำและให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด ตลอดจนพนักงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บูรพคณาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิประสาทวิชา และให้ความช่วยเหลือในทุกด้านแก่ผู้วิจัย

นางสาวตวงทอง ดีรีเนรมิตร

นางสาวรัตนา มณีกัญญ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 ประวัติโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา 1

1.3 วัตถุประสงค์ 7

1.4 ขอบเขตการศึกษา 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน 8

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาเวลา 10

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต 13

2.4 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 15

2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาระบบการประกอบและสมดุลของสายการผลิต 22

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน 26

3.2 รายละเอียดการทำงาน 26

3.3 การศึกษาการทำงาน 27

3.4 การศึกษาเวลา 28

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาของสายการผลิต 32

3.6 การจัดสมดุลของสายการผลิต 32

3.7 การปรับปรุงพื้นที่การทำงานและการออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน 34

3.8 การจำลองสถานการณ์ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลจากการสำรวจสภาพปัจจุบันของโรงงาน 43
4.2 ผลจากการจัดสมดุลสายการผลิต 44
4.3 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน 46
4.4 ผลการสร้างแบบจำลอง 47

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 50
5.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน 51
5.3 แนวทางพัฒนาและปรับปรุงในอนาคต 51

บรรณานุกรม 52
ภาคผนวก ก ผ.ก.1
ภาคผนวก ข ผ.ข.1
ภาคผนวก ค ผ.ค.1
ภาคผนวก ง ผ.ง.1
ภาคผนวก จ ผ.จ.1
ภาคผนวก ฉ ผ.ฉ.1
ภาคผนวก ช ผ.ช.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 จำนวนตัวอย่างที่ต้องการสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95%และให้โอกาสผิดพลาด ±5%..... 12
ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน..... 26
ตารางที่ 3.2 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อที่ได้จากการประเมินในการทำงาน..... 30
ตารางที่ 3.3 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX.... 32
ตารางที่ 3.4 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX..... 34
ตารางที่ 4.1 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX..... 43
ตารางที่ 4.2 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR... 44
ตารางที่ 4.3 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX..... 45
ตารางที่ 4.4 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR..... 45
ตารางที่ 4.5 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX..... 46
ตารางที่ 4.6 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR.... 47
ตารางที่ 4.7 รายจ่ายทั้งหมดที่ต้องใช้ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน..... 48
ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบรายจ่ายที่ต้องใช้กับรายรับที่เพิ่มขึ้น..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 การเจาะแผ่นเหล็ก 2
รูปที่ 1.2 การพับเหล็กแผ่น 2
รูปที่ 1.3 การเชื่อมต่อชิ้นงานด้วยการเชื่อมจุด 2
รูปที่ 1.4 การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนพ่นสี 3
รูปที่ 1.5 การพ่นสีชิ้นงาน 3
รูปที่ 1.6 การติดโพลีเอททิลีน 4
รูปที่ 1.7 การประกอบชุดมอเตอร์ 4
รูปที่ 1.8 การประกอบแผงควบคุม 5
รูปที่ 1.9 การดัดท่อน้ำยา 5
รูปที่ 1.10 เครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX 6
รูปที่ 1.11 เครื่องระบายความร้อน รุ่น AR 6
รูปที่ 1.12 กระบวนการผลิตเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX 6
รูปที่ 1.13 กระบวนการผลิตเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR 7
รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษาเวลา 10
รูปที่ 2.2 โอกาสเกิดเหตุการณ์ต่อไปจากพารามิเตอร์และอินพุทที่เป็นแบบแน่นอน 16
รูปที่ 2.3 โอกาสเกิดเหตุการณ์ต่อไปจากพารามิเตอร์และอินพุทที่เป็นแบบสุ่ม 16
รูปที่ 2.4 รูปแบบการทดลองประเภทต่างๆ 18
รูปที่ 2.5 กระบวนการสร้างแบบจำลอง 22
รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมสายงานประกอบด้วยพนักงาน 23
รูปที่ 3.1 ผลลัพธ์จากการเปิดโปรแกรมโน้ตแพท (Notepad) 36
รูปที่ 3.2 ผลลัพธ์การป้อนข้อมูลในโปรแกรมโน้ตแพท 36
รูปที่ 3.3 การบันทึกแฟ้มข้อมูลนามสกุลทีเอ็กซ์ที (.TXT) 37
รูปที่ 3.4 การสร้างร่างแบบจำลอง 37
รูปที่ 3.5 หน้าต่างหลักของโปรแกรมแอรีน่า (Arena) 38
รูปที่ 3.6 การเรียกคำสั่งของโปรแกรมแอรีน่า 38
รูปที่ 3.7 การเริ่มต้นสร้างระบบโดยการใช้โมดุลคลีเอท (Create) 39
รูปที่ 3.8 การใช้คำสั่งต่างๆในการสร้างระบบให้สมบรูณ์ 39
รูปที่ 3.9 การบันทึกแฟ้มข้อมูลนามสกุลดีโออี (.DOE) 40
รูปที่ 3.10 การกำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละโมดุล 40
รูปที่ 3.11 หน้าต่างหลักของอินพุทอนาไลเซอร์ (Input Analyzer) 41
รูปที่ 3.12 การประมวลผลข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันสภาวะอากาศของโลกมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกเหนือจากปัจจัย 4 แล้วสิ่งที่จำเป็นอีกอย่างก็คือเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศแถบร้อนชื้นอย่างประเทศไทย จึงส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับเป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องพัฒนาตัวเองอย่างหนักเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอและปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้รองรับการแข่งขันที่จะเกิดขึ้นจากคู่แข่งทั้งในและต่างประเทศได้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการด้านการศึกษาการทำงานและการจำลองการทำงาน เข้าไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต ให้ใช้ปัจจัยทางด้านคน วัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำและสามารถสู้กับคู่แข่งขันทั้งในและต่างประเทศได้ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นเหตุจูงใจให้ศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

1.2 ประวัติโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

1.2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน

บริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด (P P J Engineering Co.,Ltd) ก่อตั้งเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2536 เงินทุนจดทะเบียน 5 ล้านบาท สถานที่ตั้งโรงงาน 52/50 หมู่ 4 ถนนสุขาประชาสรรค์ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี บนพื้นที่ 33,600 ตารางเมตร ผลิตภัณฑ์หลัก คือ เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และเครื่องทำความเย็น (Chiller) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องทำความเย็น (Fancoil) และ เครื่องระบายความร้อน (Condensing) ความสามารถในการผลิต 50,000 บีทียู ลูกค้าหลักมีทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ โดยที่ตลาดหลักภายในประเทศคือบริษัท สตาร์ ประเทศไทย จำกัด และ บริษัท โอชิ อินเตอร์เนชั่นเนล จำกัด นอกจากนี้ยังผลิตตามความต้องการของลูกค้ารายย่อยด้วย โดยมีจำนวนพนักงาน 150 คน

1.2.2 แผนกต่าง ๆ ภายในโรงงาน

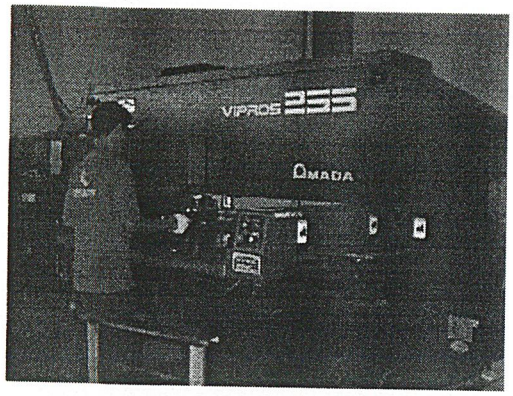
1. แผนกผลิตชิ้นส่วนโลหะ (Press Shop)

ผลิตฝาครอบเครื่องปรับอากาศ (Panel) เป็นฝาครอบภายในเครื่องปรับอากาศ และชิ้นส่วนต่างๆที่เป็นเหล็กทั้งหมด ซึ่งผลิตจากเหล็กพิเศษชนิด EG ที่มีความหนาประมาณ 1.0-1.2 มิลลิเมตร ขนาดชิ้นงานสำเร็จมีหลากหลายขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1.1 ตัดเหล็กแผ่นให้ได้ตามขนาดที่กำหนด

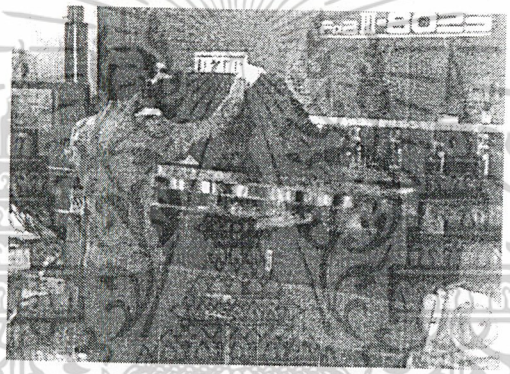
1.2 เจาะเหล็กแผ่นตามแบบที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



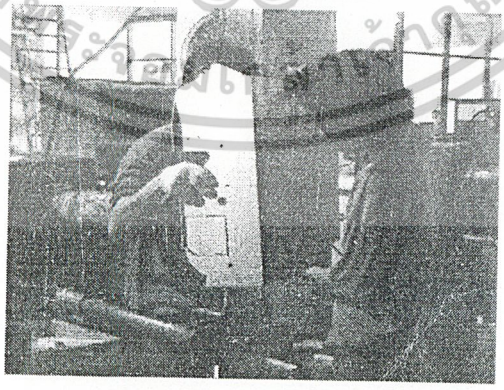
รูปที่ 1.1 การเจาะแผ่นเหล็ก

1.3 พับเหล็กได้ตามรูปแบบที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การพับแผ่นเหล็ก

1.4 เชื่อมชิ้นงานที่ต้องการเชื่อมติดกัน โดยใช้วิธีเชื่อมแบบจุด (Spot Welding) ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การเชื่อมต่อชิ้นงานด้วยการเชื่อมแบบจุด

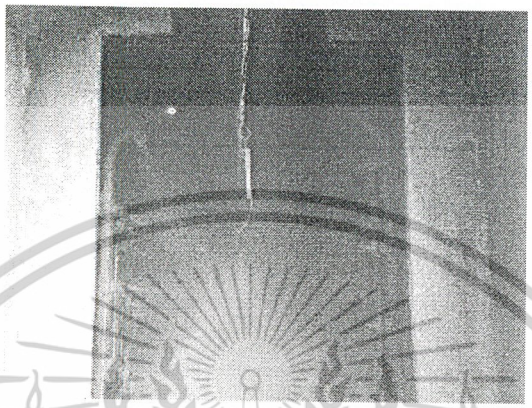
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผนกพ่นสี

ชิ้นงานที่ผ่านแผนกชิ้นส่วนโลหะแล้วจะต้องผ่านกระบวนการพ่นสีต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 แขวนชิ้นงานที่โซ่แขวนชิ้นงานสำหรับพ่นสี

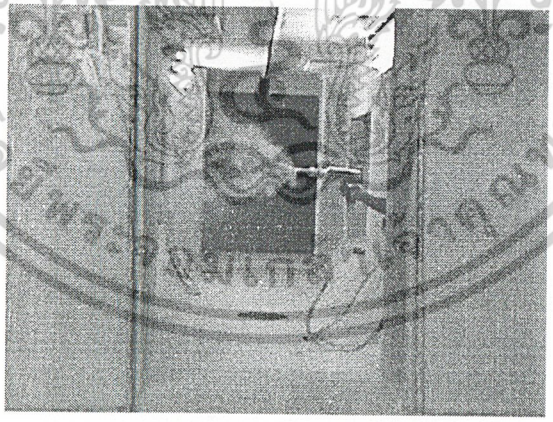
2.2 โซ่แขวนชิ้นงานจะเลื่อนชิ้นงานเข้าห้องทำความสะอาดชิ้นงาน โดยผ่านการล้างน้ำยาทำความสะอาด น้ำสะอาด น้ำยาเคลือบผิว น้ำสะอาด ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนพ่นสี

2.3 โซ่แขวนชิ้นงานจะเลื่อนชิ้นงานเข้าตู้อบแห้ง

2.4 โซ่แขวนชิ้นงานจะเลื่อนชิ้นงานเข้าตู้พ่นสี โดยมีการพ่นสี 3 จุด ซึ่งใช้สีเก่า 2 จุดและสีใหม่ 1 จุด ดังแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 การพ่นสีชิ้นงาน

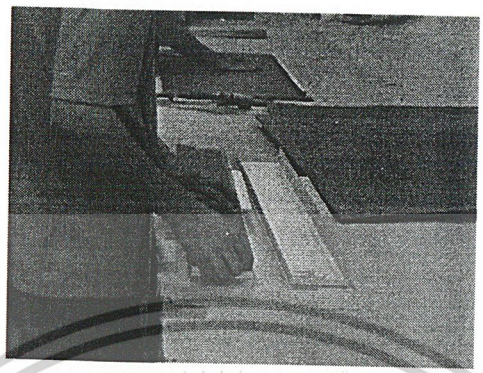
2.5 โซ่แขวนชิ้นงานจะเลื่อนชิ้นงานเข้าตู้อบสีเพื่ออบสีให้แห้งในเวลาที่ต้องการ

2.6 โซ่แขวนชิ้นงานจะเลื่อนชิ้นงานที่ผ่านการพ่นสีแล้วเลื่อนขึ้นไปยังแผนกติดโพลีเอทีลีน (P.E. : Polyethylene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แผนกติดโพลีเอทีลีน

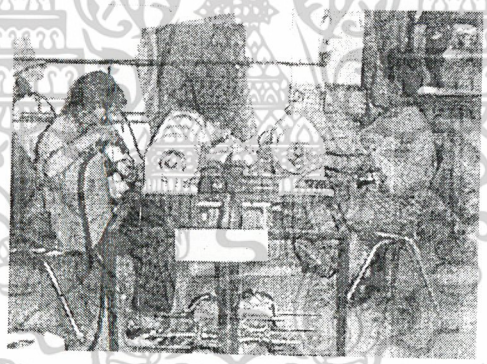
ชิ้นงานที่จะนำไปประกอบในส่วนที่ต้องมีการสั่นสะเทือนซึ่งจะก่อให้เกิดเสียงรบกวนได้และส่วนที่อยู่บริเวณที่เกิดไอน้ำจากความเย็น จะต้องนำชิ้นส่วนนั้นมาติดโพลีเอทีลีนเพื่อป้องกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 การติดโพลีเอทีลีน

4. แผนกประกอบชุดมอเตอร์

ประกอบชุดมอเตอร์เพื่อจะนำไปประกอบในสายงานผลิตเครื่องทำความเย็น ดังแสดงในรูปที่ 1.7

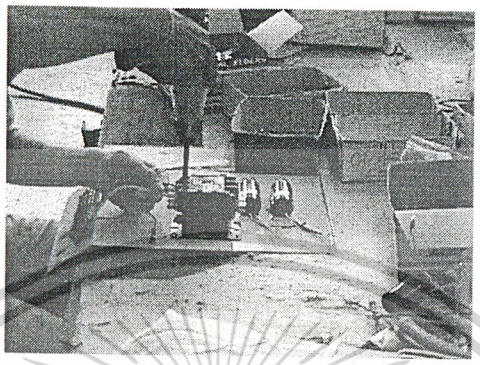


รูปที่ 1.7 การประกอบชุดมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แผนกประกอบแผงควบคุม

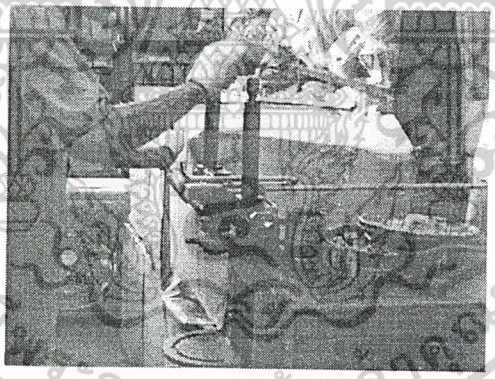
ประกอบแผงวงจรสำหรับนำไปประกอบในสายงานผลิตเครื่องทำความเย็นและเครื่องระบายความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 การประกอบแผงวงจร

6. แผนกท่อน้ำยา

ดัดท่อทองแดงสำหรับใช้ประกอบในสายงานผลิตเครื่องระบายความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 1.9



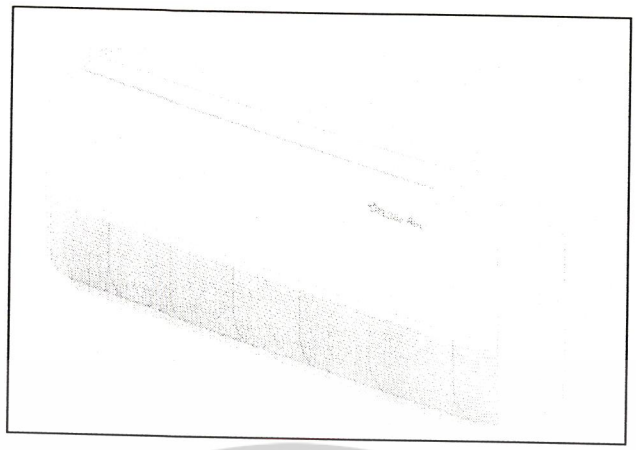
รูปที่ 1.9 การดัดท่อน้ำยา

1.2.3 สายการผลิตที่เลือกเป็นกรณีศึกษา

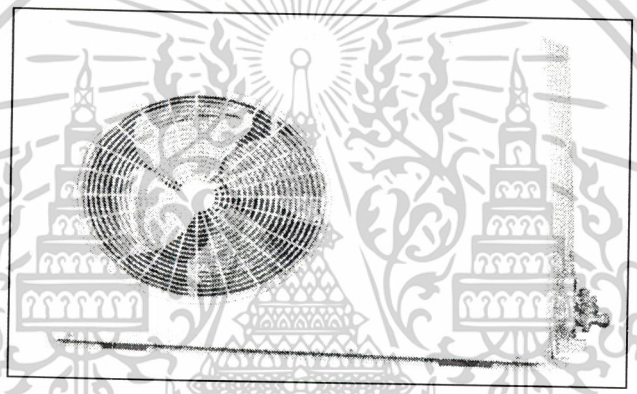
ได้ทำการเลือกที่จะศึกษากระบวนการผลิตของเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX และ เครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ดังแสดงในรูปที่ 1.10 และ รูปที่ 1.11 ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่เลือกสายการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่นนี้เพราะ

1. เป็นเครื่องทำความเย็นและเครื่องระบายความร้อนรุ่นที่โรงงานผลิตมากที่สุด
2. การทำงานในกระบวนการผลิตยังไม่มีมาตรฐานที่ดีพอ
3. โรงงานมีแผนการปรับปรุงสายการผลิตสินค้าเพื่อให้มีกำลังการผลิตที่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าในช่วงฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



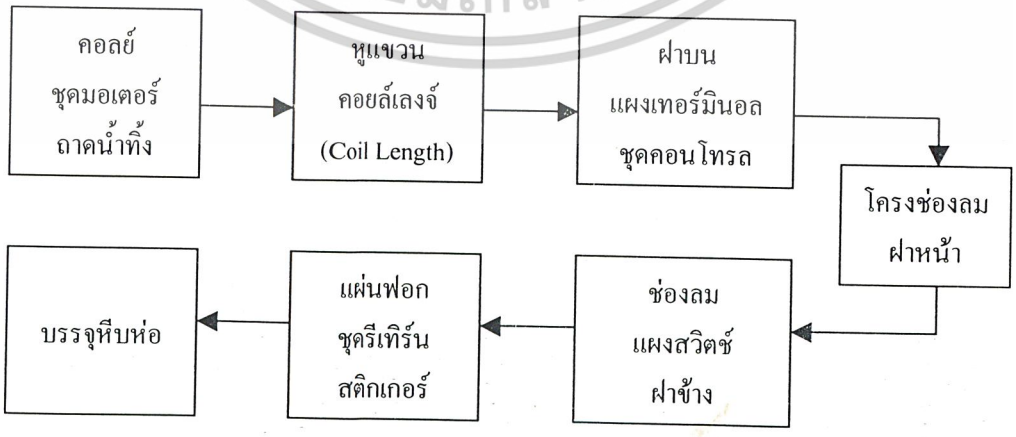
รูปที่ 1.10 เครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX



รูปที่ 1.11 เครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

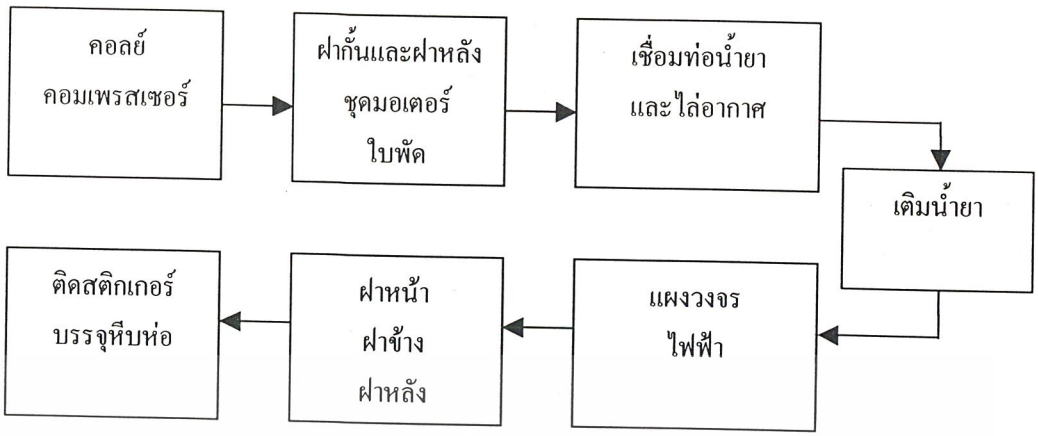
1.2.4 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของสายการผลิตเครื่องทำความเย็น รุ่น FTCX แสดงดังรูปที่ 1.12 และกระบวนการผลิตของสายการผลิตเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR แสดงดังรูปที่ 1.13



รูปที่ 1.12 กระบวนการผลิตของเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.13 กระบวนการผลิตของเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานและเวลาการผลิตเครื่องปรับเครื่องปรับอากาศของบริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด
2. เพื่อสร้างแบบจำลองการผลิตเครื่องปรับอากาศของบริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับบริษัท พี พี เจ เอนจิเนียริ่ง จำกัด ในส่วนของสายการประกอบ (Final Assembly Line)

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานและเวลาของสายการประกอบเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX และเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR โดยการสังเกตและจับเวลาเพื่อหาเวลามาตรฐาน(Standard Time)
2. สร้างแบบจำลองการผลิตเครื่องปรับอากาศในรุ่นที่ศึกษา โดยใช้โปรแกรมอาลีน่า (Arena)
3. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษาการทำงาน (Work Study) , การศึกษาเวลา (Time Study) , การสร้างแบบจำลอง (Simulation) และการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับโรงงาน
2. เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการผลิตในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาการทำงานเป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตโดยการพัฒนาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การศึกษาการทำงานจะประสบความสำเร็จได้ จะต้องอาศัยหลักการและแนวคิดต่างๆ ทางการเพิ่มผลผลิตเข้ามาประกอบในกิจกรรมการพัฒนาวิธีการทำงาน การเข้าใจลักษณะงานตามความสำคัญของงานหรือตามประเภทของงานที่เปรียบเทียบลักษณะการทำงานเชิงต่างๆ จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาการทำงาน ทำให้ผู้ศึกษาการทำงานสามารถเข้ากับปัญหาของงานได้ชัดเจนและถูกต้อง ประกอบกับ แนวคิดต่างๆทางการเพิ่มผลผลิตที่จะนำเสนอ จะเป็นพื้นฐานสำหรับกิจกรรมการปรับปรุงการทำงานโดยการศึกษาการทำงานได้

2.1.1 ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน คือการทำการศึกษาวิธีการทำงานเดิมหรือวิธีการที่จะเสนอขึ้นใหม่ โดยมีการเก็บบันทึกอย่างมีขั้นตอนพร้อมทั้งมีการตรวจตราอย่างละเอียดถี่ถ้วน การศึกษาวิธีการนี้จะนำไปสู่การพัฒนาและการประยุกต์ใช้วิธีการทำงานที่ง่าย มีประสิทธิภาพและประหยัด

2.1.2 หลักการและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาการทำงานพอสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งแยกความสำคัญของงาน
2. การแบ่งแยกประเภทของงาน
3. การกำหนดความแน่นอนของงาน
4. การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต
5. การตรวจสอบและการขนย้าย
6. เวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพ
7. แหล่งที่ตั้งและรูปแบบของการสูญเสีย
8. หลักของ 4 ศูนย์
9. กิจกรรมกลุ่มที่เกี่ยวเนื่องกับการศึกษาการทำงาน

2.1.3 ขั้นตอนในการศึกษาวิธีการทำงาน

กระบวนการพื้นฐานในการศึกษาวิธีการทำงาน จากหนังสือคำแนะนำการศึกษาการทำงานของสำนักงานแรงงานนานาชาติ (International Labor Office) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1. ทำการเลือกงานที่จะทำการศึกษา (Select) ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกงานที่จะทำการศึกษา จะใช้องค์ประกอบช่วยในการพิจารณาคือ การพิจารณาในแง่เศรษฐศาสตร์และการพิจารณาในแง่เทคนิค นอกจากนี้จะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของพนักงานด้วย

2. จดบันทึกวิธีการทำงาน (Record) คือการบันทึกวิธีการทำงานจริงที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งการบันทึกนั้นจะต้องง่ายสำหรับการอ่าน สามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที

3. ตรวจตราข้อมูลที่ได้อย่างละเอียด (Examine) โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อให้ทราบต้นเหตุของปัญหาและนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัฒนาวิธีการทำงาน (Develop) เมื่อวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยการตั้งคำถามอย่างครบถ้วนและเป็นระบบต่อเนื่องแล้ว คำตอบสำหรับการพัฒนาไปสู่วิธีการทำงานที่ดีกว่าจะออกมาเอง ในขั้นนี้จึงเป็นการบันทึกวิธีการทำงานที่เสนอลงแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ

5. ตั้งนิยามวิธีการทำงานใหม่ (Define) เป็นการกำหนดรายละเอียดของวิธีการที่เสนอแนะไว้

6. ทำการใช้วิธีการทำงานใหม่ ก่อนจะเริ่มวิธีการทำงานใหม่ ต้องทำการโน้มน้าวให้ทุกฝ่ายยอมรับ และทำการฝึกคนงานตามวิธีการที่เสนอแนะ จึงเริ่มทำการใช้วิธีการนั้นในการทำงานจริง

7. ดำรงการปฏิบัติงานตามวิธีการทำงานใหม่อย่างสม่ำเสมอ (Maintain) เป็นการควบคุมดูแลความก้าวหน้าของงาน จนกว่าจะแน่ใจว่าพนักงานสามารถทำงานได้ตามวิธีที่เสนอแนะ และก่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพขึ้นจริง

2.1.4 การแบ่งงานย่อย

มีหลักการบางอย่างที่ช่วยในการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยคือ

1. แบ่งงานย่อยให้เห็นเด่นชัด โดยมีจุดใดที่เริ่มต้นและจุดไหนสิ้นสุดของงานย่อยนั้นเมื่อเริ่มปฏิบัติไปหลายๆวัฏจักรก้สามารถที่จะจับเวลาของแต่ละงานย่อยได้ โดยอาศัยจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว

2. งานย่อยควรมีระยะเวลาที่สามารถวัดหรือจับได้ ถ้าเป็นงานย่อยที่มีช่วงเวลาสั้นช่วงเวลานั้นต้องไม่สั้นจนเกินไป เพราะจะทำให้จับเวลาไม่ได้ พนักงานจับเวลาที่ฝึกมาอย่างดีจะจับได้ในช่วงประมาณ 0.04 นาที พนักงานที่ไม่เคยฝึกมาต้องใช้ช่วงต่ำสุดประมาณ 0.07 ถึง 0.1 นาที ถ้าหากงานย่อยเวลาต่ำกว่านี้ก็จำเป็นทีจะต้องร่วมงานย่อยๆ ที่อยู่ติดกันเข้าเป็นงานย่อยอันใหม่ และงานย่อยที่ช่วงเวลาสั้นมาก ควรตามหลังด้วยงานย่อยที่ใช้เวลามาก

3. จัดกลุ่มงานย่อยให้อยู่ในงานเดียวกันแทนที่จะแยก ยกตัวอย่างเพื่อมองเห็นให้ชัด คือ การหยิบประแจปากตายแล้วนำไปขันน็อตให้แน่น ปกติแล้วสามารถจะแยกอิริยาบถของการใช้มือหยิบประแจ หยิบเคลื่อนไปยังตำแหน่งของน็อต แล้วขันจะพบว่าพนักงานจะปฏิบัติงานย่อยเหล่านี้ติดต่อกันตามธรรมชาติ มากกว่าที่จะแยกย่อยๆทำเป็นขั้นตอน จึงควรที่จะจัดให้งานย่อยทั้งหมดนี้อยู่ในกลุ่มงานย่อยอันหนึ่ง แล้วบ่งว่า " หยิบประแจหรือ หยิบประแจขันน็อต " ก็ได้

4. งานย่อยที่ทำด้วยมือ (Manual) ควรแยกงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร เวลาของเครื่องจักรมักจะคำนวณและหาได้เป็นค่าคงที่ แต่เวลาที่ทำด้วยมือขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติเอง

5. งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรค่า

การแบ่งงานย่อยให้ดีนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของอุตสาหกรรมลักษณะของการผลิต และผลที่ต้องการ เช่นในการประกอบเครื่องไฟฟ้าและวิทยุ มักจะมีวัฏจักรนั้น และมีงานย่อยน้อยต้องตรวจงานย่อยทั้งหมดให้ละเอียดในหลายๆวัฏจักรก่อนแล้วนำไปบันทึกก่อนที่การจับเวลาจะเริ่มต้น

2.1.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

แผนภูมิคือ เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลอย่างกะทัดรัด เพื่อความสะดวกในการอ่าน แผนภูมิมีลักษณะเป็นเครื่องหมายหรือแผ่นภาพ ซึ่งแยกแยะขั้นตอนของกระบวนการผลิตไว้อย่างชัดเจนการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิ โดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วยการที่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่สายการผลิต และบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วแผนภูมิกระบวนการผลิตอาจเป็นการบันทึกขั้นตอนการผลิต ของสินค้าชนิดเดียวภายในแผนกหนึ่ง หรือของสินค้าหลายๆชนิด ภายในแผนกต่างๆ พร้อมกันก็ได้

การศึกษาจากแผนภูมิดังกล่าว จะช่วยให้เห็นภาพขั้นตอนการปฏิบัติได้ชัดเจนยิ่งขึ้นมากกว่าการอ่านคำบรรยายเพียงอย่างเดียว และจะช่วยให้สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานได้ง่ายขึ้นอีกด้วย การปรับปรุงส่วนใดส่วนหนึ่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

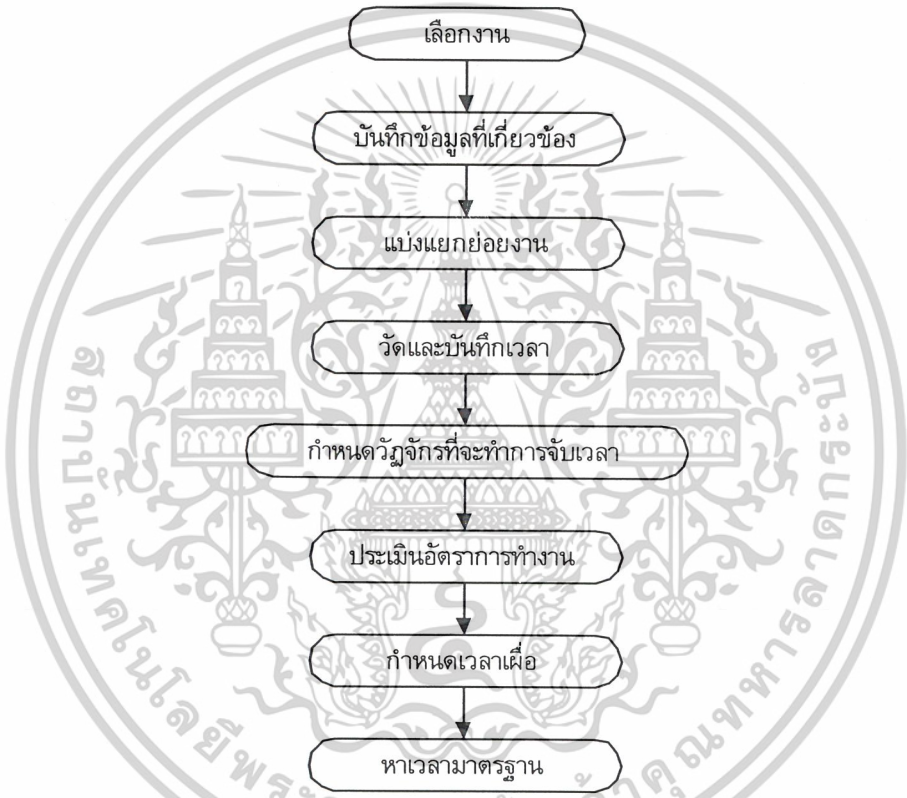
กระบวนการจะส่งผลปรากฏบนแผนภูมิ ทำให้ทราบถึงผลกระทบที่อาจมีต่อส่วนอื่นๆ ของขั้นตอนการผลิต ยิ่งกว่านั้นยังสามารถนำเอาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนภูมิกระบวนการทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดมากขึ้น

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา คือ การหาเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงานที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและได้รับการฝึกงมาอย่างดี แล้วทำงานนั้นในอัตราปกติด้วยวิธีการที่กำหนดให้

2.2.1 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

สามารถแสดงขั้นตอนการศึกษาเวลาได้ดังขั้นตอนในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาเกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้ก็จะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่งๆ สามารถทำงานนั้นๆได้ตามวิธีการที่ได้กำหนดให้ เวลาที่ได้นี้ก็คือ เวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.2.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในแผนการให้รางวัลแก่พนักงานก็ตาม แต่ประโยชน์อื่นๆซึ่งอาจได้ จากการศึกษาก็มีอีกมากมาย เช่น

1. การควบคุมค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับแรงงาน (Labor Cost Control) ใช้หาเวลาทำงานของพนักงานในงานชิ้นหนึ่งๆ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่างๆ

2. การประเมินค่าใช้จ่าย (Cost Estimation) ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของงานหรือสินค้าที่อาจจะผลิตในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีตเพื่อใช้ในการกำหนดราคาสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวางแผนกำลังคนงาน (Manpower Planning) ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าแต่ละหน่วยงานต่างๆต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด

4. การฝึกอบรม (Training) ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดฝึกคนงานใหม่และเป็นมาตราการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการทำงาน

5. การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) ใช้ช่วยในการกระจายอัตราส่วนการทำงานให้สม่ำเสมอกันนั่นคือ คนงานทุกคนควรมีเวลาทำงานและพักผ่อนเท่ากัน ไม่ใช่คิดจากจำนวนงาน

6. การเลือกวิธีการทำงาน (Evaluation of Alternative Method) ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าโดยการหาเวลาของวิธีต่างๆ ซึ่งยังช่วยในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าได้อีกด้วย

7. การวางผังโรงงาน (Plant Layout) ช่วยในการประมาณพื้นที่ที่จะใช้ในการทำงานชิ้นหนึ่งๆ ว่า ถ้าต้องการผลผลิตเท่านี้ต่อวันต้องการใช้คนงานจำนวนเท่าใด เครื่องจักรกี่เครื่องและเส้นทางของการเคลื่อนของสายการผลิต (Production Line)

8. กาหากำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Plant Capacity) ช่วยในการคำนวณหาระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและขยายกำลังการผลิตในอนาคต

2.2.3 ขนาดตัวอย่าง

ในแต่ละงานย่อยควรจะใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด ปัญหาในที่นี้ก็คือ หาขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนที่จับเวลาที่ต้องทำทั้งหมดในแต่ละงานย่อย โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นและความถูกต้องมาก่อนแล้ว

ในทางสถิติ ต้องทดลองจับเวลาจำนวนหนึ่งก่อน (n') แล้วประยุกต์สูตร สำหรับระดับความเชื่อมั่น 95.45% และให้โอกาสผิดพลาด $\pm 5\%$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad \text{.....(2.1)}$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างที่จะหา

n' = จำนวนที่ทดลองจับเวลาก่อน

$\sum$ = ผลรวมแต่ละค่า

x = ค่าที่อ่านได้ (เวลาในแต่ละวัฏจักร)

อีกวิธีสำหรับการหาค่าขนาดตัวอย่างคือใช้สูตร (2.2) และนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปิดตารางที่ 2.1

$$\text{ค่าที่นำไปเปิดตาราง} = \frac{H - L}{H + L} \quad \text{.....(2.2)}$$

เมื่อ H = ค่าสูงสุดในจำนวนตัวอย่าง

L = ค่าต่ำสุดในจำนวนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จำนวนตัวอย่างที่ต้องการสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95% และให้โอกาสผิดพลาด ± 5%

$\frac{H-L}{H+L}$	จำนวนข้อมูลจากตัวอย่าง		$\frac{H-L}{H+L}$	จำนวนข้อมูลจากตัวอย่าง		$\frac{H-L}{H+L}$	จำนวนข้อมูลจากตัวอย่าง	
	5	10		5	10		5	10
0.05	3	1	0.21	52	30	0.36	154	88
0.06	4	2	0.22	57	33	0.37	162	93
0.07	6	3	0.23	63	36	0.38	171	98
0.08	8	4	0.24	68	39	0.39	180	103
0.09	10	5	0.25	74	42	0.40	190	108
0.10	12	7	0.26	80	46	0.41	200	114
0.11	14	8	0.27	86	49	0.42	210	120
0.12	17	10	0.28	93	53	0.43	220	126
0.13	20	11	0.29	100	57	0.44	230	132
0.14	23	13	0.30	107	61	0.45	240	138
0.15	27	15	0.31	114	65	0.46	250	144
0.16	30	17	0.32	121	69	0.47	262	150
0.17	34	20	0.33	129	74	0.48	273	166
0.18	38	22	0.34	137	78	0.49	285	168
0.19	43	24	0.35	145	83	0.50	296	170
0.20	47	27						

2.2.4 การประเมินค่า

การประเมินค่าคือ การเปรียบเทียบอัตราการทำงานของพนักงานในทุกงานย่อย ที่กำลังศึกษาอยู่กับอัตราการทำงานมาตรฐานในความรู้สึกของผู้ทำการศึกษา แล้วกำหนดค่าว่าเป็นเท่าใด เพื่อใช้ในการพิจารณาเวลามาตรฐานในการทำงานชิ้นหนึ่ง ระบบของการประเมินอัตราการทำงานที่เป็นมาตรฐานระบบหนึ่งที่จะกล่าวคือ Westing House System of Rating ของบริษัท Westing House โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 ตัว ในการช่วยพิจารณาคือ

1. ความชำนาญ (Skill) หมายถึงการมีความรู้ในด้านการกระทำและวิธีการสำหรับงานนั้นๆ เป็นอย่างดี ประสานกันทั้งสมองและมือ ความชำนาญของพนักงานมักเกิดจากประสบการณ์ในการทำงานและความสามารถของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความพยายาม (Effort) หมายถึงการแสดงความตั้งใจในการทำงานให้ได้ประสิทธิภาพ ซึ่งอาจดูได้จากความเร็วในการทำงานที่เกิดจากความชำนาญสามารถทำงาน ด้วยความเร็วสูงและถูกต้อง

3. สภาพแวดล้อม (Condition) หมายถึงสภาพการทำงานที่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานไม่ใช่สถานที่ที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งสภาพการทำงานควรอยู่ในระดับปกติหรือระดับเฉลี่ยโดยทั่วไป

4. ความสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึงการทำงานของพนักงานด้วยเวลาของงานย่อย (Element Time) เดียวกันในแต่ละรอบการทำงานมีความคงที่สม่ำเสมออย่างไร มีงานและเวลาเกิดขึ้นตอนสอดแทรกหรือไม่

2.2.5 เวลาเผื่อ (Allowance)

ในการปฏิบัติงานของพนักงานในการทำงานชิ้นหนึ่ง นอกจากการพิจารณาเวลาพื้นฐานที่หามาได้แล้ว เวลาอีกส่วนหนึ่งที่จะละเลยไม่ได้ก็คือ เวลาเผื่อ ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำโดยไม่มีการหยุดพักผ่อนหรือไม่เกิดเหตุสุดวิสัยต่างๆเลย ดังนั้นจึงต้องพิจารณาเวลาเผื่อ ไว้สำหรับกรณีต่างๆ ซึ่งสมเหตุผล เวลาเผื่อที่ยอมให้มีอยู่ 3 อย่าง คือ

1. เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance) คือเวลาเผื่อให้พนักงานทำกิจส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ, ล้างมือ หรือ พักดื่มน้ำ เป็นต้น เวลาเผื่อส่วนบุคคลนี้แม้ว่าจะแตกต่างกันสำหรับบุคคลต่างๆ แต่ก็ขึ้นกับสภาพแวดล้อม และชนิดของงานด้วย

2. เวลาเผื่อสำหรับความเครียด (Fatigue Allowance) คือเวลาเผื่อสำหรับความเหนื่อยล้าเนื่องจากการทำงาน ความเครียดที่แท้จริงไม่สามารถวัดได้ ซึ่งในสภาพการทำงานหนัก คนงานจำเป็นต้องมีเวลาพัก ซึ่งขึ้นกับปัจจัยด้านบุคคล, สภาพแวดล้อมของการทำงาน และอื่นๆ

3. เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay or Contingency) ความล่าช้าอาจเกิดได้ทั้งแบบหลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delay) และแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delay) ถ้าเป็นความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงได้จะไม่นำมาคิดในการคำนวณเวลามาตรฐาน แต่ถ้าเป็นความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จะถูกนำมาคิดในการหาเวลามาตรฐาน

2.2.6 เวลามาตรฐาน (Standard Time)

เวลามาตรฐาน (Standard Time) เป็นเวลาทั้งหมดในการปฏิบัติงานของพนักงานที่เหมาะสมต่อชิ้นงานชิ้นหนึ่ง การคำนวณเวลามาตรฐานของงานก็เกิดจากการรวมเวลามาตรฐานของงานย่อยต่างๆที่แตกออก โดยคำนวณจากสูตร

เวลามาตรฐาน = เวลาพื้นฐาน + เวลาเผื่อ .....(2.3)

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต

2.3.1 การปรับปรุงงาน (Work Improvement)

การปรับปรุงงาน คือการเปลี่ยนแปลงที่จะนำไปสู่ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการทำงานของพนักงานทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักของการปรับปรุงงาน คือการเพิ่มผลผลิตโดยที่ยังคงคุณภาพและเป็นไปตามเงื่อนไขของการผลิต

ในการที่จะทำให้บรรลุตามเป้าหมายของการปรับปรุงงานนี้ จะมีแนวทางในการประกอบการพิจารณา ได้แก่ หลักการของการศึกษาวิธีการทำงาน และหลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 การตรวจตราข้อมูลที่ได้อย่างละเอียด (Examine)

เป็นขั้นตอนหนึ่งของการศึกษาวิธีการทำงาน โดยการใช้เทคนิคการตั้งคำถามอย่างเป็นระบบ จะทำให้ทราบถึงต้นเหตุของปัญหาและนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า ซึ่งแยกเป็น 4 ด้านด้วยกัน

1. กำจัดงานที่ไม่จำเป็นทั้งหมด (Eliminate All Unnecessary Work) เนื่องจากงานย่อยบางขั้นตอน เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่าไม่มีความจำเป็นต้องทำ เนื่องจากไม่มีผลต่อการผลิต ดังนั้นจึงควรจะทำการขจัดขั้นตอนนั้นออกไป

2. รวมงานย่อย (Combine Operation or Element) การแบ่งงานมากเกินความจำเป็นอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา ดังนั้นวิธีการที่จะ ทำให้งานง่ายก็คือ การรวมขั้นการปฏิบัติงานตั้งแต่ 2 ขั้นเข้าด้วยกัน หรือบางครั้งการเปลี่ยนลำดับการทำงานก็เปิดโอกาสให้มีการรวมขั้นการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน

3. จัดลำดับการทำงาน (Rearrange The Sequence of Operations) การวิเคราะห์วิธีการทำงานอย่างละเอียด จะสามารถทราบถึงขั้นตอนการทำงานเพื่อพิจารณาการเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงาน มีผลทำให้การทำงานง่ายและรวดเร็วขึ้น

4. ปรับปรุงงานที่สำคัญให้ง่ายขึ้น (Simplify The Necessary Operations) งานบางขั้นตอนที่จำเป็นต้องปฏิบัติมีลักษณะหรือวิธีการที่ยาก ซึ่งอาจจะมีวิธีการอื่นที่ง่ายกว่า และสามารถทำงานนั้นให้เสร็จได้เช่นเดียวกัน

2.3.1.2 หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว (Principles of Motion Economy)

หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว คือ หลักในการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดความเครียดของพนักงานและเวลาในการทำงาน อาจจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ

ก. กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างมนุษย์ (Use of Human Body)

1. มือทั้งสองจะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ในเวลาเดียวกัน

2. มือทั้งสองจะต้องไม่ว่างในเวลาเดียวกัน ยกเว้นตอนพักงาน

3. การเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองข้างจะเหมือนกันแต่ในทิศทางตรงข้ามและเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน

4. การเคลื่อนไหวของมือและลำตัว ให้ใช้ประเภทของการเคลื่อนที่ต่ำสุดที่สามารถทำให้การทำงานได้ผลเป็นที่พอใจ ประเภทของการเคลื่อนที่ประเภทต่ำ คือประเภทที่มีตัวเลขน้อยๆ

5. ให้ใช้โมเมนตัมของตัวคนงานช่วยในการทำงาน แต่ในกรณีที่ต่อต้านกับกล้ามเนื้อของพนักงานขณะทำงานต้องลดโมเมนตัมลงให้เหลือน้อยที่สุด

6. การเคลื่อนไหวแบบวงโค้งต่อเนื่อง นิยมใช้มากกว่าการเคลื่อนไหวแบบเส้นตรงแล้วมีมุมหักเบี่ยงทิศทางอย่างกระทันหัน

7. การเคลื่อนที่อย่างอิสระสามารถทำได้เร็วกว่า ง่ายกว่า และแม่นยำกว่าการเคลื่อนที่อย่างเคร่งเครียดหรือควบคุมบังคับ

8. จังหวะท่าทีจำเป็นมากในการปฏิบัติงานอย่างราบเรียบ สม่ำเสมอและการปฏิบัติงานแบบอัตโนมัติในงานที่มีการกระทำซ้ำกัน งานจะต้องจัดวางอย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดการง่ายและทำได้อย่างธรรมชาติในเวลาปฏิบัติให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

9. งานจะต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่การเคลื่อนไหวของดวงตาอยู่ในขอบเขตที่สะดวกสบาย นั่นคือดวงตาเวลามองงานขณะปฏิบัติงานอยู่ จะต้องไม่เปลี่ยนโฟกัสบ่อยๆ

ข. กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน (Arrangement of Work Place)

1. ตำแหน่งที่แน่นอน ตายตัว ต้องจัดเตรียมไว้สำหรับวางเครื่องมือหรือวัสดุที่ใช้ในงาน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดนิสัยเคยชินเมื่อหยิบเครื่องมือหรือวัสดุนั้นๆ บ่อยครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องและวัสดุที่ใช้ในงานต้องจัดเตรียมตำแหน่งที่แน่นอนไว้ เพื่อจะได้สะดวกต่อการใช้งาน

3. ใช้กล่องหรือภาชนะเก็บของ เพื่อนำของนั้น ๆ ไปวางให้ใกล้กับผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด ถ้าในกรณีใช้วัสดุโดยอาศัยแรงดึงดูดโลก จุดปลายท้ายที่ส่งวัสดุมาต้องอยู่ใกล้ตัวผู้ใช้วัสดุนั้นให้มากที่สุดเช่นกัน

4. เครื่องมือ วัสดุ และเครื่องควบคุมบังคับ ต้องจัดเรียงอยู่ภายในบริเวณปฏิบัติงานที่กว้างที่สุด และให้อยู่ใกล้ผู้ปฏิบัติงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. เครื่องมือและวัสดุต้องจัดเรียงให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดลำดับขั้นตอนของการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงานได้ดีที่สุด

6. ควรใช้วิธีทิ้งลงข้างล่างหรือใช้เครื่องดีดผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกไปจากบริเวณปฏิบัติงานเพื่อพนักงานจะได้ไม่ต้องใช้มือผลักดันผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้วออกไป

7. ต้องจัดหาแสงสว่างให้เพียงพอในบริเวณปฏิบัติงาน และต้องจัดหาเก้าอี้นั่งทำงานชนิดที่เหมาะสมและมีความสูงพอดีเมื่อนั่งทำงานแล้วจะได้ท่าที่สวยและสบาย ความสูงของบริเวณปฏิบัติงานและเก้าอี้ควรขยับขยายได้เพื่อไว้ใช้กรณีที่นั่งทำงานสลับกับยืนทำงาน

8. สีของบริเวณที่ปฏิบัติงานต้องตัดกับงานที่กระทำ เพื่อลดความเมื่อยล้าของนัยน์ตา

ค. กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือ (Design of Tool and Equipment)

1. งานที่ต้องใช้มือถือเอาไว้ควรขจัดออกไปในเมื่อสามารถใช้ จิกหรือฟิกเจอร์ทำแทนได้

2. ใช้เครื่องมือ 2 ชิ้น หรือมากกว่าเข้าร่วมกันทำงานในทุกโอกาสที่สามารถทำได้

3. ในกรณีที่นิ้วมือทุกนิ้วเคลื่อนไหวในการทำงาน เช่น ในเวลาพิมพ์ดีด ควรแผ่กระจายน้ำหนักของนิ้วตามความสามารถตามธรรมชาติของนิ้วมือ

4. เหล็กข้อเหวี่ยงซึ่งใช้สำหรับหมุนเครื่องมือที่ถ่ายทอดการหมุนหรือไขควงขนาดใหญ่ๆ ต้องออกแบบให้มีขนาดที่ผิวของมือสัมผัสกับผิวของเครื่องมือประเภทนี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ นี่เป็นสิ่งสำคัญที่สุด โดยเฉพาะกรณีที่ต้องออกแรงหมุนมาก

5. คานงัด พวงมาลัยกากบาด และพวงมาลัยวงกลม ต้องวางในตำแหน่งที่ผู้ใช้งานเมื่อใช้งานแล้วการเปลี่ยนตำแหน่งของลำตัวผู้ใช้งานเกิดขึ้นน้อยที่สุด หรือในตำแหน่งที่ทำให้เกิด "ความได้เปรียบเชิงกล" มากที่สุด

2.4 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

2.4.1 ระบบ

ระบบ (System) ได้ถูกนิยามไว้ในสาขาต่างๆมากมายเพราะเกือบทุกสาขาที่ต้องมีการศึกษาและทดลองเข้าไปเกี่ยวข้องล้วนทำการศึกษาและทดลองภายใต้ขอบเขตที่จำกัด ไม่มีการศึกษาและการทดลองในสาขาใดที่ครอบคลุมทุกปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในระบบโลกความเป็นจริงได้ จึงต้องมีคำจำกัดความหรือจำกัดขอบเขตของระบบหมายถึงอะไร เพื่อให้การศึกษาและทดลองสามารถกระทำได้

คำว่าระบบหมายถึง กลุ่มของความจริงหรือวัตถุที่สัมพันธ์กันในทางตรรกะอย่างมีแบบแผน หรือกลุ่มของเอนทิตี้ (Entity) เช่น คนหรือเครื่องจักรที่ทำกิจกรรมร่วมกันโดยดำเนินการตรรกะเดียวกัน หรือกลุ่มของส่วนประกอบภายในที่ทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ปรารถนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ประเภทของระบบ

จากนิยามของระบบที่ได้กล่าวมาแล้ว ในการแบ่งประเภทของระบบสามารถแบ่งได้ตามมุมมองของผู้ชี้วัดได้หลายอย่าง เพราะระบบที่อยู่ในโลกความเป็นจริงนั้นมีความหลากหลาย เมื่อกล่าวถึงระบบในสาขาต่างๆก็จะถูกจัดระบบแตกต่างกันไป เพราะลักษณะและส่วนประกอบของระบบด้านต่างๆนั้นต่างกันไปโดยสิ้นเชิง แต่สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆตามตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1. ระบบต่อเนื่องและระบบไม่ต่อเนื่อง (Continuous versus Discrete System)

ระบบต่อเนื่อง หมายถึง ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

ระบบไม่ต่อเนื่อง หมายถึง ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ณ จุดใดๆที่สามารถระบุเวลาได้

ระบบที่อยู่ในโลกความเป็นจริงนั้นมีทั้งที่เป็นระบบต่อเนื่องและระบบไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งระบบเดียวกันนั้นเอง ถ้าพิจารณาหรือศึกษาระบบในแง่มุมที่ต่างกันอาจนิยามให้เป็นระบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่องต่างกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ระบบความเป็นจริงจำนวนมากเป็นระบบผสมผสาน เพราะมีบางส่วนของระบบมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องและบางส่วนเปลี่ยนแปลงอย่างไม่ต่อเนื่อง

2. ระบบคงที่และระบบไม่คงที่ (Static versus Dynamic System)

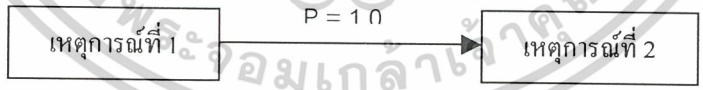
ระบบคงที่ คือระบบที่มีพารามิเตอร์และอินพุทของระบบไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ผ่านไป เช่น ระบบการผลิตสินค้าในโรงงาน

ระบบไม่คงที่ คือ ระบบที่มีพารามิเตอร์และอินพุทของระบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น ระบบรถโดยสารในวันหนึ่งที่แต่ละช่วงเวลาของวันมีจำนวนรถวิ่งในเส้นทางมากหรือน้อยต่างกัน

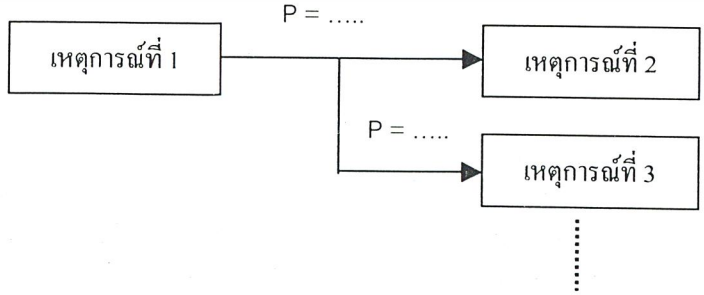
3. ระบบแน่นอนและระบบสุ่ม (Deterministic versus Stochastic System)

ระบบแน่นอน คือระบบที่ค่าพารามิเตอร์และอินพุทไม่เปลี่ยนแปลงแบบตัวเลขสุ่ม (Random Number) หรือการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) และเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปสามารถทราบได้จากพารามิเตอร์และอินพุทที่ทราบแล้ว ดังนั้นระบบแน่นอน จึงเป็นระบบที่มีโอกาสเกิดเหตุการณ์ต่อไปได้เพียงอย่างเดียว

ระบบสุ่ม คือ ระบบที่ค่าพารามิเตอร์และอินพุทไม่เปลี่ยนแปลงแบบตัวเลขสุ่ม หรือการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังนั้นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไปจึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้หลายอย่าง ตามความน่าจะเป็นต่างๆของเหตุการณ์นั้นๆ



รูปที่ 2.2 โอกาสเกิดเหตุการณ์ต่อไปจากพารามิเตอร์และอินพุทที่เป็นแบบแน่นอน



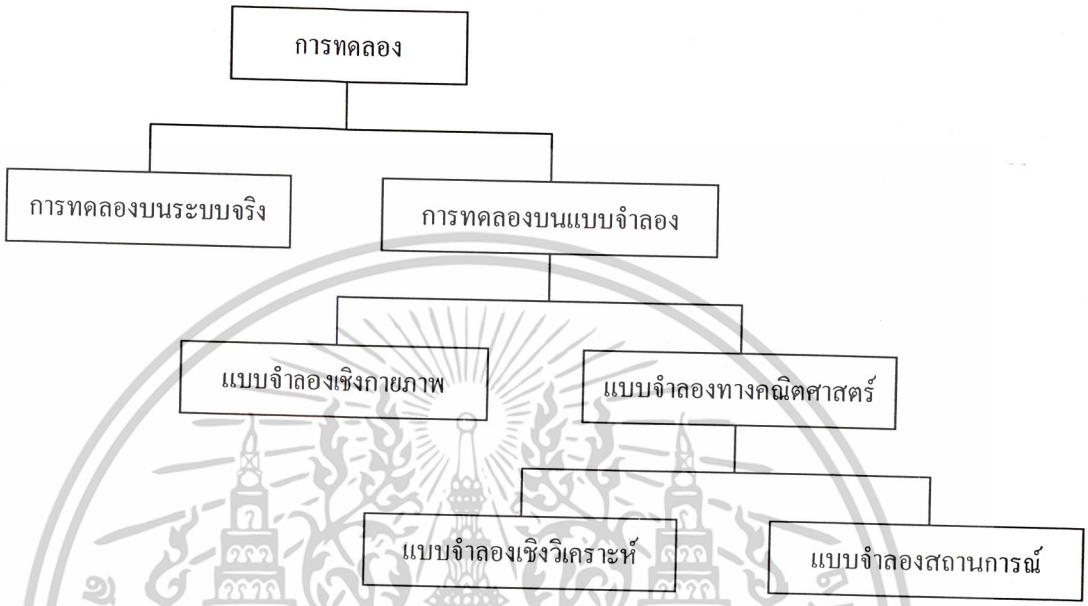
รูปที่ 2.3 โอกาสเกิดเหตุการณ์ต่อไปจากพารามิเตอร์และอินพุทที่เป็นแบบสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.3 แนวทางการศึกษาและวิเคราะห์ระบบ

ระบบในความเป็นจริงมีลักษณะต่างกันไป วิธีการแก้ปัญหาของระบบที่เหมาะสมกับระบบแต่ละระบบต่างกัน วิธีการทดลองบนระบบรูปแบบต่างๆ เมื่อแบ่งเป็นประเภทหลักๆสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 2.4 รูปแบบการทดลองประเภทต่างๆ

1. การทดลองบนระบบจริง คือ การทดลองใดๆที่กระทำกับระบบที่ดำเนินงานจริงๆ โดยไม่ได้สร้างแบบจำลอง เช่น การทดลองปรับเปลี่ยนระยะเวลาการใช้สัญญาณไฟจราจรที่แยกที่กระทำที่สถานที่จริง

2. การทดลองบนแบบจำลอง คือ การสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อทำการทดลองกับแบบจำลองนั้น แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ประเมินผลและสรุปเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ มีทั้งแบบจำลองที่เป็นเชิงกายภาพและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3. แบบจำลองเชิงกายภาพ คือ แบบจำลองที่สร้างเลียนแบบระบบหรือวัตถุจริงๆขึ้นมาเป็นรูปทรง สามารถจับต้องได้ แล้วทำการทดลองบนวัตถุที่เป็นแบบจำลองนั้นเพื่อให้ทราบผล แล้วนำไปใช้กับระบบจริงๆ เช่น การจำลองปีกเครื่องบินเพื่อทดสอบในอุโมงค์ลม

4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ แบบจำลองที่ไม่มีรูปร่าง ที่สร้างขึ้นโดยความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ของระบบในรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์หรือทางตรรกะ เช่น สูตรคณิตศาสตร์ต่างๆ การโปรแกรมเชิงเส้นตรง รวมทั้งการจำลองสถานการณ์

5. แบบจำลองเชิงวิเคราะห์ คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ออกแบบวิธีการหาคำตอบไว้อย่างเป็นขั้นตอนโดยสมบูรณ์แล้ว จึงสามารถใช้แบบจำลองและวิธีการดังกล่าวมาหาคำตอบของระบบ โดยที่ผู้สร้างแบบจำลองไม่ต้องตัดสินใจเลือกหรือเปรียบเทียบผลที่ได้ออกมาจากแบบจำลอง เช่น แบบจำลองการตัดสินใจวิเคราะห์โครงการ

6. การจำลองสถานการณ์ คือ การจำลองส่วนประกอบทั้งหมดของระบบที่ต้องการศึกษา ให้เหมือนระบบที่เป็นจริงมากที่สุดที่มีพื้นฐานที่เป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ แล้วทำการทดลองกับระบบที่จำลองมาเพื่อว่าปรับเปลี่ยนตัวแปรหนึ่งๆไปแล้วผลลัพธ์ของระบบเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
49851

2.4.4 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบ

ทางด้านการจำลองสถานการณ์ของงานวิศวกรรมอุตสาหการ จะจำลองสถานการณ์ของระบบที่เป็นกิจกรรมการทำงาน ซึ่งอาจเป็นระบบการผลิตของโรงงานอุตสาหการ ระบบขนส่ง ระบบการให้บริการลูกค้า หรือระบบการปฏิบัติงานในสำนักงานก็ตาม มีตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบดังนี้

1. เวลาการไหล (Flow Time) คือ เวลาที่เอนทิตี้ใช้ทั้งหมดในระบบหรือในกระบวนการหนึ่งที่เราระบุขอบเขตไว้

2. อัตราการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร (Resource Utilization) คือ สัดส่วนเวลาที่ทรัพยากรถูกใช้ประโยชน์ต่อเวลาทั้งหมดที่มี เวลาทั้งหมดรวมเวลาล่าง เวลาเสียหรืออยู่ระหว่างซ่อม

3. เวลารอ (Waiting Time) คือ เวลารอในระบบ จะทำการวัดในช่วงที่เอ็นทิตี้อยู่ระหว่างการรอเพื่อเข้าสู่กิจกรรมในขั้นตอนต่อไปของระบบ

4. อัตราการไหล (Flow Rate) คือ จำนวนเอ็นทิตี้ที่ผ่านระบบต่อหนึ่งช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อเป็นตัวชี้วัดอัตราการผลิตของระบบ

5. ปริมาณสินค้าคงคลังหรือปริมาณในแถวคอย (Inventory or Queue Level) คือ ปริมาณเอ็นทิตี้ที่อยู่ในคลังสินค้าหรืออยู่ในแถวคอย

6. สัดส่วนผลิตภัณฑ์ดี (Yield) คือ อัตราส่วนผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

7. ความแปรปรวน (Variance) คือ ระดับของความแปรปรวนของผลลัพธ์ของระบบ เนื่องมาจากความแปรปรวนจากกระบวนการเองหรือแปรปรวนจากอินพุทของระบบ

2.4.5 ระบบที่นิยมศึกษาและวิเคราะห์โดยใช้การจำลองสถานการณ์

1. ระบบที่ยังไม่ได้สร้างขึ้นจริง เช่น บริษัทที่กำลังวางแผนจะสร้างโรงงานผลิตขึ้น แต่ยังไม่ทราบว่าจะกำหนดผังโรงงานหรือจำนวนเครื่องจักรเท่าไร ก็สามารถใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อสร้างแบบจำลองขึ้นมาศึกษาและวิเคราะห์ก่อนได้

2. ระบบการจราจรที่หนาแน่นในเมืองไทย เพราะถ้าไปทดลองกับระบบจริงโดยทำการทดลองปรับเปลี่ยนโดยยังไม่ทราบผลลัพธ์ ก็จะเกิดผลกระทบที่ไม่ดีอย่างรุนแรงต่อการจราจรที่คับคั่งอยู่แล้ว

3. ระบบการให้บริการฉุกเฉินของโรงพยาบาล ซึ่งความผิดพลาดใดๆหมายถึงการสูญเสียร้ายแรงถึงชีวิตผู้ป่วย

4. ระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูง เช่น โรงงานที่เครื่องจักรราคาแพงและมีความซับซ้อนของกระบวนการและการติดตั้ง การจะทดลองปรับเปลี่ยนแล้วเปรียบเทียบหลายๆทางเลือกจึงไม่สามารถกระทำได้ หรืออีกตัวอย่าง คือ การศึกษาหาจำนวนช่องจอดเครื่องบินที่สนามบินดอนเมือง ถ้าไม่ใช้การจำลองสถานการณ์แล้วจะไปทดลองสร้างช่องจอดหลายๆช่องขึ้นมาเพื่อทดลอง ซึ่งไม่เหมาะสมในแง่เศรษฐศาสตร์

5. ระบบบริการที่คำนึงถึงการให้บริการลูกค้าเป็นหลัก จึงไม่ทำการทดลองกับระบบจริงเพราะจะสร้างความไม่พึงพอใจให้แก่ลูกค้า

6. การจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ในกรณีสถานการณ์วิกฤต เช่น การจำลองสถานการณ์สถานีขนส่งผู้โดยสารในช่วงเทศกาลสงกรานต์ เพราะถ้าทำการทดลองปรับเปลี่ยนกับสิ่งใดๆที่สถานีขนส่งในช่วงสงกรานต์นอกจากจะเกิดผลเสียต่อการให้บริการในช่วงวิกฤตนั้นแล้ว ยังไม่สามารถทดลองหลายครั้งได้ ช่วงเวลาวิกฤตดังกล่าวเกิดขึ้นครั้งเดียวในหนึ่งปี การทดลองหลายครั้งอาจต้องใช้เวลาหลายปีจึงจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 ส่วนประกอบในการจำลองสถานการณ์

1. เอ็นทิตี้ (Entities) คือ วัตถุหรือสิ่งใดๆที่มีการเคลื่อนที่และมีการเปลี่ยนแปลงสถานะอยู่ในระบบ เช่น ชิ้นงานที่ทำการผลิตในสายการผลิต ลูกค้าที่เข้ามารับบริการในธนาคาร

2. ทรัพยากร (Resources) คือ ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบ ทำหน้าที่ในการดำเนินกิจกรรมใดๆกับเอ็นทิตี้ เช่น เครื่องจักรในการตัด เจาะ อบ ชิ้นงานในระบบผลิต พนักงานต้อนรับที่ให้บริการลูกค้า คลังสินค้าทำหน้าที่จัดเก็บสินค้า

3. คุณสมบัติเฉพาะตัว (Attributes) คือ คุณสมบัติเฉพาะของเอ็นทิตี้หนึ่งๆต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้ คุณสมบัตินี้จะถูกกำหนดให้แต่ละเอ็นทิตี้ตั้งแต่เริ่มต้นและติดตัวเอ็นทิตี้ไปตลอด แต่ระหว่างอยู่ในกระบวนการอาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เวลารับบริการของลูกค้าแต่ละประเภทที่มาติดต่อเคาน์เตอร์ให้บริการ เวลาการผลิตเครื่องจักรเครื่องหนึ่งของชิ้นงานหลายชนิดที่มีความแตกต่างกัน

4. ตัวแปรของระบบ (Variables) คือ ค่าตัวแปรใดๆที่ผู้จำลองสถานการณ์สามารถกำหนดให้กับแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น เพื่อการวัดค่าใดๆในระบบก็ได้ เช่น จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่รออยู่ในแถวคอยหน้าเครื่องจักร A และอัตราการให้บริการที่เคาน์เตอร์หมายเลข 1 เป็นต้น

2.4.7 กระบวนการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทดลอง โดยใช้การจำลองสถานการณ์สร้างแบบจำลองของระบบขึ้นมาแล้วทำการทดลองกับแบบจำลองนั้น จากนั้นก็นำผลการทดลองทุกทางเลือกมาเปรียบเทียบตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดไปใช้งานจริง ดังนั้นถ้าจะกล่าวถึงกระบวนการทั้งหมดของการศึกษาและวิเคราะห์ระบบด้วยการจำลองสถานการณ์แล้ว ก็จะรวมกระบวนการอื่นในการแก้ปัญหานอกเหนือจากการสร้างแบบจำลองประกอบอยู่ในกระบวนการทั้งหมดด้วย ซึ่งมีการสร้างแบบจำลองเป็นส่วนหนึ่งในนั้น โดยรวมของกระบวนการทั้งหมดของการศึกษาและวิเคราะห์ระบบด้วยการจำลองสถานการณ์ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 มีดังนี้

1. กำหนดปัญหา

ขั้นตอนการกำหนดปัญหาขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการ ขั้นตอนนี้อาจจะยังไม่มีผู้จำลองสถานการณ์เข้าไปเกี่ยวข้องมากนัก และยังอยู่ในช่วงที่ยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่าปัญหานั้นๆจะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์เข้ามาศึกษาและวิเคราะห์หรือไม่ เพราะก่อนจะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์นั้นต้องพิจารณาลักษณะรายละเอียดของปัญหาอย่างถี่ถ้วน และเลือกวิธีการอื่นๆที่ทำได้ง่ายกว่าก่อน ดังนั้นจากการวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียดแล้วอาจพบว่าไม่จำเป็นหรือไม่เหมาะสมที่จะใช้การจำลองสถานการณ์ก็ได้

การกำหนดปัญหาเป็นการกำหนดขึ้นมาจากการรวบรวมจากข้อมูลแล้ววัดว่าระบบมีความสูญเสียที่ส่วนใดมากที่สุด ก็ทำการแก้ปัญหาที่ส่วนนั้น ต้องระบุให้ได้ว่าส่วนใดของระบบที่เป็นส่วนที่จะปรับปรุง จะวัดผลการปรับปรุงที่ค่าใดของระบบ และขอบเขตของระบบโดยสังเขปว่ามีส่วนใดประกอบอยู่บ้าง

2. ตั้งสมมติฐาน

กำหนดวิธีการแก้ปัญหาของระบบเป็นทางเลือกในการปรับปรุง อาจมีวิธีการแก้ไข 1 วิธี หรือมากกว่า 1 วิธีก็ได้ โดยสมมติฐานในการแก้ปัญหานี้อาจกำหนดขึ้นมาจากผู้บริหารหรือผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในระบบนั้นๆก็ตาม โดยอาศัยความรู้พื้นฐานในการทำงานและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้กำหนดสมมติฐาน

3. รวบรวมข้อมูล

ในกรณีการจำลองสถานการณ์สำหรับระบบที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อศึกษาและปรับปรุง ต้องรวบรวมข้อมูลจากระบบในปัจจุบัน ส่วนระบบที่ยังไม่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น กรณีจำลองระบบการผลิตของโรงงานที่ยังไม่ได้สร้าง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองสถานการณ์ของระบบการให้บริการของสนามบินแห่งใหม่ อาจต้องใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการทำงานจริงในระบบอื่นๆที่มีความคล้ายคลึงกัน

4. สร้างแบบจำลองสถานการณ์

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

4.1 ร่างแบบจำลองสถานการณ์ คือ การกำหนดส่วนประกอบต่างๆทั้งหมดของระบบขึ้นมา ได้แก่ ทรัพยากร เอ็นทิตี้ (Entity) กิจกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม กระบวนการ โดยร่างโครงสร้างของระบบออกมาทั้งหมด

4.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ คือ การนำร่างแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้จัดทำขึ้นแล้วทั้งหมดเขียนลงในซอฟแวร์จำลองสถานการณ์ที่เตรียมไว้ โดยคัดเลือกซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับระบบที่เราจะทำการจำลองและแก้ปัญหา

5. พิสูจน์แบบจำลอง

หลังจากสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เสร็จแล้ว ต้องทำการพิสูจน์ถึงความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแบบจำลองนั้นถูกต้องและตรงกับระบบที่เป็นจริงที่ทำการจำลองมา การพิสูจน์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

5.1 พิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) เป็นขั้นตอนในการพิสูจน์ว่าการนำร่างแบบจำลองสถานการณ์มาเขียนลงในซอฟแวร์นั้นกระทำได้อย่างถูกต้องหรือไม่ มีข้อผิดพลาดทางด้านโปรแกรมหรือการป้อนค่าต่างๆให้แก่แบบจำลองหรือไม่

5.2 พิสูจน์ความเหมือนจริง (Validation) ในส่วนนี้จะพิสูจน์ความเหมือนระบบจริงของแบบจำลองในด้านกระบวนการเป็นหลัก ซึ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและกระบวนการต่างๆในระบบ เช่น พิสูจน์ขั้นตอนของลูกค้าที่เข้ามาบริการที่ธนาคารว่าลูกค้าทุกประเภทผ่านกิจกรรมต่างๆเป็นไปตามการดำเนินการในธนาคารที่เก็บข้อมูลและทำการจำลองจริง

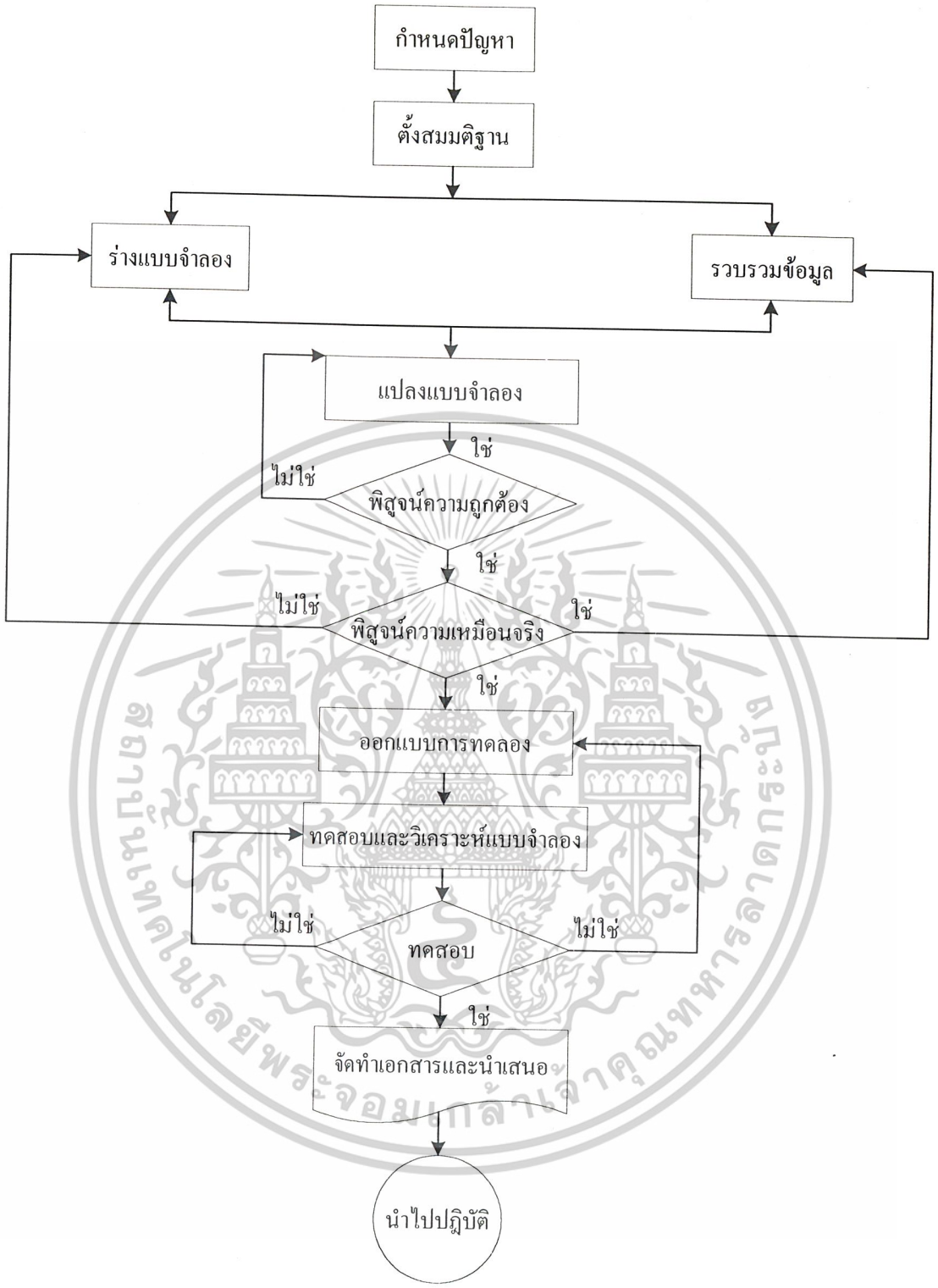
6. ทำการทดลองและวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนนี้ คือ การนำสมมติฐานในการแก้ปัญหาระบบที่ได้กำหนดไว้แล้ว มาทดลองปรับเปลี่ยนตัวแปรหรือความสัมพันธ์ในระบบที่ถูกจำลองลงสู่ซอฟแวร์แล้วไปทำตามสมมติฐานเหล่านั้น จากนั้นก็ประมวลผลระบบเพื่อทราบผลลัพธ์ที่เป็นประสิทธิภาพของระบบที่เราทำการวัดว่าเป็นอย่างไร แล้วเปรียบเทียบหลายสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปเลือเอาสมมติฐานที่ให้ผลดีที่สุดนำไปปฏิบัติ

7. สรุปผลการทดลองและนำไปปฏิบัติ

สรุปผลจากขั้นตอนทำการทดลองและวิเคราะห์ผล ว่าวิธีการแก้ปัญหาใดให้ผลดีที่สุด ซึ่งพิสูจน์ยืนยันด้วยกระบวนการทางสถิติมาแล้ว แล้วนำผลนั้นไปปฏิบัติงานในระบบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กระบวนการสร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 ข้อดีและข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

ข้อดี

1. ใช้ในการวิเคราะห์ระบบที่มีขนาดใหญ่หรือซับซ้อนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่นๆได้

2. ใช้ในการจำลองวิธีการทำงานใหม่ๆที่ยังไม่เคยถูกนำมาใช้เพื่อการประเมินผลประกอบการตัดสินใจนำมาเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมได้อย่างดี

3. ใช้จำลองและศึกษาระบบที่มีความแปรปรวนหรือแจกแจงเชิงสุ่มของพารามิเตอร์

4. ย่นย่อเวลาที่ต้องใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ระบบให้สั้นลงได้มาก ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ระบบและประมวลผลระยะเวลานับปีให้จบสิ้นภายในช่วงเวลาเพียงนาที

5. สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่มีต่อผลลัพธ์ของระบบได้ ทั้งที่เป็นการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์เดียวหรือหลายพารามิเตอร์พร้อมกัน

6. สามารถทำการทดลองจำนวนครั้งได้ไม่จำกัดและปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ได้ตามที่ต้องการ

7. สามารถทำการวิเคราะห์ความไวได้ง่ายกับพารามิเตอร์ในทุกระบบ

8. เมื่อใช้การจำลองสถานการณ์ก็จะไม่ทำให้ระบบจริงที่กำลังดำเนินงานอยู่ถูกรบกวน และในกรณีที่การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ในระบบเพื่อทดลองหาผลลัพธ์ให้ผลออกมาในด้านลบก็จะไม่ส่งผลเสียต่อระบบจริงที่กำลังดำเนินงานอยู่

9. ใช้เป็นเครื่องมือในการนำเสนอ รายงานและสอน เพื่อให้เห็นระบบเป็นรูปธรรมมากขึ้นและง่ายต่อการเข้าใจระบบ

ข้อเสีย

1. การทำการจำลองสถานการณ์ให้ได้สมบูรณ์ต้องใช้ความรู้ด้านอื่นๆประกอบหลายอย่าง เช่น สถิติ การออกแบบการทดลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. การจำลองสถานการณ์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้เพื่อให้การศึกษาและวิเคราะห์ระบบกระทำได้ง่ายขึ้นและมีความเหมือนจริงมากขึ้น ดังนั้นการจำลองสถานการณ์เองไม่ได้ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดออกมาแต่อย่างไร ผู้จำลองสถานการณ์ต้องเป็นผู้เปรียบเทียบผลแล้วตัดสินใจด้วยตนเอง

3. มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นสูง เพราะต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถคอมพิเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์

4. ใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองนาน เพราะมักจะเป็นระบบที่ใหญ่และซับซ้อน

5. เป็นเครื่องมือที่ถ้าป้อนอินพุทที่ไม่ถูกต้องเข้าไป ก็สามารถที่จะให้เอาท์พุทออกมาได้เช่นกัน แต่เป็นเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งการที่จะทราบถึงความผิดพลาดนี้ได้ ผู้จำลองสถานการณ์ก็จะต้องเป็นผู้ออกแบบวิธีการสืบหาความผิดพลาดเอง

2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาระบบการประกอบและการสมดุลของสายการผลิต

2.5.1 แนวคิดในเรื่องเทคนิคการประกอบ

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะของการผลิตที่เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ส่วนมากเป็นการประกอบขึ้นจากส่วนประกอบ ซึ่งแนวความคิดในเรื่องของเทคนิคการประกอบ ที่ใช้ในระบบการผลิต โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.1 กระบวนการประกอบ (Assembly Process)

การประกอบ หมายถึง การนำชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้น หรือมากกว่ามารวมกัน เพื่อให้เกิดรูปลักษณะใหม่ขึ้นมา (Entity) หรือเรียกว่าส่วนประกอบย่อย (Sub - assembly) กระบวนการประกอบที่ใช้ชิ้นส่วนประกอบดังกล่าวนี้สามารถจะแบ่งออกเป็น 3 แบบหลัก คือ

1. ใช้ยึดติดกันทางเชิงกล (Mechanical Fastening) ซึ่งมักจะใช้กันโดยทั่วๆไปในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น น๊อต สกรู หรืออาจจะใช้วิธีการอัดแน่น (Press Fit)

2. ใช้วิธีเชื่อม (Joining Methods) โดยทั่วๆไปจะหมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวกับการเชื่อมชนิดต่างๆ

3. ใช้วัสดุเป็นตัวประสาน (Adhesive Bonding) เป็นการยึดส่วนประกอบต่างๆเข้าด้วยกัน โดยใช้สารบางอย่างเป็นตัวประสาน เช่น ชนิดพิเศษ (Expoxy) วิธีนี้เป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะให้ความแข็งแรงและทนต่ออุณหภูมิสูงๆได้

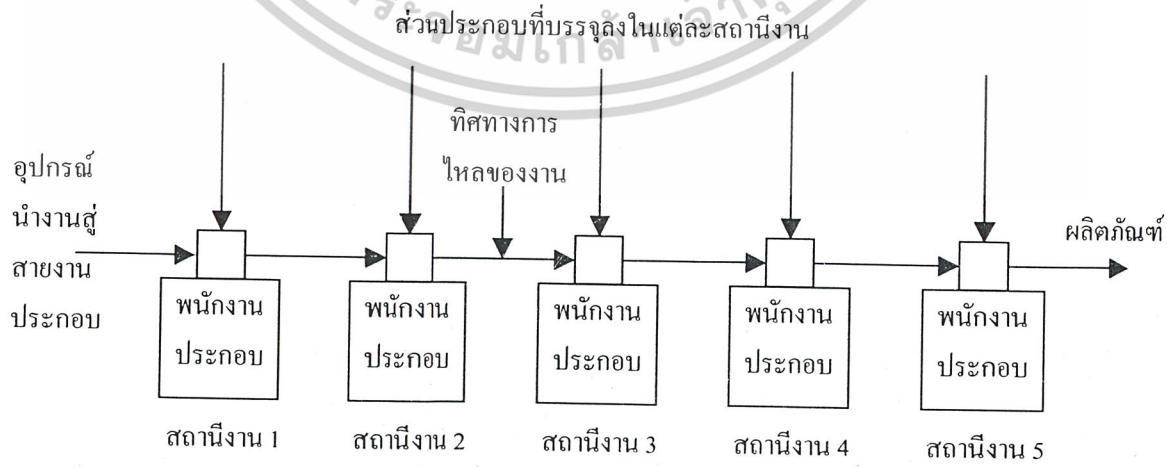
2.5.1.2 ระบบการประกอบ (Assembly System)

ระบบการประกอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็จะมีความเหมาะสมกับลักษณะงานแบบหนึ่งๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สายงานประกอบแบบธรรมดาในสถานีงาน 1 แห่ง (Manual Single Station Assembly) เป็นการประกอบผลิตภัณฑ์ที่มีความประณีต และผลิตเป็นจำนวนน้อยๆ ในบางครั้งอาจผลิตเพียงชนิดเดียว สำหรับขนาดของแรงงานนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของผลิตภัณฑ์และอัตราการผลิตที่ต้องการ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ เครื่องจักรอุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม เครื่องบินต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่

2. สายงานประกอบแบบธรรมดาในสายงานผลิต (Manual Assembly Line) เป็นการประกอบผลิตภัณฑ์ (หรือส่วนประกอบย่อย) ที่ส่งผ่านสถานีประกอบหลายๆแห่ง ซึ่งในแต่ละสถานีงานอาจมีผู้ปฏิบัติงาน 1 คน หรือมากกว่า ที่ช่วยกันประกอบส่วนต่างๆ เข้ากับส่วนประกอบที่มีอยู่ก่อนจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในสถานีงานสุดท้าย

สายการประกอบแบบธรรมดา มักจะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในสภาวะการผลิตที่มีปริมาณสูง มีการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ หรือเรียกว่า ส่วนของงาน (Work Element) แล้วจัดสถานีงานบนสายงานผลิต ปัจจัยที่สำคัญสำหรับสายงานผลิตแบบนี้คือ ความชำนาญของพนักงานนั้นๆ ได้อย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอ (Consistent) ตัวอย่างของสายงานประกอบนี้จะดูได้จากรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมสายงานประกอบด้วยพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สายงานประกอบด้วยระบบอัตโนมัติ (Automated Assembly System) เป็นวิธีการประกอบเครื่องจักรทำงานแทนคนงาน

2.5.1.3 การเคลื่อนย้ายระหว่างสถานีงาน

วิธีการเคลื่อนย้ายงาน จากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีงานถัดไปในขณะปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ไม่ใช้อุปกรณ์เชิงกล การเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างสถานีงาน จะเป็นไปโดยใช้พนักงาน ซึ่งมักจะเกิดปัญหาในเรื่องการรอคอย ทำให้การไหลของงานไม่สม่ำเสมอ รอบเวลาไม่คงที่ และอัตราการผลิตไม่แน่นอน ดังนั้นการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นนี้ จึงมักจะมีสต๊อกเพื่อความปลอดภัยไว้ระหว่างสถานีงาน

2. ใช้อุปกรณ์ลำเลียง การเคลื่อนย้ายส่วนประกอบย่อย (Sub-assembly) ระหว่างสถานีงาน อาจจะใช้สายพานลำเลียงหรือโซ่ลำเลียง ระบบการเคลื่อนย้ายแบบนี้ จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องหรือหยุดเป็นช่วงๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จะนิยมใช้กับสายงานประกอบ แต่มักจะมีปัญหาเกิดขึ้นกับบางสถานี ที่พนักงานไม่สามารถจะประกอบชิ้นส่วนได้ทันเวลา ซึ่งจะต้องส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป ดังนั้นการมีสต๊อกเพื่อความปลอดภัยสำรองไว้บางส่วน ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นต่อสายงานการประกอบประเภทนี้เช่นกัน

2.5.2 ปัญหาเกี่ยวกับการสมดุลของสายการผลิต

การไหลของงานในสายการผลิต มีกระบวนการดำเนินงาน หรือขั้นตอนการประกอบที่ระบุไว้อย่างเด่นชัด ตัวอย่างเช่น การทำรูเกลียว ซึ่งจะต้องทำการเจาะรู ก่อนที่จะทำเกลียว หรือการยึดหน้าแปลนเข้าด้วยกัน จะต้องใส่แหวนรองก่อนที่จะขันยึดหน้าแปลนให้แน่น ข้อจำกัดต่างๆเหล่านี้ ในภาษาการสมดุลสายงานผลิตเรียกว่า ข้อจำกัดที่อยู่ก่อนหน้า (Precedence Constraints) ในการผลิตหรือการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยทั่วๆไป ไม่ว่าจะเป็นแบบสายงานผลิตแบบธรรมดา หรือแบบอัตโนมัติ ก็มีจุดประสงค์อันเดียวกัน คือ การออกแบบสายงานผลิต ให้มีประสิทธิภาพสูงเท่าที่จะทำได้

ปัญหาเรื่องการสมดุลสายงานผลิต จะขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการผลิตของแต่ละสถานีงาน และงานการประกอบของสถานีต่างๆ ซึ่งต้องทำให้เวลาในแต่ละสถานีเท่ากัน โดยรวมส่วนของงานต่างๆเข้าด้วยกันเป็นสถานีงาน จึงจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ในทางปฏิบัติ เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีมักจะแตกต่างกัน ดังนั้นเวลาที่จะเป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของสายงาน จึงขึ้นอยู่กับสถานีงานที่ใช้เวลานานที่สุด

สิ่งที่ควรรู้ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีต่างๆที่ใช้ปัญหาการสมดุลของสายงานผลิตก็คือ คำศัพท์ต่างๆที่นำมาใช้ ตลอดจนความสัมพันธ์ของคำศัพท์เหล่านั้น

1. งานย่อย (Work Element) คือ การแบ่งงานที่จะต้องประกอบ ให้อยู่ตามสถานีในสายงาน โดยการแบ่งงานออกเป็นส่วนของงานย่อยๆ จนไม่สามารถจะแบ่งต่อไปอีก ดังตัวอย่างเช่น การเจาะรู เป็นต้น

2. งานทั้งหมด (Total Work Content) คือ ผลรวมของส่วนของงานต่างๆที่จะต้องประกอบบนสายงานเวลาทั้งหมด

3. เวลาของสถานีงาน (Workstation Process Time) คือ เวลาที่ต้องใช้สำหรับการประกอบในแต่ละสถานีงาน โดยที่ส่วนของงานอาจจะมากกว่า 1 งานก็ได้

4. รอบเวลา (Cycle Time) หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างงานที่ออกจากสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานในการทำปริญญานิพนธ์จะเริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง การศึกษาการทำงานและวิเคราะห์ปัญหาของระบบที่ศึกษา การออกแบบการทดลอง การเก็บข้อมูลเพื่อที่จะนำมาทำการทดลอง การทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลองรวมทั้งการสรุปผลการทดลองและแนวทางในการนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ในระบบงานจริง ซึ่งการวางแผนการดำเนินงานในการทำปริญญานิพนธ์ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.1

3.2 รายละเอียดการทำงาน

3.2.1 โรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

บริษัท พี พี เจ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เป็นโรงงานประกอบเครื่องปรับอากาศขนาดกลาง มีอัตราการผลิตที่จำกัด คือมีอัตราการผลิตเครื่องทำความเย็น (Fancoil) 1430 เครื่องต่อเดือนและเครื่องระบายความร้อน (Condensing) 1950 เครื่องต่อเดือนโดยเฉพาะในช่วงที่มีความต้องการจากตลาดมาก เช่น ความต้องการในฤดูร้อน ประกอบกับโรงงานนี้ไม่เคยมีการศึกษาการทำงานมาก่อน และไม่มีมาตรฐานในการทำงาน ดังนั้นจึงเลือกศึกษาการทำงานของโรงงานดังกล่าวเพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงาน วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาต่อไป

3.2.2 สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.2.2.1 สำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(1) ผจญ ภักดีกุล, "การเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532
วิทยานิพนธ์นี้เป็นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น ในการศึกษาพบว่าปัญหาที่พบมี 2 ส่วนใหญ่ๆคือ 1.ปัญหาทางด้านการประกอบ 2.ปัญหาทางด้านเครื่องจักร ทำให้เกิด การสูญเปล่า เช่น การรอคอย ความล่าช้าและการขนส่ง ซึ่งทำให้เกิดสภาพความไม่สมดุลของสายการผลิต จากผลการจัดสมดุลของสายงานการประกอบและการปรับปรุงระบบงานการจัดส่งชิ้นส่วนหลักเข้าสายงานการประกอบมีผลทำให้ผลผลิตของแรงงงานเพิ่มขึ้น 6.38% และผลผลิตของชั่วโมงแรงงานเพิ่มขึ้น 7.69%

(2) สุนันท์ วิเศษสรรโชค, "การเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534
วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาสภาพและปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์ในประเทศ พร้อมทั้งประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการ ด้านการทำงานและการวางแผนการผลิต เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต

(3) ธราธิป ศรีวิเชียร, "การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประดับรถยนต์", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียดการดำเนินงาน	กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษาขั้นตอนการทำงานของทั้ง 2 สายการผลิต																																
แบ่งงานย่อย																																
จัดทำแผนผังกระบวนการผลิต																																
จับเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย																																
วัดระยะทางการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน																																
เขียนการวางผังของสายการประกอบ																																
จัดสมดุลสายการผลิต																																
นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลอง																																
ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง																																
เก็บข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่สมบรูณ์																																
แก้ไข ปรับปรุงแบบจำลองในส่วนที่ไม่ถูกต้อง																																
ได้แบบจำลองที่ใกล้เคียงระบบจริงที่สุด																																
สรุปส่วนที่ทำให้เกิดปัญหาในการทำงาน																																
แบ่งช่วงเวลาที่มีปัญหาแตกต่างกันเพื่อหา วิธีการแปลี่ยนแปลงการทำงานที่แตกต่างกัน																																
เปลี่ยนแปลงการทำงานในแบบจำลอง โดยใช้หลายวิธีการให้เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข																																
เปรียบเทียบระบบเดิมกับระบบใหม่																																
สรุปผลการทดลองเปลี่ยนแปลงในแบบจำลอง																																
แสดงผลให้ง่ายสำหรับการนำไปปฏิบัติ																																
จัดทำและแก้ไขปริญญานิพนธ์																																

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและการเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประดับยนต์โดยเสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยการปรับโครงสร้างขององค์กรของสายงานการประกอบใหม่ วางผังโรงงานและระบบขนถ่ายวัสดุ รวมทั้งจัดสมดุลของสายการประกอบใหม่

(4) ชมพูนุท จันทร์คงสุวรรณ และ พรรณพร อภัยทอง, "การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมสำหรับยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัท ไดชิน จำกัด", ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาสภาพและปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมสำหรับยานยนต์โดยได้ประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการด้านการศึกษาการทำงานเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต

3.2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาการทำงาน (Work Study)
2. การศึกษาเวลา (Time Study)
3. การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)
4. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

3.3 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

3.3.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน

ศึกษาสภาพโรงงานและศึกษาการทำงานในแต่ละแผนกโดยวิศวกรเป็นผู้ให้ข้อมูล หัวหน้าพนักงานประจำแผนกต่างๆ และพนักงานในสายการผลิต รวมทั้งข้อมูลต่างๆที่บริษัทมีอยู่ จากการศึกษาสภาพโรงงานและศึกษาข้อมูลต่างๆแล้ว จึงทำการเลือกสายการผลิตและรุ่นของเครื่องปรับอากาศเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา

3.3.2 เลือกสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เนื่องจากบริษัทมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลัก คือ เครื่องปรับอากาศ ซึ่งประกอบด้วยอินดอร์ยูนิตหรือที่เรียกในปริญญานิพนธ์นี้ว่าเครื่องทำความเย็น (Fancoil) และเอาท์ดอร์ยูนิตหรือเครื่องระบายความร้อน (Condensing) ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์มีหลายรุ่น ทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาได้ในทุกรุ่น จึงได้ทำการเลือกที่จะศึกษาประเภทละรุ่น จากการสอบถามข้อมูลจากวิศวกรว่าผลิตภัณฑ์รุ่นใดมีการผลิตมากที่สุดหรือมีปัญหาและควรได้รับการปรับปรุงมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกกรณีศึกษาคือ เครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX และเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR

3.3.3 ศึกษากระบวนการผลิต

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานโดยละเอียดพบว่าการทำงานยังไม่มีการทำงานที่เป็นสถานีการทำงานที่แน่นอน จึงเริ่มต้นการศึกษากระบวนการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.3.1 การแบ่งงานย่อย

ทำการบันทึกวิธีการทำงานในทุกขั้นตอนของพนักงานในสายการผลิต และทำการแบ่งงานของพนักงานแต่ละคนออกเป็นงานย่อย เพื่อสะดวกในการศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา จากการศึกษาวิธีการทำงานสามารถนำมาเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 วัดระยะทางที่พนักงานต้องใช้ในการทำงาน

ใช้ตลับเมตรวัดระยะตามแนวการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน (Part) ที่พนักงานเคลื่อนย้ายจากในการทำงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือจากจุดวางชิ้นส่วนมายังสายการผลิตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การลดเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน ซึ่งได้แสดงไว้ในแผนภูมิกระบวนการผลิตในภาคผนวก ก

3.3.3.3 จัดสถานีการทำงานให้ชัดเจน

จากการทำงานปัจจุบันยังไม่มีการแบ่งสถานีการทำงานที่ชัดเจน จึงทำการแบ่งสถานีการทำงานให้ชัดเจนเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์การทำงานและสร้างแบบจำลองต่อไป โดยทำการแบ่งตามการทำงานที่ต่อเนื่องกันและคนทำงานชุดเดียวกัน

3.4 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลาเป็นวิธีการคำนวณหาเวลาที่เหมาะสมที่ต้องใช้ในการทำงาน โดยงานนั้นถูกกระทำในลักษณะปกติ โดยพนักงานที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและถูกฝึกมาอย่างดี ซึ่งการศึกษาเวลามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 การจับเวลา (Stop Watch Method)

การศึกษาเวลาของงานย่อยต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาวิธีการทำงานได้ทำการศึกษาเวลาในขั้นแรกใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 3 ตัวอย่าง โดยใช้นาฬิกาจับเวลาในลักษณะการจับเวลางานย่อยแต่ละครั้ง (Fly-back Timing) คือ เวลาจะเริ่มที่ศูนย์ในการจับแต่ละครั้ง ซึ่งจะทำการจับเวลาแต่ละงานย่อยจากนั้นจะนำมาทำการคำนวณหาขนาดตัวอย่างในการจับเวลาที่เหมาะสม

แสดงการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจากงานย่อยที่ 12 ของการประกอบเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX ได้ดังนี้

1. เวลาที่จับมา 3 ค่ามีค่าดังนี้ 9.716 , 9.876 , 10.516
2. แทนค่าเวลาที่ได้ลงในสูตร (2.2)
3. นำค่าที่ได้จากการแทนค่าในสูตร (2.2) เปิดตารางเพื่อหาขนาดตัวอย่างสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95% และให้โอกาสความผิดพลาด $\pm 5\%$
4. ได้ค่าขนาดตัวอย่าง $n = 3$
5. ดังนั้นเวลาที่จับมาซึ่งมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 3 เหมาะสมแล้วและไม่ต้องทำการจับเวลาเพิ่ม แต่ในงานย่อยอื่นๆ ที่คำนวณได้จำนวนตัวอย่างมากกว่า 3 ตัวอย่าง ต้องทำการจับเวลาเพิ่มตามจำนวนที่คำนวณมาได้แล้วทำการคำนวณและเปิดตารางอีกครั้งจนกว่าจะได้ขนาดตัวอย่างน้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดตัวอย่างที่ทำการจับเวลาได้

การคำนวณหาขนาดตัวอย่างของงานย่อยอื่นๆที่เหลือก็คำนวณได้ด้วยวิธีการเดียวกัน โดยข้อมูลของเวลาจริงที่ทำการจับเวลาและจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมที่คำนวณได้ของแต่ละงานย่อยของพนักงานทั้งหมด และค่าเฉลี่ยของเวลาจริงในแต่ละงานย่อยได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข

ในการจับเวลาเพื่อทำการศึกษาเวลานี้มีงานย่อยบางส่วนมีขนาดตัวอย่างไม่เพียงพอ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาที่ใช้ในการจับเวลาน้อยเกินไปและโรงงานมีการวางแผนการผลิตล่วงหน้าที่ไม่แน่นอนจึงไม่สามารถจับเวลาได้จำนวนตัวอย่างครบในทุกๆงานย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การประเมินค่า

หลังจากทำการจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานทั้งหมดในสายการผลิตตามขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณ ขั้นต่อมาคือการประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานเพื่อที่จะทำการปรับเวลาจริงที่ได้จากการจับเวลาให้อยู่ในรูปของเวลาพื้นฐาน ในการศึกษาจะใช้ระบบของการประเมินอัตราการทำงานของบริษัท Westing House คือ "Westing House System of Rating" ดังได้กล่าวมาแล้ว โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 ตัวช่วยในการพิจารณา คือ ความชำนาญ ความพยายาม สภาพแวดล้อม และความสม่ำเสมอของการทำงาน จะทำให้การพิจารณาประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานไม่ขึ้นกับความรู้สึกของผู้ทำการศึกษามากเกินไปเหมือนการพิจารณาในระบบอื่นๆ

โดยการประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานจะให้คะแนนขององค์ประกอบทั้ง 4 ตัวนี้ โดยการสังเกตตัวแปรในสภาพการทำงานจริงในสายการประกอบและนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของตัวแปรทั้ง 4 ตัว โดยดูจากตารางแสดงคะแนนของการประเมินอัตราการทำงานในระบบ Westing House ที่กำหนดไว้ภาคผนวก ค

ซึ่งหลังจากการประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานแล้ว จะนำค่าตัวเลขประเมินที่ได้มาทำการคำนวณหาเวลาพื้นฐาน (Basic Time) โดยการคูณค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานจริงกับค่าอัตราการทำงานที่ให้ แสดงการหาเวลาพื้นฐาน จากงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX ได้ดังนี้

1. ประเมินค่าอัตราการทำงานจะได้ว่า

ความชำนาญ	0.00
ความพยายาม	-0.04
สภาพแวดล้อม	-0.03
ความสม่ำเสมอ	-0.02

2. ได้ค่าเลขประเมิน

$$\text{เลขประเมิน} = (\text{ผลรวมค่าการประเมินในทุกตัวแปร} + 1) \times 100$$
$$= (0.00 - 0.04 - 0.03 + 0.02 + 1) \times 100$$
$$= 91$$

3. ได้เวลาพื้นฐาน

$$\text{เวลาพื้นฐาน} = \text{ค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานจริง} \times \text{ค่าอัตราการทำงาน}$$
$$= 10.04 \times \frac{91}{100}$$
$$= 9.13$$

เพราะฉะนั้นเวลาพื้นฐานของงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX มีค่าเท่ากับ 9.13 วินาที

ในการคำนวณหาค่าเวลาพื้นฐานในงานย่อยอื่นๆ ที่เหลือ ก็สามารถคำนวณหาได้ในทำนองเดียวกัน โดยข้อมูลของค่าการประเมินอัตราการทำงานและค่าเวลาพื้นฐานที่คำนวนได้ดังแสดงในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 หาเวลาเผื่อ (Allowance)

เวลาเผื่อที่กำหนดในการปฏิบัติงานของพนักงานในการศึกษา จะกำหนดโดยการพิจารณาตัวแปรเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาสภาวะการทำงานต่างๆในสายการผลิตกับมาตรฐานที่กำหนดโดย International Labor Organization (ILO) ซึ่งเป็นเวลาเผื่อสำหรับบุคคลและความเครียดในองค์ประกอบด้านต่างๆ ดังแสดงในภาคผนวก ค โดยเป็นค่าร้อยละของเวลาพื้นฐานในการปฏิบัติงาน

ผลจากการพิจารณาค่าตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกัน ทำให้ได้ค่าร้อยละของเวลาเผื่อของพนักงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX เท่ากับ 13% ของเวลาพื้นฐาน ดังตารางที่ 3.2 ส่วนร้อยละของเวลาเผื่อในการทำงานอื่นๆแสดงในภาคผนวก ค เวลาเผื่อของแต่ละงานย่อยสามารถคำนวณจากร้อยละของเวลาเผื่อคูณด้วยเวลาพื้นฐาน ดังแสดงเวลาเผื่อของงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

เวลาเผื่อ = ร้อยละของการเผื่อ × เวลาพื้นฐาน

เวลาเผื่อ = $\frac{13}{100} \times 9.13$ = 1.1869 วินาที

ส่วนเวลาเผื่อของสถานีอื่นๆทั้งหมด สามารถหาได้โดยวิธีเดียวกัน โดยดูค่าได้จากตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อที่ได้จากการประเมินในการทำงาน

เวลาเผื่อ (Allowance)	ชาย (Men) (%)
เวลาเผื่อสำหรับบุคคล	5
เวลาเผื่อสำหรับความเครียด - ปานกลาง	2
เวลาเผื่อสำหรับน้ำหนักยก - น้ำหนักยก (ปอนด์)(1 ปอนด์=0.454 กิโลกรัม) : 5	0
สมาธิในการทำงาน - งานละเอียดมาก	2
ระดับเสียง - เสียงดัง	2
สภาพความตึงเครียด - งานซับซ้อนน้อย	1
ความซ้ำซาก - ปานกลาง	1
รวม	**13**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 หาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เมื่อได้คำนวณหาเวลาพื้นฐานและเวลาเผื่อของงานย่อยทั้งหมดแล้ว จะทำการนำข้อมูลเวลาดังกล่าวมาคำนวณหาเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน ซึ่งเวลามาตรฐานจะเป็นเวลาที่ใช้เป็นเวลาอ้างอิงของงานย่อยนั้นๆ แสดงการหาเวลามาตรฐาน จากงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX ได้ดังนี้

จากข้อมูลเวลาของงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

เวลาพื้นฐาน = 10.04×0.91

= 9.13 วินาที

เวลาเผื่อ = $\frac{13}{100} \times 9.31$

= 1.1869 วินาที

จะได้ว่า เวลามาตรฐาน = เวลาพื้นฐาน + เวลาเผื่อ

= 9.13 + 1.1869

= 9.26 วินาที

เพราะฉะนั้นเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 12 ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX คือ 9.26 วินาที

ในการคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานของงานย่อยอื่นๆ ก็สามารถคำนวณหาได้ด้วยวิธีเดียวกัน ข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยได้แสดงในภาคผนวก ข

3.4.5 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่จับเวลามากับอัตราการผลิตปัจจุบัน

เพื่อทดสอบว่าเวลาที่ทำการจับเวลามานั้นมีระดับความน่าเชื่อมั่นที่ยอมรับได้และสามารถนำไปวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและการสร้างแบบจำลองต่อไปจึงมีวิธีในการคำนวณ ซึ่งแสดงตัวอย่างการคำนวณของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้ดังนี้

1. หาผลรวมของเวลาในแต่ละสถานีการทำงานที่ได้แบ่งไว้แล้วในขั้นตอนการศึกษาเวลาซึ่งทำการแบ่งโดยการทำงานที่ต่อเนื่องกันและคนทำงานชุดเดียวกันได้ดังแสดงในตารางที่ 3.3
2. หารอบเวลา (Cycle Time) คือเวลาของสถานีการทำงานที่มากที่สุด
   จะได้ สถานีการทำงานที่ 3 เป็นสถานีการทำงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุดดังนั้น รอบเวลา มีค่าเท่ากับ 435.998 วินาที
3. นำรอบเวลา ไปคิดหาอัตราการผลิตในเวลาการทำงาน 6.5 ชั่วโมง (เวลาทำงานใน 1 วัน)
   จะได้ อัตราการผลิต $= \frac{\text{เวลาทำงาน}}{\text{รอบเวลา}} = \frac{6.5 \times 60 \times 60}{435.998} = 53.669 \approx 54$ เครื่องต่อวัน
4. เปรียบเทียบอัตราการผลิตที่คิดได้กับข้อมูลของบริษัทซึ่งอัตราการผลิต 55 เครื่องต่อวันมีความผิดพลาดที่เกิดจากการจับเวลาคิดเป็น 1.82%

สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ใช้วิธีการคำนวณในทำนองเดียวกันซึ่งแสดงได้ดังนี้

จะได้ รอบเวลา = 319.663 วินาที

อัตราการผลิต = 73.202 $\approx$ 73 เครื่องต่อวัน

อัตราการผลิตปัจจุบัน = 75 เครื่องต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาด = 2.67%

เวลาการทำงานรวมในแต่ละสถานีงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 3.3 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	210.535	229.464	252.413	230.804	**237.336**
2	91.761	101.289	109.849	100.966	**103.824**
3	375.989	425.329	470.679	423.999	**435.998**
4	116.378	120.143	127.138	121.220	**124.650**
5	181.929	194.65	223.915	200.165	**205.829**
6	248.165	266.298	284.509	266.324	**273.861**
7	121.384	129.096	139.549	130.010	**133.689**
				เวลารวม	**1515.187**

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาของสายการผลิต

จากการศึกษาการทำงานและศึกษาเวลาทั้ง 2 สายการผลิตที่เลือกเป็นกรณีศึกษาและพบปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการผลิตดังนี้

1. ไม่มีการกำหนดมาตรฐานการทำงาน ทำให้พนักงานยังทำงานซ้ำซ้อนกัน
2. เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) ในบางสถานีการทำงานจึงทำให้เกิดการรองาน
3. พื้นที่การทำงานยังไม่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น การเดินไปหยิบชิ้นส่วนในระยะทางห่างออกไปจากสถานีงาน การก้มหยิบชิ้นส่วนที่วางอยู่กับพื้น การหาชิ้นส่วนไม่พบขณะปฏิบัติงานเนื่องจากไม่มีการจำแนกชนิดของชิ้นส่วน เป็นต้น
4. บางสถานีการทำงานมีขั้นตอนการทำงานที่ไม่เป็นขั้นตอนมาตรฐานต่อการทำงาน เช่น ขั้นตอนการติดสติกเกอร์การกำหนดระยะการติดจะใช้การกะประมาณด้วยสายตาจึงทำใช้เวลาในการทำงานมาก

3.6 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

การแก้ไขปัญหาการเกิดจุดคอขวดและไม่มีขั้นตอนมาตรฐานในการทำงาน แก้ไขโดยการจัดสมดุลสายการผลิตของทั้ง 2 สายการผลิต ซึ่งใช้หลักการของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Candidate Rule) มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสายการผลิต ได้แสดงตัวอย่างการจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้ดังนี้

1. นำเวลารวมของทุกสถานีการทำงานมาหารด้วยจำนวนพนักงาน โดยใช้หลักการคิดที่ว่าให้ 1 คน ทำงาน 1 รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ซึ่งเป็นการทำงานที่เร็วที่สุดที่สามารถทำได้ ซึ่งในปัจจุบันในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX มีจำนวนพนักงาน 11 คน ดังนั้น รอบเวลา = 1515.187 / 11 = 137.744 วินาที
2. ทำการจัดสถานีการทำงานใหม่โดยที่พยายามให้เวลารวมของงานย่อยในแต่ละสถานีมีค่าเท่ากับรอบเวลาการทำงาน ซึ่งต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ดังนี้
    - 2.1 การทำงานที่ต้องทำต่อเนื่องกันแยกสถานีการทำงานไม่ได้ เช่น ประกอบชิ้นส่วนและขันน็อตยึดให้แน่น
    - 2.2 ลำดับขั้นตอนการทำงานที่ต้องทำก่อนหลังทำสลับกันไม่ได้ เช่น การใส่โครงช่องลมต้องทำหลังจากใส่ชุดมอเตอร์
    - 2.3 อุปกรณ์บางชนิดเคลื่อนย้ายไม่ได้หรือไม่สะดวก เช่น เครื่องไล่อากาศ (Vacuum Machine)

ในการจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX มีตัวอย่างการ จัดสถานีงานใหม่ดังนี้ ตัดงานย่อยที่ 12 – 17 ไปไว้ในสถานีงานที่ 2 เพื่อลดเวลารวมในสถานีงานให้ใกล้เคียงรอบเวลามากที่สุด ซึ่งมีข้อจำกัดที่งานย่อยที่ 10 – 11 ต้องทำงานต่อเนื่องกันจึงไม่สามารถแยกงานย่อยทั้ง 2 ออกจากกันได้ เป็นต้น ซึ่งแสดงเวลาในการจัดของทุกสถานีงานได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.4 หลังจากการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่รอบเวลาลดลงเหลือ 181.814 วินาที ซึ่งลดลงจากการจัดสายการผลิตแบบเดิมมาก สถานีงานอื่นๆ จัดในทำนองเดียวกัน ดังแสดงในภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	148.177	163.782	175.334	162.431	**167.028**
2	158.188	169.515	189.281	172.328	**177.205**
3	151.499	161.012	175.89	162.800	**167.408**
4	137.656	164.551	177.68	159.962	**164.489**
5	157.493	175.369	197.569	176.810	**181.814**
6	121.925	129.393	136.142	129.153	**132.808**
7	133.218	140.818	145.996	140.011	**143.973**
8	136.907	143.873	152.095	144.292	**148.375**
9	136.172	148.307	161.1	148.526	**152.730**
10	91.578	97.853	105.25	98.227	**101.007**
				เวลารวม	**1536.837**
				รอบเวลา	**181.814**

3.7 การปรับปรุงพื้นที่การทำงานและออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน

ในสายการประกอบเครื่องปรับอากาศนอกจากจะให้ความสำคัญกับขั้นตอนและวิธีการในการประกอบแล้ว เทคนิคทางการเคลื่อนไหวและการใช้เครื่องมือช่วยในการทำงานก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อช่วยลดเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนและอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.7.1 การปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

จากปัญหาที่พบว่ามีพื้นที่การทำงานไม่เหมาะสมต่อการทำงานจึงวิเคราะห์หาวิธีการปรับปรุงดังนี้

1. ทำการศึกษาการวางผังโรงงานในส่วนของสายการผลิตและทำการวาดรูปโดยแสดงรายละเอียดว่าชิ้นส่วนไหนวางในตำแหน่งใดดังแสดงในภาคผนวก ช จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomic) ในการกำหนดระยะห่างระหว่างส่วนต่างๆ ดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ช
2. ออกแบบชั้นวางของเพื่อปรับปรุงพื้นที่การทำงานให้ดีขึ้น ลดระยะทางและเวลาการทำงานของพนักงานในส่วนของการหยิบชิ้นส่วนเพื่อมาประกอบ ซึ่งชั้นวางของมีลักษณะดังนี้
   - เป็นโครงเหล็กที่ถูกแบ่งเป็น 4 ชั้น โดยที่ 2 ชั้นแรกสำหรับวางชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ และ 2 ชั้นล่างมีไว้สำรองชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้กระบะพลาสติกใส่ชิ้นส่วน และแบ่งช่องให้เหมาะสมสำหรับวางของในแต่ละสถานีงานนั้นๆ
- กระบะพลาสติกสามารถเลื่อนออกได้เพื่อทำการเปลี่ยนกระบะที่มีชิ้นส่วนมาแทนกระบะที่ใช้ชิ้นส่วนหมดแล้วได้

ซึ่งได้แสดงภาพส่วนประกอบ ขนาดของชั้นวางของ และตำแหน่งในการวางในแต่ละชิ้นส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดสมดุลสายการผลิตไว้ในภาคผนวก ช

3. ออกแบบกล่องสำหรับใส่ชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ต้องใช้บ่อยในสถานีงานต่างๆ เช่นน๊อต ยางรองสายไฟ กาว ซึ่งมีลักษณะดังนี้
   - เป็นกล่อง 2 ใบติดกัน เพื่อทำการแยกขนาดและชนิดของน๊อตในบางสถานีงานที่ใช้น๊อตหรืออุปกรณ์ชิ้นเล็กๆหลายขนาด
   - ติดกล่องไว้ข้างสายการผลิตเพื่อสะดวกต่อการหยิบใช้บ่อยๆ

   ซึ่งได้แสดงภาพส่วนประกอบและขนาดของกล่องไว้ในภาคผนวก ช

3.7.2 ออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน

จากปัญหาที่พบในการติดสติกเกอร์จึงออกแบบเครื่องมือช่วยในการติดสติกเกอร์ เพื่อช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้นและเพิ่มมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- ส่วนที่จะต้องสัมผัสกับเครื่องปรับอากาศจะทำจากแผ่นอะคลีลิกเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องปรับอากาศเสียหายจากการติดสติกเกอร์
- มีระยะบอกระดับที่จะติดสติกเกอร์ เพื่อลดเวลาในการหาระยะที่ต้องการติดสติกเกอร์
- ขีดบอกระยะในการติดสติกเกอร์สามารถเปลี่ยนได้ตาม รุ่นของเครื่องปรับอากาศ เพื่อความยืดหยุ่นในการทำงาน
- มีระบบหยุดเครื่องปรับอากาศเมื่อเข้ามายังสถานีงานนี้ เพื่อสะดวกในการใช้เครื่องมือ

ซึ่งได้แสดงภาพส่วนประกอบและขนาดของเครื่องมือช่วยติดสติกเกอร์ไว้ในภาคผนวก ช

3.8 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์เป็นการจำลองระบบงานจริง ซึ่งเป็นระบบงานที่ซับซ้อนมาไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ง่ายต่อการเฝ้าสังเกตการณ์พฤติกรรมของระบบ และยังช่วยให้ทราบถึงปัญหาของระบบแล้วทำการแก้ไขโดยไม่ต้องทดลองกับระบบงานจริง ซึ่งมีขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์ดังต่อไปนี้

3.8.1 การกำหนดปัญหา

การกำหนดปัญหาของสายการผลิตที่เลือกเป็นกรณีศึกษานั้น จะสอบถามจากวิศวกร หัวหน้าพนักงานประจำแผนกต่างๆ พนักงานประจำสายการผลิตและสังเกตจากสภาพการทำงาน ซึ่งสามารถระบุปัญหาโดยแยกตามสายการผลิตได้ดังนี้

ก. สายการประกอบเครื่องระบายความร้อน (Condensing)

1. ขาดการจัดสมดุลสายการผลิต
2. ขั้นตอนการทำงานไม่เป็นมาตรฐาน

ข. สายการประกอบเครื่องทำความเย็น (Fancoil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีการขาดชิ้นงานที่ใช้ในการประกอบบ่อยเกินไป

2. มีชิ้นงานค้างอยู่ที่สถานีการประกอบสายไฟมากเกินไป

3.8.2 การตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานเป็นการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งในการตั้งสมมติฐานนั้นจะต้องอาศัยทั้งความรู้และประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ได้กำหนดไว้สามารถแยกตามสายการผลิตได้ดังต่อไปนี้

ก. สายการประกอบเครื่องระบายความร้อน (Condensing)

1. จัดสมดุลของสายการผลิตใหม่

2. ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้เป็นมาตรฐาน

ข. สายการประกอบเครื่องทำความเย็น (Fancoil)

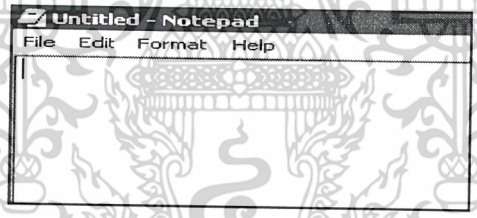
1. ออกแบบที่วางชิ้นส่วนให้เพียงพอต่อการประกอบ

2. แบ่งสถานีการทำงานให้ชัดเจนโดยแบ่งเป็นหลายงานย่อยเพื่อลดรอบเวลาการทำงานของระบบ

3.8.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

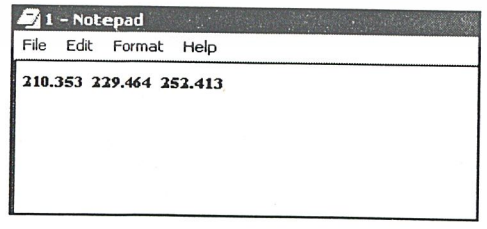
ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะนำเอาข้อมูลที่เป็นเวลามาตรฐานที่ได้จากการคำนวณและวิเคราะห์ในหัวข้อ 3.3 มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำมาเก็บไว้ในโปรแกรมโน้ตแพท (Notepad) ซึ่งมีวิธีการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรมโน้ตแพท ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผลลัพธ์จากการเปิดโปรแกรมโน้ตแพท

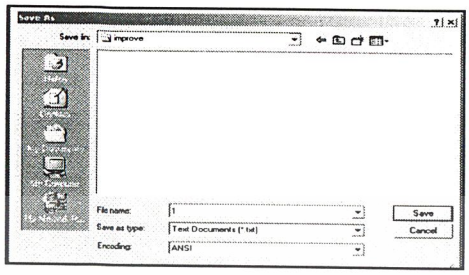
2. ป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขลงในโปรแกรมโดยการกด Spacebar ระหว่างข้อมูลแต่ละตัวโดยไม่ต้องมีการ Enter ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผลลัพธ์การป้อนข้อมูลในโปรแกรมโน้ตแพท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จแล้วให้ทำการบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลในนามสกุลทีเอกซ์ที (.txt) โดยการเข้าที่เมนู File/Save ซึ่งจะปรากฏอีกหน้าจอหนึ่งขึ้นมา จากนั้นก็ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลแล้วกดปุ่ม Save เพื่อบันทึกแฟ้มข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การบันทึกแฟ้มข้อมูลนามสกุลทีเอกซ์ที

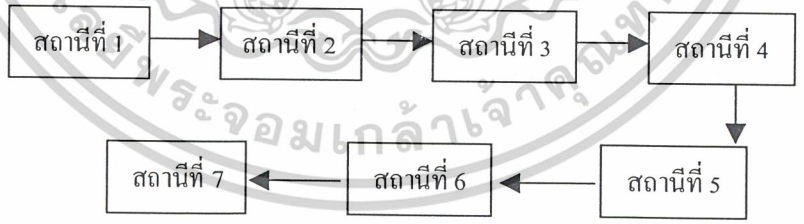
ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 ของข้อมูลเวลาของแต่ละสถานีการทำงานจนครบทุกสถานี เมื่อทำการจัดเก็บข้อมูลเป็นแฟ้มข้อมูลแล้วก็นำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในโปรแกรมแอรีน่า

3.8.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองสถานการณ์ เพราะถ้าสร้างแบบจำลองที่ไม่ถูกต้องหรือใส่ข้อมูลที่ผิดพลาดจากระบบจริง ก็จะทำให้แบบจำลองที่ได้ ไม่สามารถใช้แทนพฤติกรรมของระบบงานจริงได้ ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างร่างแบบจำลอง

การสร้างร่างแบบจำลองนั้น คือขั้นตอนการพยายามที่จะนำเอาคุณลักษณะ (Feature) หลักๆของระบบที่จะทำการจำลอง มาสร้างเป็นโครงสร้างของแบบจำลองในเบื้องต้นบนแผ่นกระดาษแล้วเรียงลำดับขั้นตอนการประกอบในแต่ละสายการผลิตให้ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การสร้างร่างแบบจำลอง

ซึ่งจะเป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของแบบจำลองโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในขั้นตอนนี้

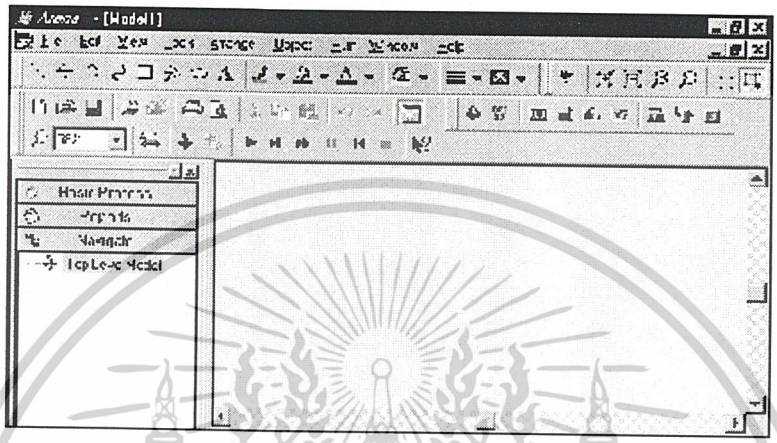
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสร้างแบบจำลองลงบนคอมพิวเตอร์

จะนำเอาร่างแบบจำลองที่สร้างไว้ในข้อ 1 มาแปลงเป็นข้อมูลลงในซอฟต์แวร์ของการจำลองสถานการณ์ ซึ่งในกรณีนี้ก็คือโปรแกรมแอรีน่า มีขั้นตอนการสร้างดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

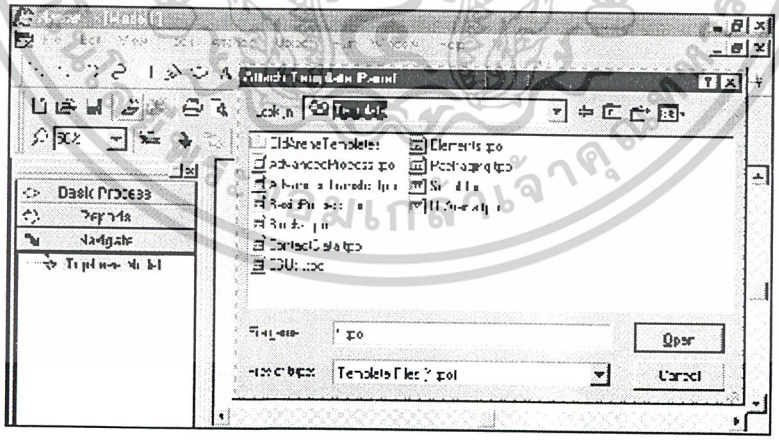
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะใช้สายการประกอบในขั้นตอนการร่างแบบจำลอง

1. เปิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์จนปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 หน้าต่างหลักของโปรแกรมแอรีน่า

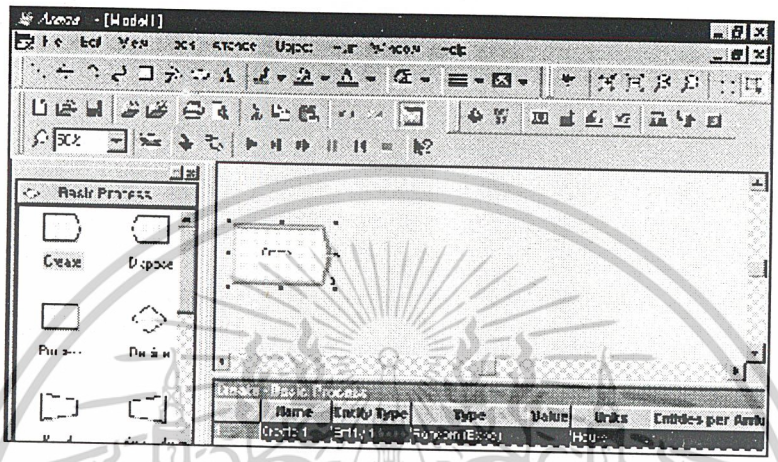
2. การเรียกคำสั่งของโปรแกรมขึ้นมาใช้นั้นจะต้องคลิกที่ปุ่ม Solution บนเมนู ซึ่งในกรณีนี้จะเลือกเอาคำสั่งใน Basic Process มาใช้ ซึ่งแต่ละคำสั่งจะเรียกว่าโมดุล (Module) ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การเรียกคำสั่งของโปรแกรมแอรีน่า

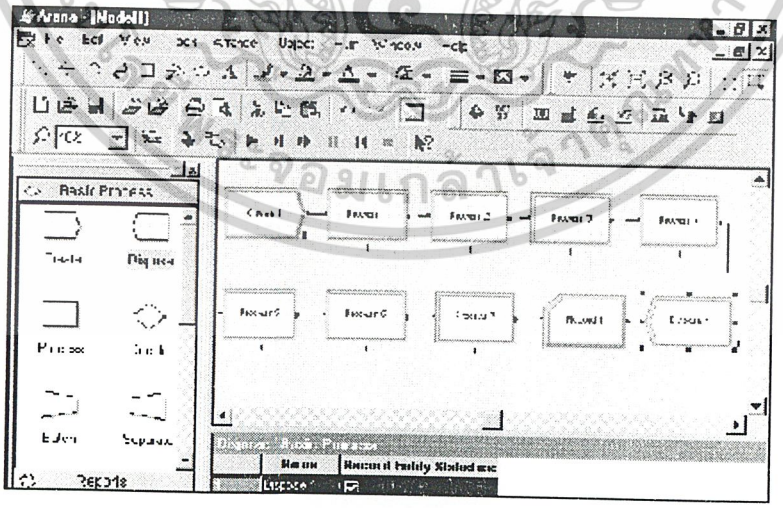
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเริ่มต้นของระบบจะต้องมีการเคลื่อนไหวของเอนทิตี้ (Entity) ดังนั้นจึงต้องกำหนดคุณสมบัติการเข้ามาของเอนทิตี้ ซึ่งก็คือเวลาระหว่างการมาของเอนทิตี้ (Interval Time Between) โดยการคลิกที่โมดุลคลีเอท (Create) แล้วกดเม้าท์ค้างไว้ นำมาวางไว้บนหน้าต่างหลักของโปรแกรมแอรีน่า เมื่อปล่อยมือออกจากเม้าท์แล้วก็จะได้โมดุลคลีเอท ปรากฏอยู่บนหน้าจอหลักดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การเริ่มต้นสร้างระบบโดยการใช้โมดุลคลีเอท

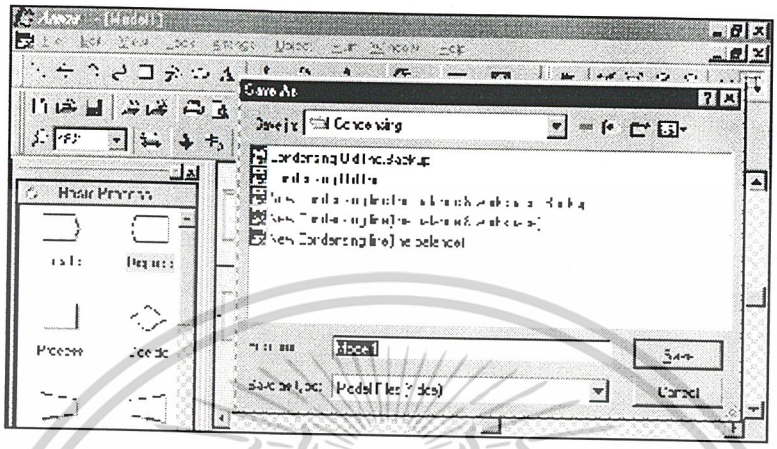
4. จากนั้นก็ทำซ้ำเหมือนขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 โดยนำเอาโมดุล Process มาวางไว้ในหน้าต่างหลัก 7 โมดุล โมดุล Record 1 โมดุล และโมดุล Dispose 1 โมดุล จากนั้นก็ลากเส้นเชื่อมแต่ละโมดุล ซึ่งจะปรากฏดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การใช้คำสั่งต่างๆในการสร้างระบบให้สมบูรณ์

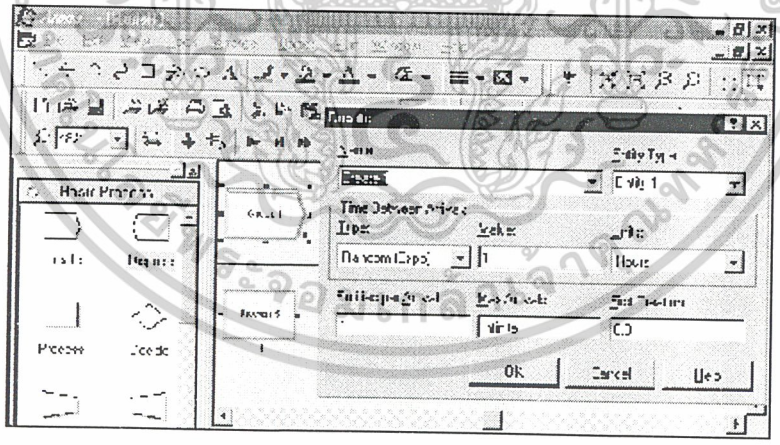
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลโดยเข้าไปที่เมนู File/Save จากนั้นก็ใส่ชื่อของแฟ้มข้อมูลแล้วกดบันทึก คอมพิวเตอร์ก็จะบันทึกข้อมูลเป็นแฟ้มข้อมูลในนามสกุลดีโออี (.doe) ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การบันทึกแฟ้มข้อมูลในนามสกุลดีโออี

6. การกำหนดคุณสมบัติให้แต่ละโมดุล โดยการคลิกที่โมดุลที่ต้องการจะกำหนดคุณสมบัติสองครั้งติดต่อกัน ซึ่งก็จะปรากฏหน้าต่างอีกหน้าต่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อให้ป้อนข้อมูลต่างๆของแต่ละโมดุลลงไป เมื่อป้อนข้อมูลของค่าต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้วก็กดปุ่ม OK ดังรูป

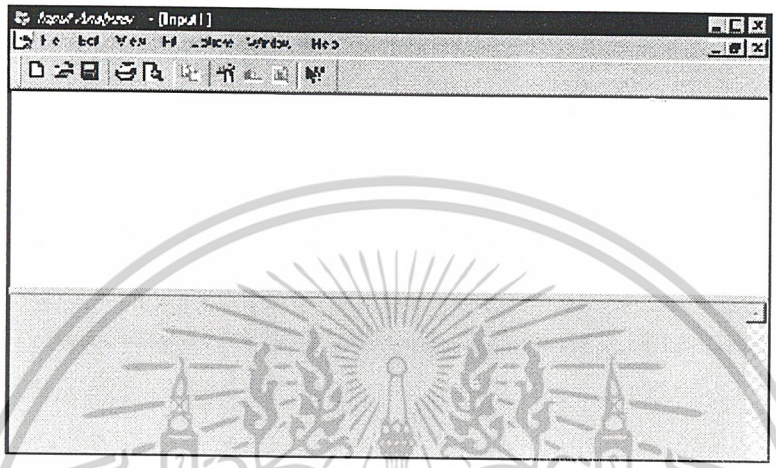


รูปที่ 3.10 การกำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละโมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เวลาที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละโมดุลนั้นจะต้องอยู่ในรูปของการแจกแจง ซึ่งเราสามารถที่จะนำเอาข้อมูลที่เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลนามสกุลทีเอกซ์ที มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแอรีน่าได้ดังต่อไปนี้

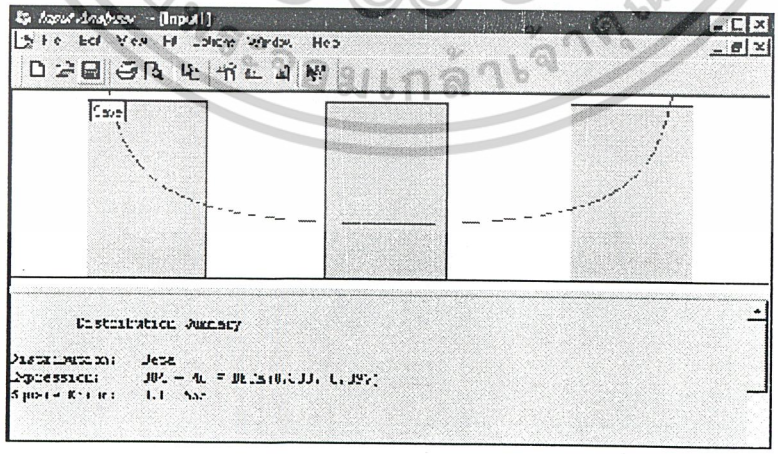
7.1 เข้าไปที่เมนู Tool/Input Analyzer ก็จะปรากฏหน้าต่างของอินพุทอนาไลเซอร์ (Input Analyzer) ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าต่างหลักของอินพุทอนาไลเซอร์

7.2 จากนั้นก็เข้าไปที่เมนู File/Data File/Use Existing เพื่อนำแฟ้มข้อมูลที่เก็บไว้แล้วในหัวข้อ 3.8.3 มาวิเคราะห์

7.3 หน้าต่างของอินพุทอนาไลเซอร์ ก็จะปรากฏเป็นกราฟฮิตโทแกรมจากนั้นก็เข้าไปที่เมนู Fit/Fit All เครื่องก็จะทำการประมวลผลข้อมูลแล้วแสดงผลในลักษณะของข้อมูลที่ได้แจกแจงแล้วดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การประมวลผลข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 จากนั้นก็คัดลอกข้อมูลในส่วนของ Expression ที่แสดงชนิดของข้อมูลที่แจกแจงไปใส่ไว้ในโมดุล ของหน้าต่างหลักของโปรแกรม

7.5 ทำซ้ำเหมือนกับขั้นตอนที่ 7.1 ถึง ขั้นตอนที่ 7.4 กับโมดุลและโมดุลอื่นๆ ก็จะได้โมเดลที่สมบูรณ์

3.8.5 การพิสูจน์แบบจำลองสถานการณ์

การพิสูจน์แบบจำลองสถานการณ์นั้นก็เพื่อพิสูจน์ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นบนซอฟแวร์นั้นมีความตรงกับระบบจริงที่จะทำการแก้ปัญหาหรือไม่ ซึ่งการพิสูจน์แบบจำลองนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การพิสูจน์ความถูกต้อง (Verification)

เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาในซอฟแวร์นั้นถูกต้องตรงกับร่างแบบจำลองที่ทำไว้ในหัวข้อการร่างแบบจำลองหรือไม่ โดยสิ่งที่จะตรวจสอบก็คือ ลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิต จำนวนสถานีการทำงาน ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละโมดุล

2. การพิสูจน์ความเป็นจริง (Validation)

เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองนั้นมีความตรงกับระบบจริงที่ทำการจำลองมา โดยในกรณีของโครงงานนี้จะเปรียบเทียบจากจำนวนอัตราการผลิตต่อวันและจำนวนชิ้นงานที่ค้างอยู่ที่สถานีงานของระบบจริง ณ เวลาปัจจุบันกับผลลัพธ์ของจำนวนอัตราการผลิตต่อวันและจำนวนชิ้นงานที่ค้างอยู่ที่สถานีงานที่ได้จากแบบจำลอง

3.8.6 การทดลอง

การสร้างแบบจำลองขึ้นมาก็เพื่อทำการทดลองบนแบบจำลองนั้น ซึ่งจะมีการแสดงผลทั้งในรูปข้อความและรูปภาพ ทำให้ผู้จำลองสถานการณ์สามารถเฝ้าดูการเปลี่ยนแปลงของระบบในแบบจำลองได้เหมือนกับดูการเปลี่ยนแปลงในระบบงานจริง ซึ่งการทดลองในโครงงานนี้จะมีการทดลองในสายการผลิตทั้งสองตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ดังต่อไปนี้

1. ทดลองการจัดสมดุลของสายการผลิตใหม่ แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับผลลัพธ์เดิมก่อนทำการเปลี่ยนแปลง
2. ปรับปรุงพื้นที่การทำงานเพื่อลดเวลาในการทำงานแล้วเปรียบเทียบว่ามีผลกระทบต่อระบบอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลจากการสำรวจสภาพปัจจุบันของโรงงาน

จากการศึกษาวิธีการทำงานและเวลาของพนักงานที่ใช้ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX และเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ได้ผลการดำเนินงานดังนี้

4.1.1 ผลจากการศึกษาวิธีการทำงานโดยละเอียด

ก่อนที่จะทำการศึกษาเวลา ต้องศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานและสภาพของการปฏิบัติงานเสียก่อน เพื่อให้ได้วิธีการปฏิบัติงานที่เป็นปัจจุบัน โดยเริ่มจากบันทึกข้อมูลทั้งหมดในการทำงานแล้วนำมาแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ เพื่อให้วิเคราะห์สังเกตและวัดผลสะดวก จากนั้นนำไปเขียนลงในแบบฟอร์มมาตรฐานที่มีการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานสากลเพื่อง่ายต่อการเข้าใจ ในที่นี้จะเขียนลงในแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart) ดังแสดงในภาคผนวก ก

4.1.2 ผลจากการศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลาในลักษณะการจับงานย่อยแต่ละครั้ง (Fly-back Timing)

หลังจากที่ได้แยกงานออกเป็นงานย่อยและบันทึกเรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มทำการจับเวลาได้ ในที่นี้ใช้การจับเวลาแต่ละครั้ง โดยจะกดปุ่มให้นาฬิกาเริ่มที่ศูนย์ในแต่ละงานย่อย และเริ่มจับเวลาของงานย่อยถัดไป พนักงานที่ถูกจับเวลาจะเป็นพนักงานที่เหมาะสมและทำงานในสภาพปกติ นำค่าเวลาที่จับได้มาบันทึกลงในตารางการศึกษาเวลา คำนวณเวลาเฉลี่ย การประเมินค่า เวลาพื้นฐาน ค่าเผื่อและเวลามาตรฐาน และได้สรุปเป็นเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีการทำงานของทั้ง 2 สายการผลิตดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 และแสดงรายละเอียดทุกงานย่อยดังแสดงในภาคผนวก ข และ ค

ตารางที่ 4.1 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	210.535	229.464	252.413	230.804	**237.336**
2	91.761	101.289	109.849	100.966	**103.824**
3	375.989	425.329	470.679	423.999	**435.998**
4	116.378	120.143	127.138	121.220	**124.650**
5	181.929	194.65	223.915	200.165	**205.829**
6	248.165	266.298	284.509	266.324	**273.861**
7	121.384	129.096	139.549	130.010	**133.689**
				รอบเวลา	**435.998**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลรวมของเวลาการทำงานในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	288.522	313.432	330.643	310.866	**319.663**
2	145.389	154.715	172.351	157.485	**161.942**
3	232.312	245.622	272.744	250.226	**257.307**
4	184.809	197.734	218.802	200.448	**206.121**
5	162.682	179.131	191.033	177.615	**182.642**
6	100.925	108.488	115.862	108.425	**111.493**
7	104.842	111.641	117.388	111.290	**114.440**
				เวลารวม	**1353.609**
				รอบเวลา	**319.663**

4.1.3 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานของโรงงานกับเวลามาตรฐานที่หาได้

จากการเปรียบเทียบค่าเวลามาตรฐานจากการจับเวลาจริงกับเวลามาตรฐานของโรงงาน แสดงภาคผนวก ข พบว่าในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX มีความผิดพลาด $\pm$ 1.82% และเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR มีความผิดพลาด $\pm$ 2.67% ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาและขนาดของตัวอย่างที่ยังไม่เหมาะสม เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาไม่เพียงพอที่จะจับเวลาให้ได้ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้ แต่ค่าความผิดพลาดยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้จึงนำเวลาที่จับไม่ได้ไปทำการศึกษาต่อไปได้

4.2 ผลการจัดสมดุลสายการผลิต

หลังจากที่ได้เวลามาตรฐานของแต่ละสถานีการทำงานแล้วพบว่าสายการผลิตยังไม่มีสมดุลซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดจุดคอขวด จึงทำการจัดสมดุลการผลิตโดยใช้หลักการของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสายการผลิต และคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆในการจัดสมดุลการผลิต ได้ผลการจัดสมดุลสายการผลิตดังนี้

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้รอบเวลาลดลงคือ 181.814 วินาที จากเดิม 435.998 วินาที ซึ่งทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นเป็น 128.702 $\approx$ 129 เครื่องต่อวัน จากเดิม 55 เครื่องต่อวัน ซึ่งแสดงผลการจัดสมดุลสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3
2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ได้รอบเวลาลดลงคือ 267.772 วินาที จากเดิม 319.663 วินาที ซึ่งทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นเป็น 87.387 $\approx$ 88 เครื่องต่อวัน จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิม 75 เครื่องต่อวัน ซึ่งแสดงผลการจัดสมดุลสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	148.177	163.782	175.334	162.431	**167.028**
2	158.188	169.515	189.281	172.328	**177.205**
3	151.499	161.012	175.89	162.800	**167.408**
4	137.656	164.551	177.68	159.962	**164.489**
5	157.493	175.369	197.569	176.810	**181.814**
6	121.925	129.393	136.142	129.153	**132.808**
7	133.218	140.818	145.996	140.011	**143.973**
8	136.907	143.873	152.095	144.292	**148.375**
9	136.172	148.307	161.1	148.526	**152.730**
10	91.578	97.853	105.25	98.227	**101.007**
				เวลารวม	**1536.837**
				รอบเวลา	**181.814**

ตารางที่ 4.4 การจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	151.998	169.825	179.579	167.134	**171.864**
2	141.355	151.309	159.739	150.801	**155.069**
3	140.558	147.013	163.676	150.416	**154.672**
4	177.250	189.856	203.708	190.271	**195.656**
5	239.871	253.500	287.838	260.403	**267.772**
6	162.682	179.131	191.033	177.615	**182.642**
7	100.925	108.488	115.862	108.425	**111.493**
8	104.842	111.641	117.388	111.290	**114.440**
				เวลารวม	**1353.609**
				รอบเวลา	**267.772**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

เมื่อทำการปรับปรุงตำแหน่งการวางชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบและการออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน แล้วจึงทำการปรับเวลาให้ลดลงในขั้นตอนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพื้นที่การทำงานและการใช้เครื่องมือช่วย ซึ่งได้ผลดังนี้

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้รอบเวลาลดลงคือ 156.103 วินาที จากเดิม 435.998 วินาที ซึ่งทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นเป็น 149.90 ≈ 150 เครื่องต่อวัน จากเดิม 55 เครื่องต่อวัน ซึ่งแสดงผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5
2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR ได้รอบเวลาลดลงคือ 226.093 วินาที จากเดิม 319.663 วินาที ซึ่งทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นเป็น 103.497 ≈ 104 เครื่องต่อวัน จากเดิม 75 เครื่องต่อวัน ซึ่งแสดงผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	132.007	140.682	145.834	139.508	**143.456**
2	126.188	135.515	145.271	135.658	**139.497**
3	127.544	133.812	141.242	134.199	**137.997**
4	137.656	140.551	142.68	140.296	**144.266**
5	143.493	152.359	159.569	151.807	**156.103**
6	96.925	103.668	107.425	102.673	**105.578**
7	101.218	108.118	112.997	107.444	**110.485**
8	103.907	108.873	115.495	109.425	**112.522**
9	97.998	105.172	111.894	105.021	**107.993**
10	79.795	84.641	89.555	84.664	**87.060**
				เวลารวม	**1244.957**
				รอบเวลา	**156.103**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการปรับปรุงพื้นที่การทำงานสายผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	109.782	123.235	131.667	121.561	**125.002**
2	111.394	119.307	127.617	119.439	**123.126**
3	116.543	123.526	131.966	124.012	**127.521**
4	160.234	169.473	179.642	169.783	**174.588**
5	214.869	218.588	226.156	219.871	**226.093**
6	139.658	152.096	162.299	151.351	**155.634**
7	90.906	97.067	101.904	96.626	**99.360**
8	86.815	93.616	98.805	93.079	**95.713**
				เวลารวม	**1127.037**
				รอบเวลา	**226.093**

4.4 ผลการสร้างแบบจำลอง

เมื่อการจำลองสถานการณ์ได้มีการพิสูจน์ความถูกต้องจนอยู่ในระดับที่พอใจของผู้ทำการจำลอง จากนั้นก็จะทำการวิเคราะห์ผลการจำลองจากการทดลองที่ได้ดำเนินการ ซึ่งในการทดลองนั้นจะมีอยู่ 2 การทดลองดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ของระบบจริง

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX เมื่อทำการจำลองสถานการณ์จากพฤติกรรมของระบบจริงจะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 53 เครื่อง ซึ่งในระบบงานจริงอัตราการผลิตเท่ากับ 55 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไปเท่ากับ 3.63% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้
2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR จากการจำลองสถานการณ์พฤติกรรมของระบบจริงจะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 73 เครื่อง ซึ่งในระบบงานจริงอัตราการผลิตเท่ากับ 75 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไปเท่ากับ 2.67% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

4.4.2 การจัดสมดุลของสายการผลิต

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX เมื่อนำข้อมูลจากการจัดสมดุลของสายการผลิตมาทำการจำลองสถานการณ์จะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 126 เครื่อง ซึ่งในการคำนวณจากข้อมูลของรอบเวลาจะพบว่าอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 129 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไปเท่ากับ 2.33% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR เมื่อนำข้อมูลจากการจัดสมดุลของสายการผลิตมาทำการจำลองสถานการณ์จะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 86 เครื่อง ซึ่งในการคำนวณจากข้อมูลของรอบเวลาจะพบว่าอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 88 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไป เท่ากับ 2.27% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

4.4.3 การปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX เมื่อนำข้อมูลจากการจัดสมดุลของสายการผลิตและปรับปรุงพื้นที่การทำงานมาทำการจำลองสถานการณ์จะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 147 เครื่อง ซึ่งในการคำนวณจากข้อมูลของรอบเวลาจะพบว่าอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 150 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไปเท่ากับ 2.00% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้
2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR เมื่อนำข้อมูลจากการจัดสมดุลของสายการผลิตและปรับปรุงพื้นที่การทำงานมาทำการจำลองสถานการณ์จะพบว่าผลลัพธ์ของอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 103 เครื่อง ซึ่งในการคำนวณจากข้อมูลของรอบเวลาจะพบว่าอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 104 เครื่อง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ที่คลาดเคลื่อนไปเท่ากับ 0.009% ซึ่งมีการคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

4.4.3 การออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน

จากการออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงานแล้วนำเอาแบบที่ได้ไปสำรวจราคาที่ร้านรับจ้างทำ จึงสามารถสรุปรวมค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงานและการใช้เครื่องมือช่วยในการทำงานดังแสดงในตารางที่4.7

ตารางที่ 4.7 รายจ่ายทั้งหมดที่ต้องใช้ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

อุปกรณ์	ราคาต่อหน่วย (บาท)	เครื่องทำความเย็น		เครื่องระบายความร้อน	
		จำนวน (ชุด)	ราคารวม (บาท)	จำนวน (ชุด)	ราคารวม (บาท)
1.ชั้นวางของ	1,500	7	10,500	3	4,500
2.กระบะพลาสติกใส่ชิ้นส่วนขนาด 58X70X20 (ม.ม.)^3	230	28	6,440	12	2,760
3.เครื่องมือช่วยในการติดสติกเกอร์	350	1	350	1	350
4.กล่องใส่ชิ้นส่วนเล็กๆ	250	8	2,000	7	1,750
รวม			19,290		9,360
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	**28,650 บาท**				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียค่าใช้จ่ายกับอัตราการผลิตที่เพิ่มมากขึ้นแล้วจะเห็นว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนมาก การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับรายได้ที่เพิ่มขึ้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบรายจ่ายที่ต้องใช้กับรายรับที่เพิ่มขึ้น

ประเภท	เครื่องทำความเย็น	เครื่องระบายความร้อน	รวม(บาท)
ราคาขายเฉลี่ย (บาทต่อเครื่อง)	6,000	7,000	
จำนวนการผลิตที่เพิ่มขึ้น (เครื่องต่อวัน)	105	29	
รายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน	630,000	203,000	833,000
รายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน	18,900,000	6,090,000	24,990,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและวิจัยเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับอุตสาหกรรมการประกอบเครื่องปรับอากาศ โดยนำความรู้ที่ได้เคยศึกษามาในการเรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตในงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะเน้นการจัดสมดุลสายการผลิตและการปรับปรุงการพื้นที่การทำงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นและประเภทเครื่องระบายความร้อน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการศึกษาและวิจัยเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การจัดสมดุลของสายการผลิต

การจัดสมดุลของสายการผลิตเป็นการปรับปรุงสถานีการทำงานโดยการแบ่งงานในแต่ละสถานีงานให้เหมาะสมเพื่อทำให้รอบเวลาของการผลิตลดลง ซึ่งทำให้มีอัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นดังนี้

1. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX รอบเวลาลดลง 254.184 วินาที ซึ่งคิดเป็น 58.29% และทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้น 74 เครื่อง ซึ่งคิดเป็น 57.36%
2. สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR รอบเวลาลดลง 51.891 วินาที ซึ่งคิดเป็น 16.23% และทำให้อัตราการผลิตต่อวันเพิ่มขึ้น 13 เครื่อง ซึ่งคิดเป็น 14.77%

จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าการจัดสมดุลสายการผลิตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้เป็นอย่างมาก

5.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาสามารถนำผลการดำเนินงานมาวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา

1. ในขณะที่ทำการจับเวลาพนักงานมีสภาพการทำงานที่ไม่เป็นปกติ เนื่องจากพนักงานรู้สึกว่ามีการเข้าไปจับผิดจึงทำให้เกิดสภาพการทำงานที่เร็วเกินไปหรือช้าเกินไป
2. ระยะเวลาในการศึกษาการทำงานและเวลาเป็นช่วงที่อัตราการผลิตค่อนข้างน้อยเนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวจึงทำให้เป็นปัญหาต่อการศึกษาเนื่องจากไม่มีการวางแผนการผลิตที่แน่นอน จึงทำให้ไม่สามารถจับเวลาได้ตามจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม
3. รุ่นที่เลือกเป็นกรณีศึกษาไม่ได้ผลิตในวันและเวลาที่ผู้วิจัยเข้าไปศึกษา ทางโรงงานผลิตในเวลาอื่น จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการจับเวลาให้ได้ตามจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม
4. โรงงานไม่เคยมีการศึกษาการทำงานมาก่อนเลยจึงขาดข้อมูลในทุกๆส่วน ทำให้ผู้วิจัยต้องทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลใหม่ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 วิเคราะห์ผลการปรับปรุงสายการผลิตและปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

1. การจัดสมดุลสายการผลิตควรดำเนินการควบคู่ไปกับการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการปรับปรุงการผลิตอย่างสูงสุด
2. การปรับปรุงพื้นที่การทำงานที่เสนอในปริญญานิพนธ์นี้ใช้หลักการของเออร์โกโนมิกส์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับบุคคลทั่วไป แต่การนำไปใช้งานจริงในโรงงานจะต้องให้เหมาะสมกับสัดส่วนและ สรีระของพนักงานปฏิบัติงานในสายการผลิต
3. ในงานย่อยบางงานที่ใช้เวลาการทำงานมากเกินไป เพื่อทำการลดเวลาในส่วนนี้ควรใช้วิธีการเพิ่มสถานีการทำงาน หรือเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานอีก 1 ชุด เช่น งานย่อยที่ 40 ในสายการผลิตเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR เป็นการไล่อากาศ (Vacuum) ควรเพิ่มเครื่องการทำงานอีก 1 ชุด และ งานย่อยที่ 30 ในสายการผลิตเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX เป็นการต่อสายไฟ สายมอเตอร์ สายเทอร์มินอลและคอนโทลอนาลอกเข้าด้วยกัน ควรเพิ่มผู้ปฏิบัติงานอีก 1 คน
4. ในสถานีการทำงานที่มีการขันน็อตควรมีเครื่องมือในการขันน็อตให้เพียงพอและจัดวางในตำแหน่งที่หยิบได้ง่าย ไม่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน

5.3 แนวทางพัฒนาและปรับปรุงในอนาคต

เนื่องจากปัจจุบันและในอนาคตมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจเป็นอย่างมากและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมองเห็นแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงในอนาคตดังนี้

1. พัฒนาโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ให้ครอบคลุมหน่วยงานอื่นๆทั้งองค์กร โดยเริ่มตั้งแต่การรับใบสั่งซื้อจากลูกค้าสัมพันธ์ต่อเนื่องไปจนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมออกจำหน่าย
2. วิเคราะห์วิธีการทำงานของแต่ละงานย่อยแล้วออกแบบวิธีการทำงานที่ง่ายและสะดวก โดยตัดงานย่อยที่ไม่จำเป็นออกหรือรวมงานย่อยบางอย่างที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน
3. นำระบบคัมบัง (Kanban) เข้ามาใช้กับชิ้นส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการประกอบเพื่อลดปัญหาการขาดชิ้นส่วนหรือชิ้นส่วนไม่เพียงพอต่อการผลิต
4. การพัฒนาและปรับปรุงระบบประกันและควบคุมคุณภาพ เนื่องจากการได้เข้าไปศึกษาการทำงานจะพบเห็นปัญหาที่เกิดจากระบบคุณภาพเป็นอย่างมาก เช่น ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบขาดคุณภาพทำให้ต่อสูญเสียเวลาเพื่อทำการแก้ไขชิ้นส่วนเหล่านี้ก่อน ดังนั้นถ้าระบบคุณภาพได้ถูกพัฒนาควบคู่ไปกับการปรับปรุงการทำงานแล้วจะส่งผลให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีต่อไป
5. การพัฒนาและปรับปรุงบุคลากร เนื่องจากกำลังคนเป็นส่วนสำคัญต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานเป็นอย่างมากจึงควรมีการพัฒนาควบคู่ไปกับการปรับปรุงการทำงานด้วย จากที่ได้สังเกตเห็นจากการเข้าไปศึกษาการทำงานนี้พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตยังขาดทักษะและความชำนาญในการทำงานอยู่มาก จึงความมีการจัดการฝึกอบรมพนักงานก่อนการเข้าทำงาน
6. การพัฒนาและปรับปรุงการวางแผนการผลิต ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า กำลังการผลิต ฤดูกาล และพื้นที่การเก็บวัสดุคงคลัง
7. การพัฒนาและปรับปรุงการประสานงาน เพื่อให้การดำเนินงานของหน่วยงานภายในองค์กรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผจญ ภักดีกุล, *"การเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น"*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532

[2] สุนันท์ วิเศษสรรโชค, *"การเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์"*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534

[3] ธราธิป ตรีวิเชียร, *"การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนและ อุปกรณ์ประดับรถยนต์"*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

[4] ชมพูนุท จันทร์คงสุวรรณ และ พรรณพร อภัยทอง, *"การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมสำหรับยานยนต"*,ปริญญานิพนธ์,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544

[5] วันชัย ริจิรวนิช, *"การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา"*, พิมพ์ครั้งที่2, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543

[6] ผศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, อาจารย์เนื้อโสม ติงสัญชลี, *"การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา"*, สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2538

[7] ชุมพล ศฤงคารศิริ, *"การวางแผนและควบคุมการผลิต"*, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงแผนภูมิกระบวนการผลิตของการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	D	□	▽
1	นำคอลย์(Coil)วางลงบนสายการผลิต	2.681			●			
2	ประกอบโคเวอร์คอยล์(Cover Coil)2ด้าน	8.143		●				
3	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอยล์ทั้ง 2 ด้าน	10.437		●				
4	พลิกคอลย์กลับด้าน	2.409		●				
5	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอลย์ทั้ง 2 ด้าน	9.607		●				
6	เคลื่อนย้ายคอยล์ไปวางไว้	1.859	200		●			
7	นำแผ่นกระดานวางบนสายการผลิต	3.915	300	●				
8	นำเฮาท์ซิ่ง(Housing)วางบนแผ่นกระดาน	4.697	350		●			
9	เจาะรูโพลีเอทีลีน(PE)ที่ยังไม่ทะลุตามรู	4.076		●				
10	วางคอยล์บนเฮาท์ซิ่ง	21.481	250					●
11	ขันน็อตยึดคอยล์กับเฮาท์ซิ่ง	64.938		●				
12	วางชุดมอเตอร์บนเฮาท์ซิ่ง	10.036	180		●			
13	ขันน็อตยึดชุดมอเตอร์กับเฮาท์ซิ่ง	27.791		●				
14	วางถาดน้ำทิ้งบนเฮาท์ซิ่ง	8.986	180		●			
15	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านขวา	32.246		●				
16	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านซ้าย	12.882		●				
17	พลิกเฮาท์ซิ่งตั้งขึ้น	4.483		●				
18	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านซ้าย	3.297		●				
19	ใส่หูแขวนด้านซ้ายและขันน็อตให้แน่น	22.593	100		●			
20	ใส่คอลย์เลงจ์(Coil Length)	21.563	150		●			
21	ขันน็อตยึดคอลย์เลงจ์กับเฮาท์ซิ่ง	28.451		●				
22	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านขวา	3.004		●				
23	ใส่หูแขวนด้านขวาเข้ากับน็อตและขันน็อตให้แน่น	22.058	100		●			
24	วางฝาบนบนเฮาท์ซิ่ง	7.403	200		●			
25	ขันน็อตยึดฝาบนกับเฮาท์ซิ่ง	63.077		●				
26	ใส่ลูกยางรองสายเทอร์มินอลที่รูด้านขวา	2.722	50	●				
27	ติดแผงเทอร์มินอลกับเฮาท์ซิ่งและขันน็อตยึด 2 ตัว	47.526	150	●				
28	ใส่สายเทอร์มินอลในรูที่ใส่ยางรอง	2.506		●				
29	ขันน็อตสำหรับติดตั้งสายดินกับเฮาท์ซิ่ง	14.505		●				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	D	□	▽
30	ต่อสายมอเตอร์,เทอร์มินอล,คอนโทลอนาลอก	159.962			●			
31	คลายน็อตที่แผงเทอร์มินอลออก	12.126		●				
32	ใส่สายไฟในรูที่คลายน็อตออก	15.985	150	●	—			
33	เช็คการทำงานของมอเตอร์และรีโมต(Remote)	84.486			●			
34	ขันน็อตยึดคอนโทลอนาลอกกับเฮาท์ซิ่ง	7.935		●				
35	ขันน็อตยึดสายอน่ลอกกับชุดมอเตอร์	5.769		●				
36	ใส่โครงช่องลมบนเฮาท์ซิ่ง	12.298	180		●			
37	ขันน็อตยึดติดโครงช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	38.211		●				
38	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าขวาวางบนเฮาท์ซิ่ง	5.441	180		●			
39	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าซ้ายวางบนเฮาท์ซิ่ง	4.893	180		●			
40	หยิบฝาหน้าวางบนเฮาท์ซิ่ง	11.747	250		●			
41	ขันน็อตยึดฝาหน้ากับเฮาท์ซิ่ง	48.630		●				
42	ใส่ช่องลมด้านขวากับแผงสวิตซ์และบาร์เล็ก	9.405	150		●			
43	ขันน็อตยึกแผงสวิตซ์กับเฮาท์ซิ่ง	8.528		●				
44	ใส่ช่องลมด้านซ้ายกับบาร์ใหญ่และบาร์เล็ก	9.485	150		●			
45	ขันน็อตยึดติดช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	9.699		●				
46	ใส่ฝาครอบแผงเทอร์มินอล	4.655	100	●				
47	ติดสติกเกอร์เทอร์มินอล	10.923		●				
48	หยิบแผ่นปิดคอยล์มาวางบนเฮาท์ซิ่ง,ขันน็อตยึด	5.748	150		●			
49	หยิบฝาข้างขวามาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	36.467	150		●			
50	ขันน็อตยึดฝาข้างขวากับเฮาท์ซิ่ง	23.070		●				
51	หยิบฝาข้างซ้ายมาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	61.586	150		●			
52	ขันน็อตยึดฝาข้างซ้ายกับเฮาท์ซิ่ง	13.599		●				
53	พลิกเฮาท์ซิ่งนอนลง	5.289		●				
54	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างขวาและขันน็อต 2 ตัว	14.066	150	●				
55	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างซ้ายและขันน็อต 2 ตัว	22.541	150	●				
56	ใส่แผ่นฟอกข้างขวา	4.033	180	●				
57	ใส่แผ่นฟอกข้างซ้าย	3.339	180	●				
58	ใส่ชุดรีเทรินน์	29.744	150	●				
59	ติดโพลีเอทิลีน(PE)รองชุดรีเทรินน์	66.490		●				
60	ติดป้ายยี่ห้อ	4.079		●				
61	ใส่ใบรับประกันและคู่มือลงถุงเดียวกัน	6.207		●				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	D	□	▽
62	ดูหมายเลขใบรับประกันกับป้ายยี่ห้อให้ตรงกัน	13.486		●				
63	ใส่ใบรับประกันและคู่มือในเฮาท์ซิ่ง	3.831		●				
64	ปิดรีเทรินน์ลง	3.596		●	—			
65	ขันน็อตยึดชุดรีเทรินน์กับเฮาท์ซิ่งอันละ 2 ตัว	15.537		●				
66	ใส่แผ่นกรองเข้าไปในช่องชุดรีเทรินน์	9.562	150	●				
67	ติดสติกเกอร์สรรพสามิต	22.307		●				
68	ติดสติกเกอร์ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5	21.600		●				
69	ติดสติกเกอร์ยี่ห้อ	20.618		●				
70	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	31.783			●			
71	หุ้มพลาสติก	10.805	150	●				
72	ใส่โฟมด้านข้าง	19.436	100	●				
73	นำกล่องกระดาษสวมเครื่องปรับอากาศ	11.294	100		●			
74	ใส่โฟมด้านบน	11.442	100	●				
75	พลิกกลับด้านตรงข้าม	2.634			●			
76	ปิดฝากล่อง	3.679		●				
77	ยกไปที่เครื่องรัดกล่อง	4.843	150		●			
78	รัดกล่องด้วยสายรัด	23.758		●				
79	ยกไปวางที่จัดเก็บ	10.335	300					●

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแผนภูมิกระบวนการผลิตของการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	⊐	□	▽
1	หยิบฐานล่างวางบนสายการผลิต	8.175	80		●			
2	หยิบน๊อตสำหรับยึดฐานล่างกับขาไม้	39.917	150		●			
3	หยิบขาไม้วางบนฐานล่าง	31.066	50		●			
4	วางขาไม้ใต้ฐานล่าง	2.268		●				
5	ขันน๊อตยึดฐานล่างกับขาไม้	17.714		●				
6	เจาะรูที่มีสีอุด	42.110		●				
7	ใส่ลูกยาง#5ในช่องรองท่อและช่องสายไฟ	5.501		●				
8	หยิบคอลย์(Coil)วางบนฐานล่าง	20.382	300		●			
9	หักท่อเพื่อทดสอบว่าคอลย์รั่วหรือไม่	6.439					●	
10	ทากาวยางบนคอลย์	15.936		●				
11	หยิบฟองน้ำที่ตัดแล้ววางบนกาวที่ทาไว้	7.841	100	●				
12	ยกคอมเพรสเซอร์(Compressor)วางบนฐานล่าง	15.360	120		●			
13	หยิบBoltทองแดงใส่ที่ขาของคอมเพรสเซอร์	41.028	200		●			
14	ใส่แหวนรองและน๊อตสำหรับยึดคอมเพรสเซอร์	41.028		●				
15	ขันน๊อตยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานล่าง	16.099		●				
16	หยิบฝากั้นคอมเพรสเซอร์มาวางบนฐานล่าง	6.982	100		●			
17	ขันน๊อตยึดฝากั้นคอมเพรสเซอร์กับคอลย์	23.865		●				
18	หยิบฝาหลังวางบนฐานล่าง	11.308	80		●			
19	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับฐานล่าง	32.502		●				
20	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับคอลย์	25.835		●				
21	หยิบชุดมอเตอร์มาวางบนฐานล่าง	13.941	300		●			
22	ใส่น๊อตในรูสำหรับยึดชุดมอเตอร์	14.434		●				
23	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับฐานล่าง	7.665		●				
24	ทาจารบีที่แกนมอเตอร์	5.890		●				
25	ใส่ใบพัดลมที่มอเตอร์,ขันน๊อตยึดกับแกนมอเตอร์	15.063	200	●				
26	เปิดจุกยางคอมเพรสเซอร์	3.250		●				
27	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านบนไว้ออก	6.249		●				
28	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านล่างไว้ออก	5.554		●				
29	ใส่ท่อทองแดงที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์และคอลย์	20.533		●				
30	ใส่ท่อของเหลว(Liquid)ต่อกับวาวล์และคอลย์	25.820		●				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	D	□	▽
31	ใส่ท่อที่มีวาวล์	4.110		●				
32	เตรียมอุปกรณ์การเชื่อม	21.649		●				
33	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์1	26.299		●	–			
34	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์2	36.453		●				
35	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์บน	25.269		●				
36	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์ล่าง	15.086		●				
37	เช็ดให้เย็นและเลื่อนท่อยาง	59.955		●				
38	นำไส้ศรใส่ไปในวาล์วท่อทางฉีดและท่อความดัน	21.217	180	●				
39	ทากาวท่อยางที่หุ้มท่อความดันต่ำ	2.522		●				
40	ต่อสายเพื่อไล่อากาศ(Vacuum)แล้วรอจนเสร็จ	117.463	150			●		
41	ต่อสายเพื่อเติมน้ำยาแล้วรอจนเสร็จ	59.246	150			●		
42	หยิบแผงวงจรไฟฟ้า	8.008	50		●			
43	ต่อสายไฟเข้ากับคอมเพรสเซอร์	15.490		●				
44	ใส่ตัวครอบ	17.663		●				
45	ขันน็อตยึดแผงวงจรกับฝากั้นคอมเพรสเซอร์	9.331		●				
46	ต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์เข้ากับแผงวงจรไฟฟ้า	42.006		●				
47	ใส่ที่ป้องกันสายไฟช็อต	12.314						
48	รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	14.716		●				
49	ต่อไฟเข้าเครื่องและทดสอบการทำงานเครื่อง	18.670					●	
50	บันทึกผลในใบตรวจสอบคุณภาพ	22.942		●				
51	ติดสติ๊กเกอร์รับประกันที่อุปกรณ์	16.475		●				
52	เป่าทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง	9.682		●				
53	นำฝาหน้ามาวางพร้อมขันน็อต1ตัว	8.739	80		●			
54	ขันน็อตยึดฝาหน้า	6.094		●				
55	นำชุดขายางมาใส่ไว้ข้างคอมเพรสเซอร์	11.293	50		●			
56	ใส่ฝาทึบพร้อมขันน็อต1ตัว	6.427	80		●			
57	ขันน็อตยึดฝาทึบ	22.359		●				
58	ใส่ฝาบน	14.753	300		●			
59	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหน้า	9.006		●				
60	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหลัง	11.451		●				
61	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาทึบ	8.619		●				
62	ติดสติ๊กเกอร์ป้ายยี่ห้อ	8.177		●				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ระยะทาง (ซ.ม.)	สัญลักษณ์				
				○	⇨	D	□	▽
63	ติดสติ๊กเกอร์สรรพสามิต	10.188		●				
64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	24.947		●				
65	ติดซองคู่มือและใบรับประกัน	6.428		●	—			
66	หุ้มพลาสติก	7.458		●				
67	นำกล่องมาสวมเครื่องปรับอากาศ	11.294		●				
68	กีดกล่องและดันกล่องลง	6.793		●				
69	รัดสายรัดกล่อง	25.660		●				
70	ยกไปวางที่จัดเก็บ	10.346						●

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงเวลามาตรฐานและขนาดตัวอย่างของสายการผลิตของเครื่องปรับอากาศเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3	—		
1	นำคอลย์(Coil)วางลงบนสายการผลิต	2.453	2.577	3.012	2.681	2.757	3
2	ประกอบโคเวอร์คอยล์(Cover Coil)2ด้าน	7.726	8.306	8.396	8.143	8.373	3
3	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอยล์ทั้ง 2 ด้าน	10.050	10.631	10.631	10.437	10.733	3
4	พลิกคอลย์กลับด้าน	2.146	2.376	2.706	2.409	2.478	17
5	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอลย์ทั้ง 2 ด้าน	8.906	9.657	10.258	9.607	9.879	6
6	เคลื่อนย้ายคอยล์ไปวางไว้	1.539	1.936	2.101	1.859	1.911	27
7	นำแผ่นกระดานวางบนสายการผลิต	3.599	3.696	4.451	3.915	4.026	14
8	นำเฮาท์ซิ่ง(Housing)วางบนแผ่นกระดาน	3.956	4.826	5.310	4.697	4.830	27
9	เจาะรูโพลีเอทีลีน(PE)ที่ยังไม่ทะลุตามรู	3.576	4.051	4.602	4.076	4.192	20
10	วางคอยล์บนเฮาท์ซิ่ง	19.876	20.006	24.561	21.481	22.089	14
11	ขันน็อตยึดคอยล์กับเฮาท์ซิ่ง	57.668	67.126	70.021	64.938	66.776	12
12	วางชุดมอเตอร์บนเฮาท์ซิ่ง	9.716	9.876	10.516	10.036	10.320	3
13	ขันน็อตยึดชุดมอเตอร์กับเฮาท์ซิ่ง	25.756	26.056	31.561	27.791	28.577	12
14	วางถาดน้ำทิ้งบนเฮาท์ซิ่ง	8.636	8.976	9.346	8.986	9.240	3
15	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านขวา	29.920	30.826	35.992	32.246	33.159	10
16	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านซ้าย	10.866	13.586	14.193	12.882	13.246	20
17	พลิกเฮาท์ซิ่งตั้งขึ้น	4.136	4.556	4.756	4.483	4.610	6
18	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านซ้าย	2.876	3.403	3.613	3.297	3.391	14
19	ใส่หูแขวนด้านซ้ายและขันน็อตให้แน่น	20.080	22.234	25.466	22.593	23.233	17
20	ใส่คอลย์เลงจ์(Coil Length)	19.686	21.236	23.766	21.563	22.173	10
21	ขันน็อตยึดคอลย์เลงจ์กับเฮาท์ซิ่ง	26.516	28.766	30.072	28.451	29.257	4
22	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านขวา	2.523	3.086	3.403	3.004	3.089	27
23	ใส่หูแขวนด้านขวาเข้ากับน็อตและขันน็อตให้แน่น	20.080	22.564	23.529	22.058	22.682	8
24	วางฝาบนบนเฮาท์ซิ่ง	6.807	7.376	8.026	7.403	7.613	8
25	ขันน็อตยึดฝาบนกับเฮาท์ซิ่ง	57.966	60.942	70.324	63.077	64.862	12
26	ใส่ลูกยางรองสายเทอร์มินอลที่รูด้านขวา	2.569	2.617	2.981	2.722	2.799	6
27	ติดตั้งแผงเทอร์มินอลกับเฮาท์ซิ่งและขันน็อตยึด 2 ตัว	45.679	47.677	49.221	47.526	48.871	3
28	ใส่สายเทอร์มินอลในรูที่ใส่ยางรอง	2.186	2.539	2.792	2.506	2.577	17
29	ขันน็อตสำหรับติดตั้งสายดินกับเฮาท์ซิ่ง	13.689	14.211	15.614	14.505	14.915	6

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3			
27	ต่อสายมอเตอร์,เทอร์มินอล,คอนโทลอนาลอกเข้ากัน	137.656	164.551	177.680	159.962	164.489	20
28	คลายน๊อตที่แผงเทอร์มินอลออก	10.016	12.456	13.907	12.126	12.470	30
29	ใส่สายไฟในรูที่คลายน๊อตออก	14.082	16.646	17.226	15.985	16.437	12
30	เช็คการทำงานของมอเอตร์และรีโมต(Remote)	73.537	82.486	97.436	84.486	86.877	23
31	ขันน๊อตยึดคอนโทลอนาลอกกับเฮาท์ซิ่ง	6.776	8.122	8.906	7.935	8.159	23
32	ขันน๊อตยึดสายอน่ลอกกับชุดมอเตอร์	5.026	5.716	6.566	5.769	5.933	20
33	ใส่โครงช่องลมบนเฮาท์ซิ่ง	11.166	11.266	14.462	12.298	12.646	20
34	ขันน๊อตยึดติดโครงช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	36.890	38.677	39.066	38.211	39.292	3
35	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าขวาวางบนเฮาท์ซิ่งและขันน๊อต	5.186	5.352	5.786	5.441	5.595	3
36	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าซ้ายวางบนเฮาท์ซิ่งและขันน๊อต	4.296	4.656	5.727	4.893	5.031	23
37	หยิบฝาหน้าวางบนเฮาท์ซิ่ง	11.168	11.206	12.866	11.747	12.079	6
38	ขันน๊อตยึดฝาหน้ากับเฮาท์ซิ่ง	47.672	48.986	49.231	48.630	50.006	3
39	ใส่ช่องลมด้านขวากับแผงสวิตซ์และบาร์เล็ก	8.742	9.696	9.776	9.405	9.671	4
40	ขันน๊อตยึกแผงสวิตซ์กับเฮาท์ซิ่ง	7.086	8.762	9.736	8.528	8.769	30
41	ใส่ช่องลมด้านซ้ายกับบาร์ใหญ่และบาร์เล็ก	9.168	9.640	9.646	9.485	9.753	3
42	ขันน๊อตยึดติดช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	9.636	9.726	9.736	9.699	9.974	3
43	ใส่ฝาครอบแผงเทอร์มินอล	3.924	4.876	5.166	4.655	4.787	23
44	ติดสติกเกอร์เทอร์มินอล	9.416	10.806	12.546	10.923	11.232	23
45	หยิบแผ่นปิดคอยล์มาวางบนเฮาท์ซิ่งและขันน๊อตยึด	5.631	5.687	5.926	5.748	5.911	3
46	หยิบฝาข้างขวามาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	35.126	36.524	37.750	36.467	37.499	3
47	ขันน๊อตยึดฝาข้างขวากับเฮาท์ซิ่ง	20.632	23.221	25.356	23.070	23.723	12
48	หยิบฝาข้างซ้ายมาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	59.667	61.836	63.256	61.586	63.329	3
49	ขันน๊อตยึดฝาข้างซ้ายกับเฮาท์ซิ่ง	12.901	13.876	14.021	13.599	13.984	3
50	พลิกเฮาท์ซิ่งนอนลง	4.892	5.361	5.613	5.289	5.438	6
51	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างขวาและขันน๊อต 2 ตัว	12.951	13.041	16.206	14.066	14.464	14
52	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างซ้ายและขันน๊อต 2 ตัว	20.046	23.551	24.026	22.541	23.179	10
53	ใส่แผ่นฟอกข้างขวา	3.556	4.016	4.527	4.033	4.147	17
54	ใส่แผ่นฟอกข้างซ้าย	2.965	3.066	3.986	3.339	3.433	27
55	ใส่ชุดรีเทรินน์	28.104	29.464	31.664	29.744	30.586	4
56	ติดโพลีเอทิลีน(PE)รองชุดรีเทรินน์	65.376	66.729	67.365	66.490	68.372	3
57	ติดป้ายยี่ห้อ	3.909	4.006	4.321	4.079	4.194	3
58	ใส่ใบรับประกันและคู่มือลงถุงเดียวกัน	5.641	6.347	6.632	6.207	6.382	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3			
56	ดูหมายเลขใบรับประกันกับป้ายยี่ห้อให้ตรงกัน	12.541	13.402	14.516	13.486	13.868	6
57	ใส่ใบรับประกันและคู่มือในเฮาท์ซิ่ง	3.229	3.942	4.321	3.831	3.939	23
58	ปิดรีเทรินล์ลง	3.321	3.520	3.946	3.596	3.697	10
59	ขันน็อตยึดชุดรีเทรินล์กับเฮาท์ซิ่งอันละ2ตัว	14.950	15.661	16.001	15.537	15.977	3
60	ใส่แผ่นกรองเข้าไปในช่องชุดรีเทรินล์	8.606	9.864	10.216	9.562	9.833	10
61	ติดสติกเกอร์สรรพสามิต	19.606	23.228	24.086	22.307	22.938	12
62	ติดสติกเกอร์ฉลากประหยัดไฟเบอร์5	19.966	20.964	23.871	21.600	22.212	10
63	ติดสติกเกอร์ยี่ห้อ	18.506	20.136	23.212	20.618	21.201	14
64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	29.806	31.243	34.299	31.783	32.682	6
65	หุ้มพลาสติก	9.981	10.836	11.599	10.805	11.111	6
66	ใส่โฟมด้านข้าง	18.890	19.264	20.153	19.436	19.986	3
67	นำกล่องกระดาษสวมเครื่องปรับอากาศ	10.410	11.626	11.846	11.294	11.614	4
68	ใส่โฟมด้านบน	10.398	11.140	12.789	11.442	11.766	12
69	พลิกกลับด้านตรงข้าม	2.341	2.626	2.934	2.634	2.708	14
70	ปิดฝากล่อง	3.276	3.528	4.234	3.679	3.783	20
71	ยกไปที่เครื่องรัดกล่อง	4.512	4.990	5.028	4.843	4.980	3
72	รัดกล่องด้วยสายรัด	22.256	23.311	25.707	23.758	24.430	6
73	ยกไปวางที่จัดเก็บ	9.514	10.532	10.960	10.335	10.628	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลามาตรฐานและขนาดตัวอย่างของสายการผลิตของเครื่องปรับอากาศเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3			
1	หยิบฐานล่างวางบนสายการผลิต	7.900	8.166	8.460	8.175	8.407	0
2	หยิบน๊อตสำหรับยึดฐานล่างกับขาไม้	38.461	40.369	40.920	39.917	41.046	0
3	หยิบขาไม้วางบนฐานล่าง	28.866	30.067	34.266	31.066	31.946	7
4	วางขาไม้ใต้ฐานล่าง	2.147	2.188	2.470	2.268	2.333	3
5	ขันน๊อตยึดฐานล่างกับขาไม้	15.926	18.316	18.901	17.714	18.216	7
6	เจาะรูที่มีสีอุด	36.466	43.589	46.276	42.110	43.302	14
7	ใส่ลูกยาง#5ในช่องรองท่อและช่องสายไฟ	5.026	5.590	5.886	5.501	5.656	5
8	หยิบคอลย์(Coil)วางบนฐานล่าง	17.206	21.540	22.400	20.382	20.959	17
9	หักท่อเพื่อทดสอบว่าคอลย์รั่วหรือไม่	6.156	6.540	6.620	6.439	6.621	0
10	ทากาวยางบนคอลย์	13.846	15.203	18.760	15.936	16.822	24
11	หยิบฟองน้ำที่ตัดแล้ววางบนกาวที่ทาไว้	7.690	7.806	8.026	7.841	8.063	0
12	ยกคอมเพรสเซอร์(Compressor)วางบนฐานล่าง	14.550	15.170	16.360	15.360	16.214	1
13	หยิบBoltทองแดงใส่ที่ขาของคอมเพรสเซอร์	39.628	41.711	41.746	41.028	42.189	0
14	ใส่แหวนรองและน๊อตสำหรับยึดคอมเพรสเซอร์	41.711	41.746	39.628	41.028	42.189	0
15	ขันน๊อตยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานล่าง	15.026	15.466	17.806	16.099	16.555	5
16	หยิบฝากั้นคอมเพรสเซอร์มาวางบนฐานล่าง	6.380	8.360	6.205	6.982	7.179	24
17	ขันน๊อตยึดฝากั้นคอมเพรสเซอร์กับคอลย์	20.162	24.331	27.101	23.865	24.540	24
18	หยิบฝาหลังวางบนฐานล่าง	10.260	13.415	10.250	11.308	11.628	17
19	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับฐานล่าง	31.307	34.886	31.312	32.502	33.421	0
20	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับคอลย์	26.670	24.870	25.966	25.835	26.566	0
21	หยิบชุดมอเตอร์มาวางบนฐานล่าง	13.426	15.817	12.581	13.941	14.336	11
22	ใส่น๊อตในรูสำหรับยึดชุดมอเตอร์	13.780	13.886	15.636	14.434	14.842	1
23	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับฐานล่าง	7.440	7.646	7.908	7.665	7.882	0
24	ทาจารบีที่แกนมอเตอร์	5.216	5.922	6.532	5.890	6.057	11
25	ใส่ใบพัดลมที่มอเตอร์และขันน๊อตยึดกับแกนมอเตอร์	13.578	16.026	15.586	15.063	15.490	5
26	เปิดจุกยางคอมเพรสเซอร์	2.632	3.516	3.601	3.250	3.342	27
27	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านบนไว้ออก	5.981	6.320	6.446	6.249	6.426	0
28	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านล่างไว้ออก	5.676	5.260	5.726	5.554	5.711	0
29	ใส่ท่อทองแดงที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์และคอลย์	20.326	20.086	21.186	20.533	21.114	0
30	ใส่ท่อของเหลว(Liquid)ต่อกับวาวล์และคอลย์	27.259	26.416	23.786	25.820	26.551	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3			
31	ใส่ท่อที่มีวาวล์	4.536	3.182	4.611	4.110	4.226	35
32	เตรียมอุปกรณ์การเชื่อม	18.734	20.551	25.661	21.649	22.261	27
33	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์1	27.756	25.776	25.366	26.299	27.044	0
34	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์2	35.186	37.466	36.706	36.453	37.484	0
35	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์บน	22.696	28.006	25.106	25.269	25.984	9
36	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์ล่าง	14.927	15.990	14.341	15.086	15.513	0
37	เช็ดให้เย็นและเลื่อนท่อยาง	55.062	55.766	69.036	59.955	61.651	11
38	นำไส้ศรใส่ไปในวาล์วท่อทางฉีดและท่อความดัน	21.336	20.370	21.946	21.217	21.818	0
39	ทากาวท่อยางที่หุ้มท่อความดันต่ำ	2.163	2.563	2.841	2.522	2.594	20
40	ต่อสายเพื่อไล่อากาศ(Vacuum)แล้วรอจนเสร็จ	104.486	115.666	132.236	117.463	120.787	14
41	ต่อสายเพื่อเติมน้ำยาแล้วรอจนเสร็จ	57.790	58.169	61.779	59.246	60.923	0
42	หยิบแผงวงจรไฟฟ้า	7.413	7.961	8.651	8.008	8.235	5
43	ต่อสายไฟเข้ากับคอมเพรสเซอร์	14.847	16.356	15.266	15.490	15.928	0
44	ใส่ตัวครอบ	17.906	19.856	15.226	17.663	18.163	17
45	ขันน็อตยึดแผงวงจรกับฝากั้นคอมเพรสเซอร์	9.116	9.341	9.537	9.331	9.595	0
46	ต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์เข้ากับแผงวงจรไฟฟ้า	45.186	43.136	37.696	42.006	43.195	7
47	ใส่ที่ป้องกันสายไฟช็อต	12.439	12.107	12.396	12.314	12.662	0
48	รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	14.036	14.666	15.446	14.716	15.132	0
49	ต่อไฟเข้าเครื่องและทดสอบการทำงานเครื่อง	15.826	18.789	21.396	18.670	19.199	0
50	บันทึกผลในใบตรวจสอบคุณภาพ	20.809	23.411	24.606	22.942	23.591	5
51	ติดสติ๊กเกอร์รับประกันที่อุปกรณ์	17.560	16.259	15.606	16.475	16.941	1
52	เป่าทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง	9.325	10.806	8.916	9.682	9.956	9
53	นำฝาหน้ามาวางพร้อมขันน็อต1ตัว	9.066	9.126	8.026	8.739	8.987	1
54	ขันน็อตยึดฝาหน้า	6.656	5.421	6.206	6.094	6.267	9
55	นำชุดขายางมาใส่ไว้ข้างคอมเพรสเซอร์	9.677	10.983	13.220	11.293	11.613	24
56	ใส่ฝาทึบพร้อมขันน็อต1ตัว	6.486	6.636	6.160	6.427	6.609	0
57	ขันน็อตยึดฝาทึบ	22.386	22.566	22.126	22.359	22.992	0
58	ใส่ฝาบน	14.586	15.906	13.766	14.753	15.170	3
59	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหน้า	8.446	9.106	9.466	9.006	9.261	1
60	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหลัง	11.802	10.726	11.826	11.451	11.775	0
61	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาทึบ	7.661	8.542	9.654	8.619	8.863	14
62	ติดสติ๊กเกอร์ป้ายยี่ห้อ	8.479	8.066	7.986	8.177	8.408	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ค่า N
		1	2	3			
63	ติดสติ๊กเกอร์สรรพสามิต	11.411	9.406	9.746	10.188	10.476	9
64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	25.166	25.237	24.439	24.947	25.653	0
65	ติดซองคู่มือและใบรับประกัน	5.641	6.632	7.011	6.428	6.610	11
66	หุ้มพลาสติก	6.986	8.886	6.502	7.458	7.669	24
67	นำกล่องมาสวมเครื่องปรับอากาศ	11.626	11.846	10.410	11.294	11.614	1
68	กีดกล่องและดันกล่องลง	5.966	6.946	7.466	6.793	6.985	11
69	รัดสายรัดกล่อง	25.066	25.707	26.206	25.660	26.386	0
70	ยกไปวางที่จัดเก็บ	10.766	10.846	9.426	10.346	10.639	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงคะแนนขององค์ประกอบต่างๆในการประเมินอัตราความเร็วตามวิธีของ Westing House

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
0.15	A1	ขั้นพิเศษ	0.13	A1	มากเกินไป
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	ดีมาก	0.10	B1	ดีมาก
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	ดี	0.05	C1	ดี
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.05	E1	พอใช้	-0.04	E1	พอใช้
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	น้อย	-0.12	F1	น้อย
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพแวดล้อม (Condition)			ความสม่ำเสมอ (Consistency)		
0.06	A	อุดมคติ	0.04	A	สมบูรณ์
0.04	B	ดีมาก	0.03	B	ดีมาก
0.02	C	ดี	0.01	C	ดี
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.03	E	พอใช้	-0.02	E	พอใช้
-0.07	F	น้อย	-0.04	F	น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการประเมินค่าอัตราการทำงาน

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าอัตราการทำงาน (Rating)		
ความชำนาญ (Skill)	D	ปานกลาง	0.00
ความพยายาม (Effort)	E1	พอใช้	-0.04
สภาพแวดล้อม (Condition)	E	พอใช้	-0.03
ความสม่ำเสมอ (Consistency)	E	พอใช้	-0.02

หมายเหตุ การประเมินค่าอัตราการทำงานนี้ประเมินจากสายการผลิตเครื่องทำความเย็นและเครื่องระบายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงมาตรฐานการกำหนดเวลาเผื่อในการทำงานของ ILO

เวลาเผื่อ	ชาย(%)	หญิง(%)
เวลาเผื่อมาตรฐาน	2	4
เวลาเผื่อสำหรับงานที่ใช้แรงและกล้ามเนื้อ น้ำหนักยก(ปอนด์)(1ปอนด์=0.454 กิโลกรัม)		
5	0	1
10	1	2
20	3	4
40	9	13
50	13	20 (max)
70	22	0
ระยะทางไม่เหมาะสม	2	2
ความร้อนและความชื้น พลังความเย็น (เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเคท)		
12 หรือมากกว่า	0	0
10	3	0
8	10	0
6	12	0
สมาธิในการทำงาน		
- งานละเอียด	0	0
- งานละเอียดมาก	2	2
ระดับเสียง		
- เสียงดัง	2	2
- เสียงดังมาก	5	5
สภาพความตึงเครียด		
- งานซับซ้อน	1	1
- งานซับซ้อนมาก	8	8
ความซ้ำซาก		
- ปานกลาง	1	1
- สูง	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อที่ได้จากการประเมินในการทำงานทั่วไปในสายการผลิต

เวลาเผื่อ (Allowance)	ชาย (Men) (%)
เวลาเผื่อสำหรับบุคคล	5
เวลาเผื่อสำหรับความเครียด - ปานกลาง	2
เวลาเผื่อสำหรับน้ำหนักยก - น้ำหนักยก (ปอนด์)(1 ปอนด์=0.454 กิโลกรัม) : 5	0
สมาธิในการทำงาน - งานละเอียดมาก	2
ระดับเสียง - เสียงดัง	2
สภาพความตึงเครียด - งานซับซ้อนน้อย	1
ความซ้ำซาก - ปานกลาง	1
รวม	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อที่ได้จากการประเมินในการยกคอมเพรสเซอร์

เวลาเผื่อ (Allowance)	ชาย (Men) (%)
เวลาเผื่อสำหรับบุคคล	5
เวลาเผื่อสำหรับความเครียด - ปานกลาง	2
เวลาเผื่อสำหรับน้ำหนักยก - น้ำหนักยก (ปอนด์)(1 ปอนด์=0.454 กิโลกรัม) : 20	3
สมาธิในการทำงาน - งานละเอียดมาก	2
ระดับเสียง - เสียงดัง	2
สภาพความตึงเครียด - งานซับซ้อนน้อย	1
ความซ้ำซาก - ปานกลาง	1
รวม	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงการแบ่งสถานีงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	นำคอลย์(Coil)วางลงบนสายการผลิต	2.453	2.577	3.012	2.681	2.757
	2	ประกอบโคเวอร์คอยล์(Cover Coil)2ด้าน	15.452	16.612	16.792	16.285	16.746
	3	ขันน๊อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอยล์ทั้ง 2 ด้าน	20.100	21.262	21.262	20.875	21.465
	4	พลิกคอลย์กลับด้าน	2.146	2.376	2.706	2.409	2.478
	5	ขันน๊อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอลย์ทั้ง 2 ด้าน	17.812	19.314	20.516	19.214	19.758
	6	เคลื่อนย้ายคอยล์ไปวางไว้	1.539	1.936	2.101	1.859	1.911
	7	นำแผ่นกระดานวางบนสายการผลิต	3.599	3.696	4.451	3.915	4.026
	8	นำเฮาท์ซิ่ง(Housing)วางบนแผ่นกระดาน	3.956	4.826	5.310	4.697	4.830
	9	เจาะรูโพลีเอทีลีน(PE)ที่ยังไม่ทะลุตามรู	3.576	4.051	4.602	4.076	4.192
	10	วางคอยล์บนเฮาท์ซิ่ง	19.876	20.006	24.561	21.481	22.089
	11	ขันน๊อตยึดคอยล์กับเฮาท์ซิ่ง	57.668	67.126	70.021	64.938	66.776
	12	วางชุดมอเตอร์บนเฮาท์ซิ่ง	9.716	9.876	10.516	10.036	10.320
	13	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับเฮาท์ซิ่ง	25.756	26.056	31.561	27.791	28.577
	14	วางถาดน้ำทิ้งบนเฮาท์ซิ่ง	8.636	8.976	9.346	8.986	9.240
	15	ขันน๊อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านขวา	29.920	30.826	35.992	32.246	33.159
	16	ขันน๊อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านซ้าย	10.866	13.586	14.193	12.882	13.246
	17	พลิกเฮาท์ซิ่งตั้งขึ้น	4.136	4.556	4.756	4.483	4.610
		รวม	237.207	257.658	281.698	258.854	266.180
2	18	ใส่น๊อตที่รูน๊อตด้านซ้าย	2.876	3.403	3.613	3.297	3.391
	19	ใส่หูแขวนด้านซ้ายและขันน๊อตให้แน่น	20.080	22.234	25.466	22.593	23.233
	20	ใส่คอลย์เลงจ์(Coil Length)	19.686	21.236	23.766	21.563	22.173
	21	ขันน๊อตยึดคอลย์เลงจ์กับเฮาท์ซิ่ง	26.516	28.766	30.072	28.451	29.257
	22	ใส่น๊อตที่รูน๊อตด้านขวา	2.523	3.086	3.403	3.004	3.089
	23	ใส่หูแขวนด้านขวาเข้ากับน๊อตและขันน๊อตให้แน่น	20.080	22.564	23.529	22.058	22.682
		รวม	91.761	101.289	109.849	100.966	103.824

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
3	24	วางฝาบนบนเฮาท์ซิ่ง	6.807	7.376	8.026	7.403	7.613
	25	ขันน็อตยึดฝาบนกับเฮาท์ซิ่ง	57.966	60.942	70.324	63.077	64.862
	26	ใส่ลูกยางรองสายเทอร์มินอลที่รูด้านขวา	2.569	2.617	2.981	2.722	2.799
	27	ติดตั้งแผงเทอร์มินอลกับเฮาท์ซิ่งและขันน็อตยึ	45.679	47.677	49.221	47.526	48.871
	28	ใส่สายเทอร์มินอลในรูที่ใส่ยางรอง	2.186	2.539	2.792	2.506	2.577
	29	ขันน็อตสำหรับติดตั้งสายดินกับเฮาท์ซิ่ง	13.689	14.211	15.614	14.505	14.915
	30	ต่อสายมอเตอร์,เทอร์มินอล,คอนโทลอนาลอก	137.656	164.551	177.680	159.962	164.489
	31	คลายน็อตที่แผงเทอร์มินอลออก	10.016	12.456	13.907	12.126	12.470
	32	ใส่สายไฟในรูที่คลายน็อตออก	14.082	16.646	17.226	15.985	16.437
	33	เช็คการทำงานของมอเอตร์และรีโมต(Remote)	73.537	82.486	97.436	84.486	86.877
	34	ขันน็อตยึดคอนโทลอนาลอกกับเฮาท์ซิ่ง	6.776	8.122	8.906	7.935	8.159
	35	ขันน็อตยึดสายอนาลอกกับชุดมอเตอร์	5.026	5.716	6.566	5.769	5.933
		รวม	375.989	425.339	470.679	424.002	436.002
4	36	ใส่โครงช่องลมบนเฮาท์ซิ่ง	11.166	11.266	14.462	12.298	12.646
	37	ขันน็อตยึดติดโครงช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	36.890	38.677	39.066	38.211	39.292
	38	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าขวาวางบนเฮาท์ซิ่งและ	5.186	5.352	5.786	5.441	5.595
	39	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าซ้ายวางบนเฮาท์ซิ่งและ	4.296	4.656	5.727	4.893	5.031
	40	หยิบฝาหน้าวางบนเฮาท์ซิ่ง	11.168	11.206	12.866	11.747	12.079
	41	ขันน็อตยึดฝาหน้ากับเฮาท์ซิ่ง	47.672	48.986	49.231	48.630	50.006
		รวม	116.378	120.143	127.138	121.220	124.650
5	42	ใส่ช่องลมด้านขวากับแผงสวิตซ์และบาร์เล็ก	8.742	9.696	9.776	9.405	9.671
	43	ขันน็อตยึกแผงสวิตซ์กับเฮาท์ซิ่ง	7.086	8.762	9.736	8.528	8.769
	44	ใส่ช่องลมด้านซ้ายกับบาร์ใหญ่และบาร์เล็ก	9.168	9.640	9.646	9.485	9.753
	45	ขันน็อตยึดติดช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	9.636	9.726	9.736	9.699	9.974
	46	ใส่ฝาครอบแผงเทอร์มินอล	3.924	4.876	5.166	4.655	4.787
	47	ติดสติกเกอร์เทอร์มินอล	9.416	10.806	12.546	10.923	11.232
	48	หยิบแผ่นปิดคอยล์มาวางบนเฮาท์ซิ่งและขันน็อ	5.631	5.687	5.926	5.748	5.911
	49	หยิบฝาข้างขวามาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	35.126	36.524	37.750	36.467	37.499
	50	ขันน็อตยึดฝาข้างขวากับเฮาท์ซิ่ง	20.632	23.221	25.356	23.070	23.723
	51	หยิบฝาข้างซ้ายมาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	59.667	61.836	63.256	61.586	63.329
	52	ขันน็อตยึดฝาข้างซ้ายกับเฮาท์ซิ่ง	12.901	13.876	14.021	13.599	13.984
		รวม	181.929	194.650	202.915	193.165	198.631

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
6	53	พลิกเฮาท์ซิ่งนอนลง	4.892	5.361	5.613	5.289	5.438
	54	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างขวาและขันน๊อต 2 ตัว	12.951	13.041	16.206	14.066	14.464
	55	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างซ้ายและขันน๊อต 2 ตัว	20.046	23.551	24.026	22.541	23.179
	56	ใส่แผ่นฟอกข้างขวา	3.556	4.016	4.527	4.033	4.147
	57	ใส่แผ่นฟอกข้างซ้าย	2.965	3.066	3.986	3.339	3.433
	58	ใส่ชุดรีเทรินน์	28.104	29.464	31.664	29.744	30.586
	59	ติดโพลีเอทิลีน(PE)รองชุดรีเทรินน์	65.376	66.729	67.365	66.490	68.372
	60	ติดป้ายยี่ห้อ	3.909	4.006	4.321	4.079	4.194
	61	ใส่ใบรับประกันและคู่มือลงถุงเดียวกัน	5.641	6.347	6.632	6.207	6.382
	62	ดูหมายเลขใบรับประกันกับป้ายยี่ห้อให้ตรงกัน	12.541	13.402	14.516	13.486	13.868
	63	ใส่ใบรับประกันและคู่มือในเฮาท์ซิ่ง	3.229	3.942	4.321	3.831	3.939
	64	ปิดรีเทรินน์ลง	3.321	3.520	3.946	3.596	3.697
	65	ขันน๊อตยึดชุดรีเทรินน์กับเฮาท์ซิ่งอันละ2ตัว	14.950	15.661	16.001	15.537	15.977
	66	ใส่แผ่นกรองเข้าไปในช่องชุดรีเทรินน์	8.606	9.864	10.216	9.562	9.833
	67	ติดสติกเกอร์สรรพสามิต	19.606	23.228	24.086	22.307	22.938
	68	ติดสติกเกอร์ฉลากประหยัดไฟเบอร์5	19.966	20.964	23.871	21.600	22.212
	69	ติดสติกเกอร์ยี่ห้อ	18.506	20.136	23.212	20.618	21.201
		รวม	248.165	266.298	284.509	266.324	273.861
7	70	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	29.806	31.243	34.299	31.783	32.682
	71	หุ้มพลาสติก	9.981	10.836	11.599	10.805	11.111
	72	ใส่โฟมด้านข้าง	18.890	19.264	20.153	19.436	19.986
	73	นำกล่องกระดาษสวมเครื่องปรับอากาศ	10.410	11.626	11.846	11.294	11.614
	74	ใส่โฟมด้านบน	10.398	11.140	12.789	11.442	11.766
	75	พลิกกลับด้านตรงข้าม	2.341	2.626	2.934	2.634	2.708
	76	ปิดฝากล่อง	3.276	3.528	4.234	3.679	3.783
	77	ยกไปที่เครื่องรัดกล่อง	4.512	4.990	5.028	4.843	4.980
	78	รัดกล่องด้วยสายรัด	22.256	23.311	25.707	23.758	24.430
	79	ยกไปวางที่จัดเก็บ	9.514	10.532	10.960	10.335	10.628
		รวม	121.384	129.096	139.549	130.010	133.689

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย	เวลามาตรฐาน
	1	2	3		
1	237.207	257.658	281.698	258.854	**266.180**
2	91.761	101.289	109.849	100.966	**103.824**
3	375.989	425.339	470.679	424.002	**436.002**
4	116.378	120.143	127.138	121.220	**124.650**
5	181.929	194.65	202.915	193.165	**198.631**
6	248.165	266.298	284.509	266.324	**273.861**
7	121.384	129.096	139.549	130.010	**133.689**
				เวลารวม	**1536.837**
				รอบเวลา	**436.002**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการแบ่งสถานีงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	หยิบฐานล่างวางบนสายการผลิต	7.900	8.166	8.460	8.175	8.407
	2	หยิบน๊อตสำหรับยึดฐานล่างกับขาไม้	38.461	40.369	40.920	39.917	41.046
	3	หยิบขาไม้วางบนฐานล่าง	28.866	30.067	34.266	31.066	31.946
	4	วางขาไม้ใต้ฐานล่าง	2.147	2.188	2.470	2.268	2.333
	5	ขันน๊อตยึดฐานล่างกับขาไม้	15.926	18.316	18.901	17.714	18.216
	6	เจาะรูที่มีสีอุด	36.466	43.589	46.276	42.110	43.302
	7	ใส่ลูกยาง#5ในช่องรองท่อและช่องสายไฟ	5.026	5.590	5.886	5.501	5.656
	8	หยิบคอลย์(Coil)วางบนฐานล่าง	17.206	21.540	22.400	20.382	20.959
	9	หักท่อเพื่อทดสอบว่าคอลย์รั่วหรือไม่	6.156	6.540	6.620	6.439	6.621
	10	ทากาวยางบนคอลย์	13.846	15.203	18.760	15.936	16.822
	11	หยิบฟองน้ำที่ตัดแล้ววางบนกาวที่ทาไว้	7.690	7.806	8.026	7.841	8.063
	12	ยกคอมเพรสเซอร์(Compressor)วางบนฐานล่าง	14.550	15.170	16.360	15.360	16.214
	13	หยิบBolทองแดงใส่ที่ขาของคอมเพรสเซอร์	39.628	41.711	41.746	41.028	42.189
	14	ใส่แหวนรองและน๊อตสำหรับยึดคอมเพรสเซอร์	41.711	41.746	39.628	41.028	42.189
	15	ขันน๊อตยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานล่าง	15.026	15.466	17.806	16.099	16.555
		รวม	290.605	313.467	328.525	310.866	320.518
2	16	หยิบฝากันคอมเพรสเซอร์มาวางบนฐานล่าง	6.380	8.360	6.205	6.982	7.179
	17	ขันน๊อตยึดฝากันคอมเพรสเซอร์กับคอลย์	20.162	24.331	27.101	23.865	24.540
	18	หยิบฝาหลังวางบนฐานล่าง	10.260	13.415	10.250	11.308	11.628
	19	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับฐานล่าง	31.307	34.886	31.312	32.502	33.421
	20	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับคอลย์	26.670	24.870	25.966	25.835	26.566
	21	หยิบชุดมอเตอร์มาวางบนฐานล่าง	13.426	15.817	12.581	13.941	14.336
	22	ใส่น๊อตในรูสำหรับยึดชุดมอเตอร์	13.780	13.886	15.636	14.434	14.842
	23	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับฐานล่าง	7.440	7.646	7.908	7.665	7.882
	24	ทาจารบีที่แกนมอเตอร์	5.216	5.922	6.532	5.890	6.057
	25	ใส่ใบพัดลมที่มอเตอร์และขันน๊อตยึดกับแกนมอเตอร์	13.578	16.026	15.586	15.063	15.490
		รวม	148.219	165.159	159.077	157.485	161.942

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
3	26	เปิดจุกยางคอมเพรสเซอร์	2.632	3.516	3.601	3.250	3.342
	27	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านบนไว้ออก	5.981	6.320	6.446	6.249	6.426
	28	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านล่างไว้ออก	5.676	5.260	5.726	5.554	5.711
	29	ใส่ท่อทองแดงที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์และคอลย์	20.326	20.086	21.186	20.533	21.114
	30	ใส่ท่อของเหลว(Liquid)ต่อกับวาวล์และคอลย์	27.259	26.416	23.786	25.820	26.551
	31	ใส่ท่อที่มีวาวล์	4.536	3.182	4.611	4.110	4.226
	32	เตรียมอุปกรณ์การเชื่อม	18.734	20.551	25.661	21.649	22.261
	33	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์1	27.756	25.776	25.366	26.299	27.044
	34	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์2	35.186	37.466	36.706	36.453	37.484
	35	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์บน	22.696	28.006	25.106	25.269	25.984
	36	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์ล่าง	14.927	15.990	14.341	15.086	15.513
	37	เช็ดให้เย็นและเลื่อนท่อยาง	55.062	55.766	69.036	59.955	61.651
		รวม	240.771	248.335	261.572	250.226	257.307
4	38	นำไส้ศรใส่ไปในวาล์วท่อทางฉีดและท่อความดัน	21.336	20.370	21.946	21.217	21.818
	39	ทากาวท่อยางที่หุ้มท่อความดันต่ำ	2.163	2.563	2.841	2.522	2.594
	40	ต่อสายเพื่อไล่อากาศ(Vacuum)แล้วรอจนเสร็จ	104.486	115.666	132.236	117.463	120.787
	41	ต่อสายเพื่อเติมน้ำยาแล้วรอจนเสร็จ	57.790	58.169	61.779	59.246	60.923
		รวม	185.775	196.768	218.802	200.448	206.121
5	42	หยิบแผงวงจรไฟฟ้า	7.413	7.961	8.651	8.008	8.235
	43	ต่อสายไฟเข้ากับคอมเพรสเซอร์	14.847	16.356	15.266	15.490	15.928
	44	ใส่ตัวครอบ	17.906	19.856	15.226	17.663	18.163
	45	ขันน๊อตยึดแผงวงจรกับฝากั้นคอมเพรสเซอร์	9.116	9.341	9.537	9.331	9.595
	46	ต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์เข้ากับแผงวงจรไฟฟ้า	45.186	43.136	37.696	42.006	43.195
	47	ใส่ที่ป้องกันสายไฟช็อต	12.439	12.107	12.396	12.314	12.662
	48	รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	14.036	14.666	15.446	14.716	15.132
	49	ต่อไฟเข้าเครื่องและทดสอบการทำงานเครื่อง	15.826	18.789	21.396	18.670	19.199
	50	บันทึกผลในใบตรวจสอบคุณภาพ	20.809	23.411	24.606	22.942	23.591
	51	ติดสติ๊กเกอร์รับประกันที่อุปกรณ์	17.560	16.259	15.606	16.475	16.941
		รวม	175.138	181.882	175.826	177.615	182.642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
6	52	เป่าทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง	9.325	10.806	8.916	9.682	9.956
	53	นำฝาหน้ามาวางพร้อมขันน็อต1ตัว	9.066	9.126	8.026	8.739	8.987
	54	ขันน็อตยึดฝาหน้า	6.656	5.421	6.206	6.094	6.267
	55	นำชุดขายางมาใส่ไว้ข้างคอมเพรสเซอร์	9.677	10.983	13.220	11.293	11.613
	56	ใส่ฝาทึบพร้อมขันน็อต1ตัว	6.486	6.636	6.160	6.427	6.609
	57	ขันน็อตยึดฝาทึบ	22.386	22.566	22.126	22.359	22.992
	58	ใส่ฝาบน	14.586	15.906	13.766	14.753	15.170
	59	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหน้า	8.446	9.106	9.466	9.006	9.261
	60	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหลัง	11.802	10.726	11.826	11.451	11.775
	61	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาทึบ	7.661	8.542	9.654	8.619	8.863
		รวม	106.091	109.818	109.366	108.425	111.493
7	62	ติดสติ๊กเกอร์ป้ายยี่ห้อ	8.479	8.066	7.986	8.177	8.408
	63	ติดสติ๊กเกอร์สรรพสามิต	11.411	9.406	9.746	10.188	10.476
	64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	25.166	25.237	24.439	24.947	25.653
	65	ติดซองคู่มือและใบรับประกัน	5.641	6.632	7.011	6.428	6.610
	66	หุ้มพลาสติก	6.986	8.886	6.502	7.458	7.669
	67	นำกล่องมาสวมเครื่องปรับอากาศ	11.626	11.846	10.410	11.294	11.614
	68	กีดกล่องและดันกล่องลง	5.966	6.946	7.466	6.793	6.985
	69	รัดสายรัดกล่อง	25.066	25.707	26.206	25.660	26.386
	70	ยกไปวางที่จัดเก็บ	10.766	10.846	9.426	10.346	10.639
		รวม	111.107	113.572	109.192	111.290	114.440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาการทำงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	288.522	313.432	330.643	310.866	**320.518**
2	145.389	154.715	172.351	157.485	**161.942**
3	232.312	245.622	272.744	250.226	**257.307**
4	184.809	197.734	218.802	200.448	**206.121**
5	162.682	179.131	191.033	177.615	**182.642**
6	100.925	108.488	115.862	108.425	**111.493**
7	104.842	111.641	117.388	111.290	**114.440**
				เวลารวม	**1354.463**
				รอบเวลา	**320.518**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงการจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	นำคอลย์(Coil)วางลงบนสายการผลิต	2.453	2.577	3.012	2.681	2.757
	2	ประกอบโคเวอร์คอยล์(Cover Coil)2ด้าน	15.452	16.612	16.792	16.285	16.746
	3	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอยล์ทั้ง 2 ด้าน	20.100	21.262	21.262	20.875	21.465
	4	พลิกคอลย์กลับด้าน	2.146	2.376	2.706	2.409	2.478
	5	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอลย์ทั้ง 2 ด้าน	17.812	19.314	20.516	19.214	19.758
	6	เคลื่อนย้ายคอยล์ไปวางไว้	1.539	1.936	2.101	1.859	1.911
	7	นำแผ่นกระดานวางบนสายการผลิต	3.599	3.696	4.451	3.915	4.026
	8	นำเฮาท์ซิ่ง(Housing)วางบนแผ่นกระดาน	3.956	4.826	5.310	4.697	4.830
	9	เจาะรูโพลีเอทีลีน(PE)ที่ยังไม่ทะลุตามรู	3.576	4.051	4.602	4.076	4.192
	10	วางคอยล์บนเฮาท์ซิ่ง	19.876	20.006	24.561	21.481	22.089
	11	ขันน็อตยึดคอยล์กับเฮาท์ซิ่ง	57.668	67.126	70.021	64.938	66.776
		รวม	148.177	163.782	175.334	162.431	167.028
2	12	วางชุดมอเตอร์บนเฮาท์ซิ่ง	9.716	9.876	10.516	10.036	10.320
	13	ขันน็อตยึดชุดมอเตอร์กับเฮาท์ซิ่ง	25.756	26.056	31.561	27.791	28.577
	14	วางถาดน้ำทิ้งบนเฮาท์ซิ่ง	8.636	8.976	9.346	8.986	9.240
	15	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านขวา	29.920	30.826	35.992	32.246	33.159
	16	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านซ้าย	10.866	13.586	14.193	12.882	13.246
	17	พลิกเฮาท์ซิ่งตั้งขึ้น	4.136	4.556	4.756	4.483	4.610
	18	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านซ้าย	2.876	3.403	3.613	3.297	3.391
	19	ใส่หูแขวนด้านซ้ายและขันน็อตให้แน่น	20.080	22.234	25.466	22.593	23.233
	20	ใส่คอลย์เลงจ์(Coil Length)	19.686	21.236	23.766	21.563	22.173
	21	ขันน็อตยึดคอลย์เลงจ์กับเฮาท์ซิ่ง	26.516	28.766	30.072	28.451	29.257
		รวม	158.188	169.515	189.281	172.328	177.205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
3	22	ใส่น๊อตที่รูน๊อตด้านขวา	2.523	3.086	3.403	3.004	3.089
	23	ใส่หูแขวนด้านขวาเข้ากับน๊อตและขันน๊อตให้แน่น	20.080	22.564	23.529	22.058	22.682
	24	วางฝาบนบนเฮาท์ซิ่ง	6.807	7.376	8.026	7.403	7.613
	25	ขันน๊อตยึดฝาบนกับเฮาท์ซิ่ง	57.966	60.942	70.324	63.077	64.862
	26	ใส่ลูกยางรองสายเทอร์มินอลที่รูด้านขวา	2.569	2.617	2.981	2.722	2.799
	27	ติดแผงเทอร์มินอลกับเฮาท์ซิ่งและขันน๊อตยึด 2 ตัว	45.679	47.677	49.221	47.526	48.871
	28	ใส่สายเทอร์มินอลในรูที่ใส่ยางรอง	2.186	2.539	2.792	2.506	2.577
	29	ขันน๊อตสำหรับติดตั้งสายดินกับเฮาท์ซิ่ง	13.689	14.211	15.614	14.505	14.915
		รวม	137.656	164.551	177.680	162.800	167.408
4	30	ต่อสายมอเตอร์,เทอร์มินอล,คอนโทลอนาลอก	137.656	164.551	177.680	159.962	164.489
		รวม	137.656	164.551	177.680	159.962	164.489
5	31	คลายน๊อตที่แผงเทอร์มินอลออก	10.016	12.456	13.907	12.126	12.470
	32	ใส่สายไฟในรูที่คลายน๊อตออก	14.082	16.646	17.226	15.985	16.437
	33	เช็คการทำงานของมอเตอร์และรีโมต(Remote)	73.537	82.486	97.436	84.486	86.877
	34	ขันน๊อตยึดคอนโทลอนาลอกกับเฮาท์ซิ่ง	6.776	8.122	8.906	7.935	8.159
	35	ขันน๊อตยึดสายอน่ลอกกับชุดมอเตอร์	5.026	5.716	6.566	5.769	5.933
	36	ใส่โครงช่องลมบนเฮาท์ซิ่ง	11.166	11.266	14.462	12.298	12.646
	37	ขันน๊อตยึดติดโครงช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	36.890	38.677	39.066	38.211	39.292
		รวม	157.493	175.369	197.569	176.810	181.814
6	38	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าขวาวางบนเฮาท์ซิ่ง	5.186	5.352	5.786	5.441	5.595
	39	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าซ้ายวางบนเฮาท์ซิ่ง	4.296	4.656	5.727	4.893	5.031
	40	หยิบฝาหน้าวางบนเฮาท์ซิ่ง	11.168	11.206	12.866	11.747	12.079
	41	ขันน๊อตยึดฝาหน้ากับเฮาท์ซิ่ง	47.672	48.986	49.231	48.630	50.006
	42	ใส่ช่องลมด้านขวากับแผงสวิตซ์และบาร์เล็ก	8.742	9.696	9.776	9.405	9.671
	43	ขันน๊อตยึกแผงสวิตซ์กับเฮาท์ซิ่ง	7.086	8.762	9.736	8.528	8.769
	44	ใส่ช่องลมด้านซ้ายกับบาร์ใหญ่และบาร์เล็ก	9.168	9.640	9.646	9.485	9.753
	45	ขันน๊อตยึดติดช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	9.636	9.726	9.736	9.699	9.974
	46	ใส่ฝาครอบแผงเทอร์มินอล	3.924	4.876	5.166	4.655	4.787
	47	ติดสติกเกอร์เทอร์มินอล	9.416	10.806	12.546	10.923	11.232
	48	หยิบแผ่นปิดคอยล์มาวางบนเฮาท์ซิ่ง,ขันน๊อตยึด	5.631	5.687	5.926	5.748	5.911
		รวม	121.925	129.393	136.142	129.153	132.808

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
7	49	หยิบฝาข้างขวามาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	35.126	36.524	37.750	36.467	37.499
	50	ขันน๊อตยึดฝาข้างขวากับเฮาท์ซิ่ง	20.632	23.221	25.356	23.070	23.723
	51	หยิบฝาข้างซ้ายมาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	59.667	61.836	63.256	61.586	63.329
	52	ขันน๊อตยึดฝาข้างซ้ายกับเฮาท์ซิ่ง	12.901	13.876	14.021	13.599	13.984
	53	พลิกเฮาท์ซิ่งนอนลง	4.892	5.361	5.613	5.289	5.438
		รวม	133.218	140.818	145.996	140.011	143.973
8	54	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างขวาและขันน๊อต 2 ตัว	12.951	13.041	16.206	14.066	14.464
	55	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างซ้ายและขันน๊อต 2 ตัว	20.046	23.551	24.026	22.541	23.179
	56	ใส่แผ่นฟอกข้างขวา	3.556	4.016	4.527	4.033	4.147
	57	ใส่แผ่นฟอกข้างซ้าย	2.965	3.066	3.986	3.339	3.433
	58	ใส่ชุดรีเทรินน์	28.104	29.464	31.664	29.744	30.586
	59	ติดโพลีเอทิลีน(PE)รองชุดรีเทรินน์	65.376	66.729	67.365	66.490	68.372
	60	ติดป้ายยี่ห้อ	3.909	4.006	4.321	4.079	4.194
		รวม	136.907	143.873	152.095	144.292	148.375
9	61	ใส่ใบรับประกันและคู่มือลงถุงเดียวกัน	5.641	6.347	6.632	6.207	6.382
	62	ดูหมายเลขใบรับประกันกับป้ายยี่ห้อให้ตรงกัน	12.541	13.402	14.516	13.486	13.868
	63	ใส่ใบรับประกันและคู่มือในเฮาท์ซิ่ง	3.229	3.942	4.321	3.831	3.939
	64	ปิดรีเทรินน์ลง	3.321	3.520	3.946	3.596	3.697
	65	ขันน๊อตยึดชุดรีเทรินน์กับเฮาท์ซิ่งอันละ2ตัว	14.950	15.661	16.001	15.537	15.977
	66	ใส่แผ่นกรองเข้าไปในช่องชุดรีเทรินน์	8.606	9.864	10.216	9.562	9.833
	67	ติดสติกเกอร์สรรพสามิต	19.606	23.228	24.086	22.307	22.938
	68	ติดสติกเกอร์ฉลากประหยัดไฟเบอร์5	19.966	20.964	23.871	21.600	22.212
	69	ติดสติกเกอร์ยี่ห้อ	18.506	20.136	23.212	20.618	21.201
	70	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	29.806	31.243	34.299	31.783	32.682
		รวม	136.172	148.307	161.100	148.526	152.730

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
10	71	หุ้มพลาสติก	9.981	10.836	11.599	10.805	11.111
	72	ใส่โฟมด้านข้าง	18.890	19.264	20.153	19.436	19.986
	73	นำกล่องกระดาษสวมเครื่องปรับอากาศ	10.410	11.626	11.846	11.294	11.614
	74	ใส่โฟมด้านบน	10.398	11.140	12.789	11.442	11.766
	75	พลิกกลับด้านตรงข้าม	2.341	2.626	2.934	2.634	2.708
	76	ปิดฝากล่อง	3.276	3.528	4.234	3.679	3.783
	77	ยกไปที่เครื่องรัดกล่อง	4.512	4.990	5.028	4.843	4.980
	78	รัดกล่องด้วยสายรัด	22.256	23.311	25.707	23.758	24.430
	79	ยกไปวางที่จัดเก็บ	9.514	10.532	10.960	10.335	10.628
		รวม	91.578	97.853	105.250	98.227	101.007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสรุปเวลาการทำงานของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	148.177	163.782	175.334	162.431	**167.028**
2	158.188	169.515	189.281	172.328	**177.205**
3	151.499	161.012	175.89	162.800	**167.408**
4	137.656	164.551	177.68	159.962	**164.489**
5	157.493	175.369	197.569	176.810	**181.814**
6	121.925	129.393	136.142	129.153	**132.808**
7	133.218	140.818	145.996	140.011	**143.973**
8	136.907	143.873	152.095	144.292	**148.375**
9	136.172	148.307	161.1	148.526	**152.730**
10	91.578	97.853	105.25	98.227	**101.007**
				เวลารวม	**1536.837**
				รอบเวลา	**181.814**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	หยิบฐานล่างวางบนสายการผลิต	7.900	8.166	8.460	8.175	8.407
	2	หยิบน๊อตสำหรับยึดฐานล่างกับขาไม้	38.461	40.369	40.920	39.917	41.046
	3	หยิบขาไม้วางบนฐานล่าง	28.866	30.067	34.266	31.066	31.946
	4	วางขาไม้ใต้ฐานล่าง	2.147	2.188	2.470	2.268	2.333
	5	ขันน๊อตยึดฐานล่างกับขาไม้	15.926	18.316	18.901	17.714	18.216
	6	เจาะรูที่มีสีอุด	36.466	43.589	46.276	42.110	43.302
	7	ใส่ลูกยาง#5ในช่องรองท่อและช่องสายไฟ	5.026	5.590	5.886	5.501	5.656
	8	หยิบคอลย์(Coil)วางบนฐานล่าง	17.206	21.540	22.400	20.382	20.959
		รวม	151.998	169.825	179.579	167.134	171.864
2	9	หักท่อเพื่อทดสอบว่าคอลย์รั่วหรือไม่	6.156	6.540	6.620	6.439	6.621
	10	ทากาวยางบนคอลย์	13.846	15.203	18.760	15.936	16.822
	11	หยิบฟองน้ำที่ตัดแล้ววางบนกาวที่ทาไว้	7.690	7.806	8.026	7.841	8.063
	12	ยกคอมเพรสเซอร์(Compressor)วางบนฐานล่าง	14.550	15.170	16.360	15.360	16.214
	13	หยิบBolทองแดงใส่ที่ขาของคอมเพรสเซอร์	39.628	41.711	41.746	41.028	42.189
	14	ใส่แหวนรองและน๊อตสำหรับยึดคอมเพรสเซอร์	41.711	41.746	39.628	41.028	42.189
	15	ขันน๊อตยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานล่าง	15.026	15.466	17.806	16.099	16.555
		รวม	138.607	143.642	148.946	143.732	148.654
3	16	หยิบฝากั้นคอมเพรสเซอร์มาวางบนฐานล่าง	6.380	8.360	6.205	6.982	7.179
	17	ขันน๊อตยึดฝากั้นคอมเพรสเซอร์กับคอลย์	20.162	24.331	27.101	23.865	24.540
	18	หยิบฝาหลังวางบนฐานล่าง	10.260	13.415	10.250	11.308	11.628
	19	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับฐานล่าง	31.307	34.886	31.312	32.502	33.421
	20	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับคอลย์	26.670	24.870	25.966	25.835	26.566
	21	หยิบชุดมอเตอร์มาวางบนฐานล่าง	13.426	15.817	12.581	13.941	14.336
	22	ใส่น๊อตในรูสำหรับยึดชุดมอเตอร์	13.780	13.886	15.636	14.434	14.842
	23	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับฐานล่าง	7.440	7.646	7.908	7.665	7.882
	24	ทาจารบีที่แกนมอเตอร์	5.216	5.922	6.532	5.890	6.057
	25	ใส่ใบพัดลมที่มอเตอร์และขันน๊อตยึดกับแกนมอเต	13.578	16.026	15.586	15.063	15.490
		รวม	148.219	165.159	159.077	157.485	161.942

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
4	26	เปิดจุกยางคอมเพรสเซอร์	2.632	3.516	3.601	3.250	3.342
	27	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านบนไว้ออก	5.981	6.320	6.446	6.249	6.426
	28	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านล่างไว้ออก	5.676	5.260	5.726	5.554	5.711
	29	ใส่ท่อทองแดงที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์และคอลย์	20.326	20.086	21.186	20.533	21.114
	30	ใส่ท่อของเหลว(Liquid)ต่อกับวาวล์และคอลย์	27.259	26.416	23.786	25.820	26.551
	31	ใส่ท่อที่มีวาวล์	4.536	3.182	4.611	4.110	4.226
	32	เตรียมอุปกรณ์การเชื่อม	18.734	20.551	25.661	21.649	22.261
	33	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์1	27.756	25.776	25.366	26.299	27.044
	34	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์2	35.186	37.466	36.706	36.453	37.484
	35	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์บน	22.696	28.006	25.106	25.269	25.984
	36	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์ล่าง	14.927	15.990	14.341	15.086	15.513
		รวม	185.709	192.569	192.536	190.271	195.656
5	37	เช็ดให้เย็นและเลื่อนท่อยาง	55.062	55.766	69.036	59.955	61.651
	38	นำไส้ศรใส่ไปในวาล์วท่อทางฉีดและท่อความดัน	21.336	20.370	21.946	21.217	21.818
	39	ทากาวท่อยางที่หุ้มท่อความดันต่ำ	2.163	2.563	2.841	2.522	2.594
	40	ต่อสายเพื่อไล่อากาศ(Vacuum)แล้วรอจนเสร็จ	104.486	115.666	132.236	117.463	120.787
	41	ต่อสายเพื่อเติมน้ำยาแล้วรอจนเสร็จ	57.790	58.169	61.779	59.246	60.923
		รวม	240.837	252.534	287.838	260.403	267.772
6	42	หยิบแผงวงจรไฟฟ้า	7.413	7.961	8.651	8.008	8.235
	43	ต่อสายไฟเข้ากับคอมเพรสเซอร์	14.847	16.356	15.266	15.490	15.928
	44	ใส่ตัวครอบ	17.906	19.856	15.226	17.663	18.163
	45	ขันน็อตยึดแผงวงจรกับฝากั้นคอมเพรสเซอร์	9.116	9.341	9.537	9.331	9.595
	46	ต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์เข้ากับแผงวงจรไฟฟ้า	45.186	43.136	37.696	42.006	43.195
	47	ใส่ที่ป้องกันสายไฟช็อต	12.439	12.107	12.396	12.314	12.662
	48	รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	14.036	14.666	15.446	14.716	15.132
	49	ต่อไฟเข้าเครื่องและทดสอบการทำงานเครื่อง	15.826	18.789	21.396	18.670	19.199
	50	บันทึกผลในใบตรวจสอบคุณภาพ	20.809	23.411	24.606	22.942	23.591
	51	ติดสติ๊กเกอร์รับประกันที่อุปกรณ์	17.560	16.259	15.606	16.475	16.941
		รวม	175.138	181.882	175.826	177.615	182.642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
7	52	เป่าทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง	9.325	10.806	8.916	9.682	9.956
	53	นำฝาหน้ามาวางพร้อมขันน็อต1ตัว	9.066	9.126	8.026	8.739	8.987
	54	ขันน็อตยึดฝาหน้า	6.656	5.421	6.206	6.094	6.267
	55	นำชุดขายางมาใส่ไว้ข้างคอมเพรสเซอร์	9.677	10.983	13.220	11.293	11.613
	56	ใส่ฝาทึบพร้อมขันน็อต1ตัว	6.486	6.636	6.160	6.427	6.609
	57	ขันน็อตยึดฝาทึบ	22.386	22.566	22.126	22.359	22.992
	58	ใส่ฝาบน	14.586	15.906	13.766	14.753	15.170
	59	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหน้า	8.446	9.106	9.466	9.006	9.261
	60	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหลัง	11.802	10.726	11.826	11.451	11.775
	61	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาทึบ	7.661	8.542	9.654	8.619	8.863
		รวม	106.091	109.818	109.366	108.425	111.493
8	62	ติดสติ๊กเกอร์ป้ายยี่ห้อ	8.479	8.066	7.986	8.177	8.408
	63	ติดสติ๊กเกอร์สรรพสามิต	11.411	9.406	9.746	10.188	10.476
	64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	25.166	25.237	24.439	24.947	25.653
	65	ติดซองคู่มือและใบรับประกัน	5.641	6.632	7.011	6.428	6.610
	66	หุ้มพลาสติก	6.986	8.886	6.502	7.458	7.669
	67	นำกล่องมาสวมเครื่องปรับอากาศ	11.626	11.846	10.410	11.294	11.614
	68	กีดกล่องและดันกล่องลง	5.966	6.946	7.466	6.793	6.985
	69	รัดสายรัดกล่อง	25.066	25.707	26.206	25.660	26.386
	70	ยกไปวางที่จัดเก็บ	10.766	10.846	9.426	10.346	10.639
		รวม	111.107	113.572	109.192	111.290	114.440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสรุปเวลาการจัดสมดุลสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	151.998	169.825	179.579	167.134	**171.864**
2	138.607	143.642	148.946	143.732	**148.654**
3	148.249	165.159	159.077	157.495	**161.952**
4	185.709	192.569	192.536	190.271	**195.656**
5	240.837	252.534	287.838	260.403	**267.772**
6	175.138	181.822	175.826	177.595	**182.621**
7	106.091	109.818	109.366	108.425	**111.493**
8	111.107	113.572	109.192	111.290	**114.440**
				เวลารวม	**1354.453**
				รอบเวลา	**267.772**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงเวลาหลังจากปรับปรุงพื้นที่การทำงานของสายการผลิตเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	นำคอลย์(Coil)วางลงบนสายการผลิต	2.453	2.577	3.012	2.681	2.757
	2	ประกอบโคเวอร์คอยล์(Cover Coil)2ด้าน	15.452	16.612	16.792	16.285	16.746
	3	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอยล์ทั้ง 2 ด้าน	20.100	21.262	21.262	20.875	21.465
	4	พลิกคอลย์กลับด้าน	2.146	2.376	2.706	2.409	2.478
	5	ขันน็อตยึดโคเวอร์คอยล์กับคอลย์ทั้ง 2 ด้าน	17.812	19.314	20.516	19.214	19.758
	6	เคลื่อนย้ายคอยล์ไปวางไว้	1.539	1.936	2.101	1.859	1.911
	7	นำแผ่นกระดานวางบนสายการผลิต	3.499	3.596	3.951	3.682	3.786
	8	นำเฮาท์ซิ่ง(Housing)วางบนแผ่นกระดาน	3.956	4.826	5.310	4.697	4.830
	9	เจาะรูโพลีเอทีลีน(PE)ที่ยังไม่ทะลุตามรู	3.576	4.051	4.602	4.076	4.192
	10	วางคอยล์บนเฮาท์ซิ่ง	10.786	11.006	11.561	11.118	11.432
	11	ขันน็อตยึดคอยล์กับเฮาท์ซิ่ง	50.688	53.126	54.021	52.612	54.101
		รวม	132.007	140.682	145.834	139.508	143.456
2	12	วางชุดมอเตอร์บนเฮาท์ซิ่ง	9.716	9.876	10.516	10.036	10.320
	13	ขันน็อตยึดชุดมอเตอร์กับเฮาท์ซิ่ง	20.756	21.056	22.561	21.458	22.065
	14	วางถาดน้ำทิ้งบนเฮาท์ซิ่ง	4.636	4.976	5.346	4.986	5.127
	15	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านขวา	21.920	22.826	24.992	23.246	23.904
	16	ขันน็อตยึดถาดน้ำทิ้งกับเฮาท์ซิ่งด้านซ้าย	10.866	13.586	14.193	12.882	13.246
	17	พลิกเฮาท์ซิ่งตั้งขึ้น	2.136	2.556	2.756	2.483	2.553
	18	ใส่น็อตที่รูน็อตด้านซ้าย	2.876	3.403	3.613	3.297	3.391
	19	ใส่หูแขวนด้านซ้ายและขันน็อตให้แน่น	16.080	17.234	18.456	17.257	17.745
	20	ใส่คอลย์เลงจ์(Coil Length)	10.686	11.236	12.766	11.563	11.890
	21	ขันน็อตยึดคอลย์เลงจ์กับเฮาท์ซิ่ง	26.516	28.766	30.072	28.451	29.257
		รวม	126.188	135.515	145.271	135.658	139.497

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
3	22	ใส่น๊อตที่รูน๊อตด้านขวา	2.523	3.086	3.403	3.004	3.089
	23	ใส่หูแขวนด้านขวาเข้ากับน๊อตและขันน๊อตให้แน่น	16.125	17.564	18.529	17.406	17.899
	24	วางฝาบนบนเฮาท์ซิ่ง	3.807	4.176	4.378	4.120	4.237
	25	ขันน๊อตยึดฝาบนกับเฮาท์ซิ่ง	45.966	47.942	50.324	48.077	49.438
	26	ใส่ลูกยางรองสายเทอร์มินอลที่รูด้านขวา	2.569	2.617	2.981	2.722	2.799
	27	ติดตั้งแผงเทอร์มินอลกับเฮาท์ซิ่งและขันน๊อตยึด 2 ตัว	40.679	41.677	43.221	41.859	43.044
	28	ใส่สายเทอร์มินอลในรูที่ใส่ยางรอง	2.186	2.539	2.792	2.506	2.577
	29	ขันน๊อตสำหรับติดตั้งสายดินกับเฮาท์ซิ่ง	13.689	14.211	15.614	14.505	14.915
		รวม	127.544	133.812	141.242	134.199	137.997
4	30	ต่อสายมอเตอร์,เทอร์มินอล,คอนโทลอนาลอกเข้ากัน	137.656	140.551	142.680	140.296	144.266
		รวม	137.656	140.551	142.680	140.296	144.266
5	31	คลายน๊อตที่แผงเทอร์มินอลออก	10.016	12.456	13.907	12.126	12.470
	32	ใส่สายไฟในรูที่คลายน๊อตออก	10.082	11.646	12.226	11.318	11.638
	33	เช็คการทำงานของมอเอตร์และรีโมต(Remote)	63.537	65.486	67.436	65.486	67.340
	34	ขันน๊อตยึดคอนโทลอนาลอกกับเฮาท์ซิ่ง	6.776	8.122	8.906	7.935	8.159
	35	ขันน๊อตยึดสายอน่ลอกกับชุดมอเตอร์	5.026	5.716	6.566	5.769	5.933
	36	ใส่โครงช่องลมบนเฮาท์ซิ่ง	11.166	11.266	12.462	11.631	11.961
	37	ขันน๊อตยึดติดโครงช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	36.890	37.667	38.066	37.541	38.603
		รวม	143.493	152.359	159.569	151.807	156.103
6	38	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าขวาวางบนเฮาท์ซิ่ง,ขันน๊อต	4.186	4.352	4.786	4.441	4.567
	39	หยิบเหล็กปรับฝาหน้าซ้ายวางบนเฮาท์ซิ่ง,ขันน๊อต	4.296	4.656	4.727	4.560	4.689
	40	หยิบฝาหน้าวางบนเฮาท์ซิ่ง	6.168	6.206	7.153	6.509	6.693
	41	ขันน๊อตยึดฝาหน้ากับเฮาท์ซิ่ง	40.672	41.986	42.231	41.630	42.808
	42	ใส่ช่องลมด้านขวากับแผงสวิตซ์และบาร์เล็ก	4.742	5.696	5.776	5.405	5.558
	43	ขันน๊อตยึกแผงสวิตซ์กับเฮาท์ซิ่ง	7.086	8.762	9.736	8.528	8.769
	44	ใส่ช่องลมด้านซ้ายกับบาร์ใหญ่และบาร์เล็ก	5.168	5.640	5.646	5.485	5.640
	45	ขันน๊อตยึดติดช่องลมกับเฮาท์ซิ่ง	9.636	9.726	9.736	9.699	9.974
	46	ใส่ฝาครอบแผงเทอร์มินอล	3.924	4.876	5.166	4.655	4.787
	47	ติดสติกเกอร์เทอร์มินอล	5.416	6.081	6.542	6.013	6.183
	48	หยิบแผ่นปิดคอยล์มาวางบนเฮาท์ซิ่งและขันน๊อตยึด	5.631	5.687	5.926	5.748	5.911
		รวม	96.925	103.668	107.425	102.673	105.578

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
7	49	หยิบฝาข้างขวามาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	20.126	21.524	22.750	21.467	22.074
	50	ขันน็อตยึดฝาข้างขวากับเฮาท์ซิ่ง	20.632	23.221	25.356	23.070	23.723
	51	หยิบฝาข้างซ้ายมาประกอบเข้ากับเฮาท์ซิ่ง	43.667	45.136	46.257	45.020	46.294
	52	ขันน็อตยึดฝาข้างซ้ายกับเฮาท์ซิ่ง	12.901	13.876	14.021	13.599	13.984
	53	พลิกเฮาท์ซิ่งนอนลง	3.892	4.361	4.613	4.289	4.410
		รวม	101.218	108.118	112.997	107.444	110.485
8	54	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างขวาและขันน็อต 2 ตัว	9.951	10.041	12.206	10.733	11.036
	55	ใส่ขารองแผ่นฟอกข้างซ้ายและขันน็อต 2 ตัว	16.046	16.551	17.026	16.541	17.009
	56	ใส่แผ่นฟอกข้างขวา	2.556	3.016	3.527	3.033	3.119
	57	ใส่แผ่นฟอกข้างซ้าย	2.965	3.066	3.986	3.339	3.433
	58	ใส่ชุดรีเทรินน์	13.104	14.464	16.064	14.544	14.956
	59	ติดโพลีเอทิลีน(PE)รองชุดรีเทรินน์	55.376	57.729	58.365	57.157	58.774
	60	ติดป้ายยี่ห้อ	3.909	4.006	4.321	4.079	4.194
		รวม	103.907	108.873	115.495	109.425	112.522
9	61	ใส่ใบรับประกันและคู่มือลงถุงเดียวกัน	2.641	3.347	3.632	3.207	3.297
	62	ดูหมายเลขใบรับประกันกับป้ายยี่ห้อให้ตรงกัน	10.541	11.402	12.417	11.453	11.777
	63	ใส่ใบรับประกันและคู่มือในเฮาท์ซิ่ง	3.229	3.942	4.321	3.831	3.939
	64	ปิดรีเทรินน์ลง	3.321	3.520	3.946	3.596	3.697
	65	ขันน็อตยึดชุดรีเทรินน์กับเฮาท์ซิ่งอันละ2ตัว	14.950	15.661	16.001	15.537	15.977
	66	ใส่แผ่นกรองเข้าไปในช่องชุดรีเทรินน์	8.606	9.864	10.216	9.562	9.833
	67	ติดสติกเกอร์สรรพสามิต	10.605	11.218	12.087	11.303	11.623
	68	ติดสติกเกอร์ฉลากประหยัดไฟเบอร์5	9.993	10.946	11.851	10.930	11.239
	69	ติดสติกเกอร์ยี่ห้อ	9.406	10.126	11.112	10.215	10.504
	70	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	24.706	25.146	26.311	25.388	26.106
		รวม	97.998	105.172	111.894	105.021	107.993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
10	71	หุ้มพลาสติก	8.198	8.824	9.594	8.872	9.123
	72	ใส่โฟมด้านข้าง	15.890	16.064	16.153	16.036	16.489
	73	นำกล่องกระดาษสวมเครื่องปรับอากาศ	9.410	9.626	9.846	9.627	9.900
	74	ใส่โฟมด้านบน	10.398	11.140	12.789	11.442	11.766
	75	พลิกกลับด้านตรงข้าม	2.341	2.626	2.934	2.634	2.708
	76	ปิดฝากล่อง	3.276	3.528	4.234	3.679	3.783
	77	ยกไปที่เครื่องรัดกล่อง	4.512	4.990	5.028	4.843	4.980
	78	รัดกล่องด้วยสายรัด	16.256	17.311	18.017	17.195	17.681
	79	ยกไปวางที่จัดเก็บ	9.514	10.532	10.960	10.335	10.628
		รวม	79.795	84.641	89.555	84.664	87.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสรุปเวลาการปรับปรุงพื้นที่สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	132.007	140.682	145.834	139.508	**143.456**
2	126.188	135.515	145.271	135.658	**139.497**
3	127.544	133.812	141.242	134.199	**137.997**
4	137.656	140.551	142.68	140.296	**144.266**
5	143.493	152.359	159.569	151.807	**156.103**
6	96.925	103.668	107.425	102.673	**105.578**
7	101.218	108.118	112.997	107.444	**110.485**
8	103.907	108.873	115.495	109.425	**112.522**
9	97.998	105.172	111.894	105.021	**107.993**
10	79.795	84.641	89.555	84.664	**87.060**
				เวลารวม	**1244.957**
				รอบเวลา	**156.103**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงเวลาหลังจากปรับปรุงพื้นที่การทำงานของสายการผลิตเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
1	1	หยิบฐานล่างวางบนสายการผลิต	3.59	3.86	4.02	3.823	3.932
	2	หยิบน๊อตสำหรับยึดฐานล่างกับขาไม้	17.31	18.22	20.15	18.560	19.085
	3	หยิบขาไม้วางบนฐานล่าง	20.86	21.94	23.54	22.113	22.739
	4	วางขาไม้ใต้ฐานล่าง	2.16	2.18	2.51	2.283	2.348
	5	ขันน๊อตยึดฐานล่างกับขาไม้	15.93	18.32	18.90	17.714	18.216
	6	เจาะรูที่มีสีอุด	36.466	43.589	46.276	42.110	43.302
	7	ใส่ลูกยาง#5ในช่องรองท่อและช่องสายไฟ	3.26	3.59	3.88	3.577	3.678
	8	หยิบคอลย์(Coil)วางบนฐานล่าง	10.21	11.54	12.39	11.380	11.702
		รวม	109.782	123.235	131.667	121.561	125.002
2	9	หักท่อเพื่อทดสอบว่าคอลย์รั่วหรือไม่	6.156	6.54	6.62	6.439	6.621
	10	ทากาวยางบนคอลย์	10.55	11.17	11.96	11.227	11.851
	11	หยิบฟองน้ำที่ตัดแล้ววางบนกาวที่ทาไว้	25.62	26.71	27.82	26.717	27.473
	12	ยกคอมเพรสเซอร์(Compressor)วางบนฐานล่าง	30.68	31.71	31.95	31.447	32.337
	13	หยิบBolทองแดงใส่ที่ขาของคอมเพรสเซอร์	15.026	15.466	17.806	16.099	16.555
	14	ใส่แหวนรองและน๊อตสำหรับยึดคอมเพรสเซอร์	3.2	3.38	4.36	3.647	3.750
	15	ขันน๊อตยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานล่าง	20.162	24.331	27.101	23.865	24.540
		รวม	111.394	119.307	127.617	119.439	123.126
3	16	หยิบฝากั้นคอมเพรสเซอร์มาวางบนฐานล่าง	10.84	11.2	12.76	11.600	11.928
	17	ขันน๊อตยึดฝากั้นคอมเพรสเซอร์กับคอลย์	5.69	6.8	7.02	6.503	6.687
	18	หยิบฝาหลังวางบนฐานล่าง	5.25	6.26	6.41	5.973	6.142
	19	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับฐานล่าง	31.307	31.312	34.886	32.502	33.421
	20	ขันน๊อตยึดฝาหลังกับคอลย์	24.87	25.966	26.67	25.835	26.566
	21	หยิบชุดมอเตอร์มาวางบนฐานล่าง	7.58	7.96	8.13	7.890	8.113
	22	ใส่น๊อตในรูสำหรับยึดชุดมอเตอร์	10.78	11.88	12.63	11.763	12.096
	23	ขันน๊อตยึดชุดมอเตอร์กับฐานล่าง	7.44	7.646	7.908	7.665	7.882
	24	ทาจารบีที่แกนมอเตอร์	5.216	5.922	6.532	5.890	6.057
	25	ใส่ใบพัดลมที่มอเตอร์,ขันน๊อตยึดกับแกนมอเตอร์	7.57	8.58	9.02	8.390	8.627
		รวม	116.543	123.526	131.966	124.012	127.521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
4	26	เปิดจุกยางคอมเพรสเซอร์	2.632	3.516	3.601	3.250	3.342
	27	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านบนไว้ออก	5.981	6.32	6.446	6.249	6.426
	28	เชื่อมฝาจุกทองแดงที่ปิดท่อที่คอลย์ด้านล่างไว้ออก	5.26	5.676	5.726	5.554	5.711
	29	ใส่ท่อทองแดงที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์และคอลย์	15.08	15.32	16.18	15.527	15.966
	30	ใส่ท่อของเหลว(Liquid)ต่อกับวาวล์และคอลย์	16.78	17.04	17.25	17.023	17.505
	31	ใส่ท่อที่มีวาวล์	3.182	4.536	4.611	4.110	4.226
	32	เตรียมอุปกรณ์การเชื่อม	13.73	14.55	16.61	14.963	15.387
	33	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์1	25.366	25.776	27.756	26.299	27.044
	34	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอมเพรสเซอร์2	35.186	36.706	37.466	36.453	37.484
	35	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์บน	22.696	25.106	28.006	25.269	25.984
	36	เชื่อมที่รอยเชื่อมคอลย์ล่าง	14.341	14.927	15.99	15.086	15.513
		รวม	160.234	169.473	179.642	169.783	174.588
5	37	เช็ดให้เย็นและเลื่อนท่อยาง	40.06	40.86	41.36	40.760	41.914
	38	นำไส้ศรใส่ไปในวาล์วท่อทางฉีดและท่อความดัน	10.37	11.33	11.94	11.213	11.531
	39	ทากาวท่อยางที่หุ้มท่อความดันต่ำ	2.163	2.563	2.841	2.522	2.594
	40	ต่อสายเพื่อไล่อากาศ(Vacuum)แล้วรอจนเสร็จ	104.49	105.67	108.24	106.129	109.133
	41	ต่อสายเพื่อเติมน้ำยาแล้วรอจนเสร็จ	57.79	58.169	61.779	59.246	60.923
		รวม	214.869	218.588	226.156	219.871	226.093
6	42	หยิบแผงวงจรไฟฟ้า	5.41	5.96	6.65	6.007	6.177
	43	ต่อสายไฟเข้ากับคอมเพรสเซอร์	10.84	11.26	12.35	11.483	11.808
	44	ใส่ตัวครอบ	13.22	13.9	14.85	13.990	14.386
	45	ขันน็อตยึดแผงวงจรกับฝากั้นคอมเพรสเซอร์	9.116	9.341	9.537	9.331	9.595
	46	ต่อระบบไฟฟ้าของมอเตอร์เข้ากับแผงวงจรไฟฟ้า	37.696	43.136	45.186	42.006	43.195
	47	ใส่ที่ป้องกันสายไฟช็อต	9.11	9.39	9.63	9.377	9.642
	48	รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	11.03	11.66	12.46	11.717	12.048
	49	ต่อไฟเข้าเครื่องและทดสอบการทำงานเครื่อง	15.826	18.789	21.396	18.670	19.199
	50	บันทึกผลในใบตรวจสอบคุณภาพ	16.8	17.41	17.68	17.297	17.786
	51	ติดสติ๊กเกอร์รับประกันที่อุปกรณ์	10.61	11.25	12.56	11.473	11.798
		รวม	139.658	152.096	162.299	151.351	155.634

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีงาน	ลำดับที่	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
			1	2	3		
7	52	เป่าทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง	8.916	9.325	10.806	9.682	9.956
	53	นำฝาหน้ามาวางพร้อมขันน็อต1ตัว	5.02	5.66	6.12	5.600	5.758
	54	ขันน็อตยึดฝาหน้า	5.421	6.206	6.656	6.094	6.267
	55	นำชุดขายางมาใส่ไว้ข้างคอมเพรสเซอร์	6.67	6.98	7.22	6.957	7.154
	56	ใส่ฝาทึบพร้อมขันน็อต1ตัว	5.16	5.48	5.63	5.423	5.577
	57	ขันน็อตยึดฝาทึบ	22.126	22.386	22.566	22.359	22.992
	58	ใส่ฝาบน	10.76	11.58	11.96	11.433	11.757
	59	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหน้า	8.446	9.106	9.466	9.006	9.261
	60	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาหลัง	10.726	11.802	11.826	11.451	11.775
	61	ขันน็อตยึดฝาบนติดกับฝาทึบ	7.661	8.542	9.654	8.619	8.863
		รวม	90.906	97.067	101.904	96.626	99.360
8	62	ติดสติ๊กเกอร์ป้ายยี่ห้อ	5.98	6.06	6.47	6.170	6.345
	63	ติดสติ๊กเกอร์สรรพสามิต	7.4	7.74	8.41	7.850	8.072
	64	เช็ดทำความสะอาดด้วยน้ำยา	20.43	21.16	21.37	20.987	21.581
	65	ติดซองคู่มือและใบรับประกัน	5.641	6.632	7.011	6.428	6.610
	66	หุ้มพลาสติก	6.502	6.986	8.886	7.458	7.669
	67	นำกล่องมาสวมเครื่องปรับอากาศ	10.41	11.626	11.846	11.294	11.614
	68	กีดกล่องและดันกล่องลง	5.966	6.946	7.466	6.793	6.985
	69	รัดสายรัดกล่อง	15.06	15.7	16.5	15.753	16.199
	70	ยกไปวางที่จัดเก็บ	9.426	10.766	10.846	10.346	10.639
		รวม	86.815	93.616	98.805	93.079	95.713

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสรุปเวลาการปรับปรุงพื้นที่สายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR

สถานีงาน	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
	1	2	3		
1	109.782	123.235	131.667	121.561	**125.002**
2	111.394	119.307	127.617	119.439	**123.126**
3	116.543	123.526	131.966	124.012	**127.521**
4	160.234	169.473	179.642	169.783	**174.588**
5	214.869	218.588	226.156	219.871	**226.093**
6	139.658	152.096	162.299	151.351	**155.634**
7	90.906	97.067	101.904	96.626	**99.360**
8	86.815	93.616	98.805	93.079	**95.713**
				เวลารวม	**1127.037**
				รอบเวลา	**226.093**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการวางผังของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

คำอธิบายประกอบภาพการวางผังสายการผลิตเครื่องปรับอา กาศก่อนการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

1. คอลย์ (Coil)
2. แผ่นกระดาน
3. ไม้รองฐานล่าง
4. ฐานล่าง
5. พัดลม
6. เครื่องไล่อากาศ (Vacuum Machine)
7. ที่วางน๊อต
8. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
9. มอเตอร์
10. หัวขันน๊อต
11. หัวเชื่อม
12. เศษวัสดุ
13. ถังแก๊สเชื่อม
14. เครื่องเติมน้ำยา
15. ถังเติมน้ำยา
16. สายไฟและน๊อต
17. แผงสวิตซ์และวงจร
18. หัวเป่าลม
19. เครื่องทดสอบระบบไฟฟ้า
20. ทดสอบรอยรั่ว
21. ฝาหน้า
22. หัวขันน๊อต
23. ฝาบน
24. สติกเกอร์และใบรับประกัน
25. ที่วางเฮาส์ซิ่ง (Housing)และถาดน้ำทิ้ง
26. ที่วางน๊อตและชิ้นส่วนเล็ก

Line 1 สายการผลิตสำรอง

Line 2 สายการผลิตเอาท์ดอร์ยูนิต

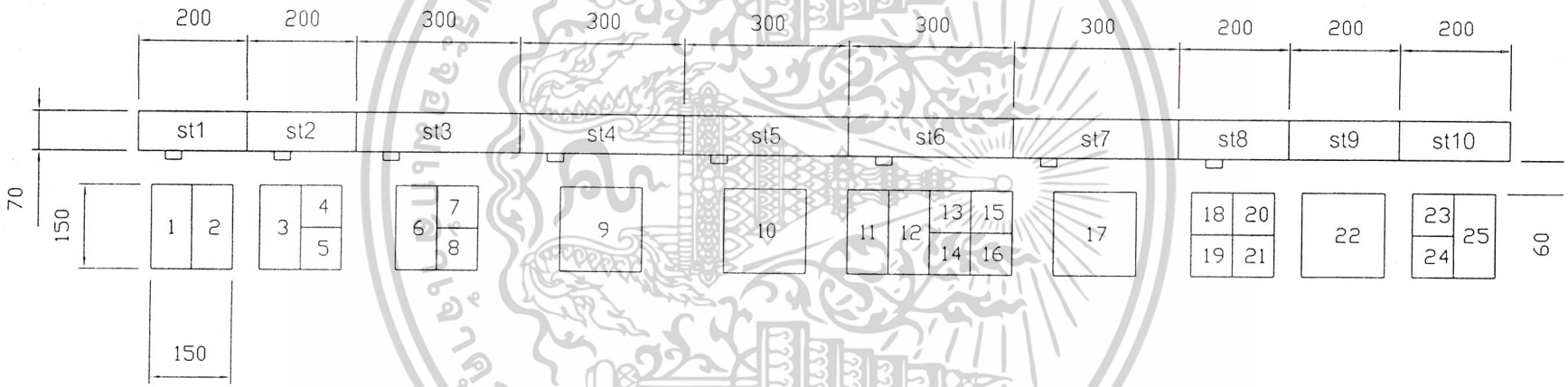
Line 3 สายการผลิตอินดอร์ยูนิต

Line 4 สายการผลิตอินดอร์ยูนิต

Line 5 สายการผลิตอินดอร์ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางผังของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องทำความเย็น รุ่น FCTX



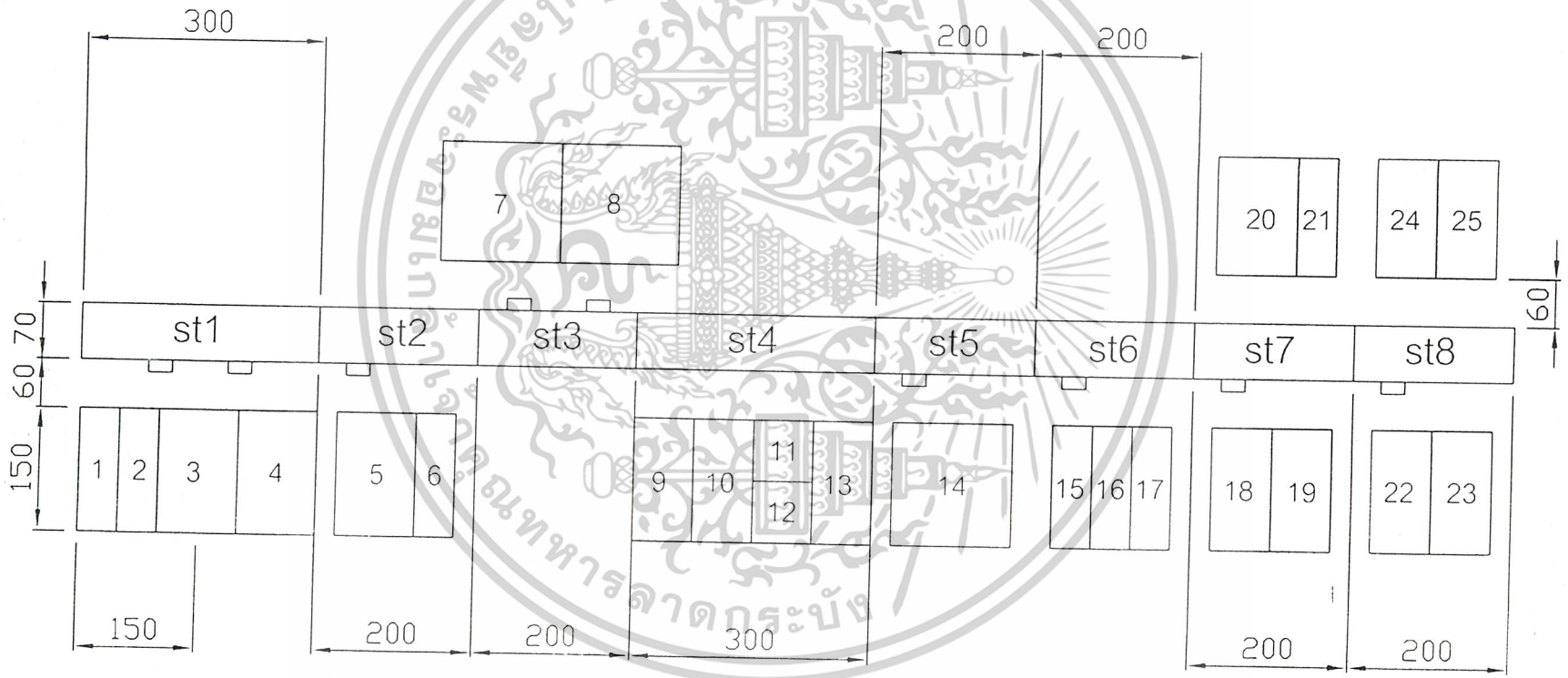
ลิขสิทธิ์ของสถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายประกอบภาพการวางผังสายการผลิตเครื่องทำความเย็นรุ่น FCTX

1. แผ่นกระดาน
2. คอลย์(Coil) และโคเวอร์คอลย์(Cover Coil)
3. ถาดน้ำทิ้ง
4. มอเตอร์
5. คอลย์เลงจ์ (Coil Lenglh)
6. ฝาบน
7. แผงเทอร์มินอล
8. หูแขวน
9. คอนโทลอนาลอก (Control Analog)
10. โครงช่องลม
11. ฝาหน้า
12. ช่องลม
13. เหล็กปรับฝาหน้า
14. แผงสวิตซ์และบาร์เล็ก
15. สติกเกอร์เทอร์มินอล
16. แผ่นปิดคอลย์
17. ฝาข้าง
18. ขารองแผ่นฟอก
19. แผ่นฟอก
20. ชุดรีเทรินล์
21. ป้ายยี่ห้อ และ โพลีเอทิลีน
22. คู่มือ และ สติกเกอร์
23. โฟม
24. พลาสติกหุ้ม
25. กล่องกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางผังของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศประเภทเครื่องระบายความร้อน รุ่น AR



ลิขสิทธิ์ของสถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร ห้ามนำไปใช้ก่อนได้รับอนุญาต

คำอธิบายประกอบภาพการวางผังสายการผลิตเครื่องระบายความร้อนรุ่น AR

1. แผ่นกระดาน
2. ขาไม้
3. ฐานล่าง
4. คอลย์ (Coil)
5. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
6. ฝากั่นคอมเพรสเซอร์
7. ฝาหลัง
8. ชุดมอเตอร์และพัดลม
9. ท่อความดันสูง(High)
10. ท่อความดันต่ำ (Low)
11. หัวเชื่อม
12. ลวดเชื่อม
13. ถังแก๊ส
14. ถังน้ำยา
15. แผงวงจรไฟฟ้า
16. สายไฟและตัวครอบ
17. สติกเกอร์
18. ฝาหน้า
19. ฝาทึบ
20. ฝาบน
21. ชุดขายาง
22. สติกเกอร์
23. คู่มือ
24. กล่องกระดาษ
25. พลาสติกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของชั้นวางชั้นงาน

14.10.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงส่วนประกอบของเครื่องมือช่วยในการติดตั้งกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้