สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจัดสมดุลสายการประกอบ
กรณีศึกษา โรงงานผลิตโทรทัศน์

นาย จิตติณัฐ อัญเชิญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55626
วัน,เดือน,ปี 20 พ.ค. 2548
b.....
i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASSEMBLY LINE BALANCING

THE CASE STUDY OF TELEVISION FACTORY

MR. JITTINUT UNCHERN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา โรงงานผลิตโทรทัศน์ ASSEMBLY LINE BALANCING THE CASE STUDY OF TELEVISION FACTORY
นักศึกษา	นาย จิตติณัฐ อัญเชิญ รหัสประจำตัว 43010595
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรรพสิทธิ์ ลิมนรรัตน์

อ. เชาวลิต หามนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา โรงงานผลิตโทรทัศน์
นักศึกษา	จิตติณัฐ อัญเชิญ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรรพสิทธ์ ลิ่มนรรัตน์
	อ. เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบคือหนึ่งในปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในแผนกการประกอบ จากการทำการศึกษาปัญหาของโรงงานผลิตตัวอย่าง ปัญหาของการสมดุลสายการประกอบเกิดจากการจัดงานลงในสถานีการทำงานอย่างไม่เหมาะสม วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อทำให้สายการประกอบมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการใช้วิธีฮิวริสติกในการจัดสมดุลสายการ โดยเลือกวิธีการจัดสมดุลสายการประกอบมาทำการทดลอง 4 วิธี คือ การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีถ่วงน้ำหนัก (Ranked Positional Weight Method), การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซล (COMSOAL Technique), การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน (Longest Task Time Method), การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีเลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อน (Most Follower Method) จากการทดลองผลลัพธ์จากการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยคอมพิวเตอร์และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายการประกอบ พบว่าวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา คือ การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีเลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อน ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธีนี้กับการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการในปัจจุบัน ผลลัพธ์ที่ได้คือจำนวนสถานีที่ใช้ในการประกอบลดลง 5 สถานี จากเดิม 19 สถานีเหลือ 14 สถานี และประสิทธิภาพของสายการประกอบเพิ่มขึ้น 21.56 % หลังจากนั้นได้นำผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีเลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อน ไปทดสอบผลด้วยการจำลองสถานการณ์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นั้นสามารถยืนยันผลจากการจัดสมดุลสายการประกอบว่ามีความเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาสมดุลสายการประกอบดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Assembly Line Balancing
	Case Study of Television Factory
Student	Mr. Jittinut Unchern
Degree	Bachelor of Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2003
Thesis Advisor	Assist Prof. Dr. Sunpasit Limnorarat
	Mr. Chouwalit Hamontree

ABSTRACT

Assembly line balancing is view as one of the most critical problem in production department. Studying in the assembly department of television product. The basic line-balancing problem is to assigns individual work elements to workstation in a production environment. The objective is to maximize the efficiency of this line by using line-balancing theory. The proposed heuristic model is composed four methods are Ranked Positional Weight Method, COMSOAL Technique, Longest Task Time Method and Most Follower Method. The result of the computational experiments has shown solution of line balancing are performance measure compared to finding indicated four appropriate heuristic method namely the Most Follower Method. When compare the result with old method. It would reduce workstation for 5 stations from 19 stations to 14 stations and efficiency of the line better solution of 21.56%. Moreover, The result of heuristic in to tested by simulation method. The result of simulation in case study can be a candidate solution for solving line balancing problem.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ทุกๆท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และบรรดาเพื่อนๆ พ่อแม่พี่น้องที่คอย ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลืออยู่เสมอหากไม่มีทุกคนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ของผมคงไม่มีวันสำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ ผศ. พรศักดิ์ อรรถวานิช ที่เป็นเหมือนญาติผู้ใหญ่ที่คอยเตือนสติและให้ข้อคิดในการทำงานและการดำเนินชีวิต ขอบคุณ ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและกำลังใจยามท้อแท้ และ สิ้นหวังในการทำงาน ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ช่วยแก้ไขรูปเล่มปริญญานิพนธ์ ให้คำแนะนำต่างๆในการทำงานและออกทุนในการทำปริญญานิพนธ์ให้ และสุดท้ายนี้ ต้องขอขอบคุณ อาจารย์ เชาวลิต หามนตรี ที่คอยให้คำปรึกษาในการทำงาน แนะนำสถานที่หาข้อมูลในการทำงาน ช่วยเหลือทุกๆอย่างทั้งยังให้ความเมตตาและมีความอดทนเป็นเลิศ ที่คอยแก้ไขความผิดพลาดในการทำงานและของปริญญานิพนธ์ซึ่งเกิดอยู่บ่อยครั้ง ขอบคุณมากจริงๆครับ

จิตติณัฐ อัญเชิญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	I
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
	กิตติกรรมประกาศ	III
	สารบัญ	IV
	สารบัญตาราง	VI
	สารบัญรูป	VII
บทที่1	บทนำ	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.4 วิธีการวิจัย	2
	1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	2
	1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
	2.1 แผนภูมิที่ใช้ศึกษากระบวนการผลิต	4
	2.2 การวัดผลงาน	5
	2.3 การศึกษาเวลา	6
	2.4 การจับเวลาและบันทึกข้อมูล	7
	2.5 การประเมินอัตราการทำงาน	10
	2.6 การกำหนดเวลาเผื่อ	14
	2.7 การหาเวลามาตรฐาน	14
	2.8 การคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต	15
	2.9 การจัดกำลังคนในสายการผลิต	16
	2.10 การจัดสมดุลสายการผลิต	16
	2.11 ระบบงานและแบบจำลอง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เรื่อง	หน้า

บทที่3 การออกแบบระบบการดำเนินงาน

3.1 สภาพการผลิตในปัจจุบัน 23

3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการประกอบ 23

3.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา 23

3.4 การจำลองสถานการณ์ 32

บทที่4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดลองหาวิธีการจัดสมดุลสายการประกอบที่เหมาะสม 34

4.2 การเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการประกอบ 34

4.3 การทดสอบผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจำลองสถานการณ์ 48

บทที่5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน 39

5.2 ปัญหาต่างๆที่พบในการดำเนินงาน 39

5.3 ข้อแนะนำในการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป 39

บรรณานุกรม 40

ภาคผนวก ก 41

ภาคผนวก ข 49

ภาคผนวก ค 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1	ตารางแสดงประสิทธิภาพของแต่ละสถานีการทำงานในสายการประกอบ	1
ตารางที่ 2.1	ตารางแสดงจำนวนตัวอย่างที่รอบเวลาต่างๆ	10
ตารางที่ 2.2	ตารางแสดงค่าการประเมินในระบบเวสติ้งเฮาส์	12
ตารางที่ 2.3	ตารางแสดงระบบคะแนนสเกล	14
ตารางที่ 2.4	ตารางแสดงตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต	15
ตารางที่ 2.5	ตารางแสดงการจัดกำลังคนลงในสายการผลิต	16
ตารางที่ 3.1	เวลาในการทำงานของงานประกอบแผงวงจรปุ่มกด	26
ตารางที่ 3.2	เวลามาตรฐานของสถานีการทำงานที่ 5	27
ตารางที่ 3.3	ตารางแสดงการให้เวลาส่วนเผื่อที่เกี่ยวข้องของงานประกอบแผงวงจรปุ่มกด	28
ตารางที่ 3.4	ตารางแสดงประสิทธิภาพของสายการประกอบในปัจจุบัน	29
ตารางที่ 4.1	แสดงผลการเปรียบเทียบผลจากการจัดสมดุลทั้ง 4 วิธี	34
ตารางที่ 4.2	สายการประกอบก่อนการปรับปรุง	35
ตารางที่ 4.3	สรุปการประเมินผลของสายการประกอบก่อนการปรับปรุง	35
ตารางที่ 4.4	สายการประกอบภายหลังการปรับปรุง	36
ตารางที่ 4.5	สรุปการประเมินผลของสายการประกอบก่อนภายหลังการปรับปรุง	36
ตารางที่ 4.6	แสดงผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ	37
ตารางที่ 4.7	แสดงผลการจำลองสถานการณ์ก่อนการจัดสมดุลสายการประกอบ	38
ตารางที่ 4.8	แสดงผลการจำลองสถานการณ์หลังการจัดสมดุลสายการประกอบ	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.1	ตัวอย่างสายการประกอบ	17
รูปที่ 2.2	แสดงตัวอย่างการจัดงานลงในสายการประกอบ	18
รูปที่ 2.3	แสดงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลอง	20
รูปที่ 3.1	ตัวอย่างการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการปรับค่าความบริสุทธิ์ของเม็ดสี	33
รูปที่ 3.2	ตัวอย่างการป้อนข้อมูลการกระจายลงในตัวแบบจำลอง	35
รูปที่ 4.1	สายการประกอบก่อนการจัดสมดุลสายการประกอบ	39
รูปที่ 4.2	สายการประกอบภายหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประกอบชิ้นส่วนโทรทัศน์เป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการผลิต จากการสำรวจสายการประกอบของโรงงานตัวอย่าง พบปัญหาที่เกิดในสายการประกอบโทรทัศน์หลายอย่าง ได้แก่ ปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิตเนื่องจากการจัดส่งไม่ตรงตามเวลา ปัญหาเวลาการทำงานแต่ละสถานีการทำงานที่แตกต่างกันมาก ปัญหาการขาดระบบควบคุมและการจัดการของเสีย และปัญหาขาดระบบประเมินผลการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ปัญหาเหล่านี้ทำให้ทรัพยากรที่มีถูกใช้อย่างไม่คุ้มค่าส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องเวลาการทำงานแต่ละสถานีการทำงานที่แตกต่างกันมากซึ่งทำให้สายการประกอบมีประสิทธิภาพต่ำ ดังข้อมูลซึ่งแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงประสิทธิภาพของแต่ละสถานีการทำงานในสายการประกอบ

สถานีการทำงาน	ประสิทธิภาพ
1	77.40%
2	71.33%
3	68.35%
4	58.75%
5	50.78%
6	81.32%
7	57.18%
8	65.72%
9	69.55%
10	63.61%
11	76.04%
12	83.83%
13	95.61%
14	54.64%
15	68.02%
16	71.87%
17	32.62%
18	100.00%
19	61.95%
เฉลี่ย	68.87%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ามีสถานีการทำงานในสายการประกอบมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการรอคอยงานในบางสถานีการทำงาน ดังนั้นจึงทำการแก้ไขปัญหาด้วยการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของแต่ละสถานีการทำงานมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบของแผงกประกอบโทรทัศน์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการประกอบโดยใช้วิธีจำลองสถานการณ์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. โครงงานนี้ศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตโทรทัศน์รุ่น 21 CV 1
2. เนื่องจากสายการประกอบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงใช้ข้อมูลในช่วงที่เข้าไปทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลจากการจัดสมดุลสายการประกอบ

1.4 วิธีการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาระบบการทำงานพร้อมทั้งปัญหาของกรณีศึกษา
3. เตรียมและรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษา
4. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา
5. เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการจัดสมดุลสายการประกอบ
6. ประเมินของการจัดสมดุลสายการประกอบโดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้
   - จำนวนสถานีการทำงาน
   - ประสิทธิภาพของสายการประกอบ
7. ทดสอบผลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์
8. สรุปผลการจัดสมดุลสายการประกอบ พร้อมทั้งแสดงข้อเสนอแนะในการปรับปรุงต่อไป
9. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและเครื่องพิมพ์รายงาน
2. โปรแกรม Win QSB
3. โปรแกรม Simul 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการประกอบโทรทัศน์ของโรงงานตัวอย่าง โดยทำให้เวลาการทำงานในแต่ละสถานีมีค่าใกล้เคียงกันด้วยวิธีการสมดุลสายการประกอบ
2. เวลามาตรฐานที่ได้สามารถนำไปใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบใหม่ให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนภูมิที่ใช้ในการศึกษากระบวนการผลิต

2.1.1 แผนภูมิกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

- แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart)
- แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)
- แผนภูมิกระบวนการผลิตของกลุ่ม (Gang Process Chart)
- แผนภูมิการดำเนินงาน หรือ แผนภูมิการทำงานของมือซ้ายและมือขวา (Operation Chart or Left and Right Hand Chart)

2.1.2 แผนภูมิกิจกรรม ประกอบด้วย

- แผนภูมิกิจกรรม (Activity Chart)
- แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ (Multiple Activity Chart)
- แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine Chart)
- แผนภูมิการทำงานของสองมือโดยละเอียด (Simo Chart)

2.1.3 แผนภูมิและไดอะแกรมการเคลื่อนที่ประกอบด้วย

- แผนภูมิการเดินทาง (Travel Chart)
- ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow Diagram)
- ไดอะแกรมสายใย (String Diagram)

เนื่องจากการวิเคราะห์ปัญหาการสมดุลสายการผลิตต้องการเพียงข้อมูลอย่างคร่าวๆ ของลักษณะการทำงานของสายการประกอบเดิม ดังนั้นเพื่อให้เห็นรูปแบบการทำงาน จึงเลือกใช้ แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) แสดงการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมายถึงการตรวจสอบต่างๆ หมายถึงการทำงาน

ซึ่งจะบันทึกเฉพาะกิจกรรมที่สำคัญเท่านั้น โดยแสดงส่วนประกอบหลักของชิ้นงานไว้ที่ส่วนซ้ายมือของแผนภูมิ และใช้เส้นตรงแสดงการเคลื่อนไปของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวัดผลงาน

2.2.1 เป้าหมายและประโยชน์ของการวัดผลงาน

การวัดผลงาน คือ การกำหนดเวลาทำงานมาตรฐานในการทำงานของคนงานที่มีระดับการทำงานที่เหมาะสม ด้วยเงื่อนไขสภาพการทำงานที่พอเหมาะ เพื่อให้ได้ผลงานหนึ่งหน่วย

การวัดผลงานเป็นเครื่องมือรับรู้ผลงานของคนงาน เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของงานที่ต้องใช้เวลาทำงาน เช่น รู้ว่างานแต่ละส่วนใช้เวลามากน้อยเพียงใด ใช้เวลาเหมาะสมหรือไม่ ทำให้รู้เวลาของงานที่ไร้ประสิทธิภาพและเวลาที่เป็นส่วนเกิน และสามารถใช้ข้อมูลการวัดผลงานเป็นแนวทางในการบริหารการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.2.2 ขั้นตอนการวัดผลงาน

ในการวัดผลงานมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การเลือกงาน
2. การแบ่งกิจกรรมย่อยของงาน
3. การบันทึกเวลา
4. การวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลเวลา
5. การปรับเวลาประเมิน
6. การปรับเวลาเผื่อ
7. การกำหนดเวลามาตรฐาน

การดำเนินการวัดผลงานอาจจะมีผลกระทบจากคนงานและผู้บังคับบัญชา เช่น ทัศนคติที่ผิดของคนงานต่อการวัดผลงาน โดยเข้าใจว่าการวัดผลงานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงงานที่ทำ การเพิ่มงานที่ทำ การลดค่าจ้างแรงงาน การโยกย้าย หรือเป็นการจับผิดคนงาน ซึ่งทำให้เกิดการต่อต้านจากคนงาน และข้อมูลที่ได้มาไม่เป็นจริง จึงควรปฏิบัติตามแนวทางต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการวัดผลงาน

1. อธิบายให้หัวหน้าคนงานและคนงานทราบถึงความจำเป็นและวัตถุประสงค์ของการวัดผลงาน
2. อธิบายผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวัดผลงาน เช่น การกำหนดเวลามาตรฐานจะมีผลต่อการทำงานอย่างไร
3. ควรให้หัวหน้าคนงานทำความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดผลงานและให้ความร่วมมืออย่างต่อเนื่อง
4. การศึกษาเวลาต้องทำโดยเปิดเผย เพื่อไม่ให้คนงานเกิดความไม่ไว้วางใจ
5. มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีพอที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีกับทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา คือเทคนิคการวัดผลงานซึ่งมีกระบวนการ เพื่อกำหนดเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสม ซึ่งทำงานในอัตราปกติ ภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานของการวัดผลงาน โดยมีผลลัพธ์เรียกว่า เวลามาตรฐาน

จากนิยามของการศึกษาเวลา สามารถกำหนดหลักการพื้นฐานได้โดยสังเขป ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาเวลาต้องใช้กระบวนการในการหาเวลาการทำงาน
2. คนงานที่ใช้ในการศึกษาเวลาต้องเป็นคนงานที่เหมาะสม มีความรู้ความสามารถในการทำงานนั้นเป็นอย่างดี
3. คนงานต้องทำงานในอัตราปกติ
4. ต้องมีเงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงาน

การกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงานจะประกอบด้วยเวลาที่บันทึกจากการทำงาน ซึ่งจะต้องผ่านการคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ เพื่อเป็นตัวแทนของเวลาในการทำงานหรือค่าเวลาที่เลือก (Selected Time) หลังจากนั้นเมื่อประเมินความเร็วการทำงานของคนงานนั้นแล้ว จะใช้อัตราการทำงานเมื่อเทียบกับปกติเพื่อทำการปรับค่าช่วงเวลาที่เลือกให้เป็นค่าเวลาปรกติ (Normal Time) โดยมีการเผื่อเวลาสำหรับทำกิจกรรมอื่น เช่น เวลาสำหรับความเมื่อยล้า และเวลาสำหรับอุบัติเหตุเข้าไปด้วย เพื่อให้เวลาที่ได้สามารถเป็นตัวแทนของการทำงานนั้นจริง เรียกว่า เวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.3.1 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

1. เลือกงาน
2. บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. แบ่งแยกย่อยงาน
4. วัดและบันทึกเวลา
5. กำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา
6. ประเมินอัตราการทำงาน
7. กำหนดเวลาเผื่อ
8. หาเวลามาตรฐาน

2.3.2 การเลือกงานมาศึกษา ส่วนใหญ่มีหลักในการเลือกดังต่อไปนี้

1. เป็นงานใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่
2. ต้องการกำหนดเวลามาตรฐานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน
3. เวลามาตรฐานเดิมไม่สามารถแทนการทำงานได้
4. เพื่อการเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ประเมินค่าใช้จ่าย
6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของคนงานหรือเครื่องจักร
7. ต้องการจัดสมดุลสายการผลิต
8. เพื่อจัดระบบแผนการทำงาน คู่มือการทำงานหรือแผนการผลิต
9. เพื่อกำหนดต้นทุนแรงงานและระบบความคุ้มทุนของแรงงาน

2.3.3 การแบ่งแยกย่อยงาน

การแบ่งแยกย่อยงานเป็นขั้นตอนสำคัญของการศึกษาเวลา เพราะช่วยให้สามารถสังเกตุและวิเคราะห์ส่วนของงานได้สะดวก การจับเวลาต้องสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานได้เสียก่อน จึงจะสามารถรู้ขอบเขตของวัฏจักรการทำงานนั้นได้ โดยการแบ่งงานมีดังต่อไปนี้

1. แบ่งแยกงานย่อยที่ได้ผลผลิต (Productive Work) ออกจากงานย่อยที่ไม่ได้ผลผลิต (Nonproductive Work)
2. แบ่งแยกงานย่อยที่มีจุดเปลี่ยนการเคลื่อนไหวชัดเจน
3. งานย่อยที่แบ่งแยกควรมีระยะเวลานานพอที่จะจับเวลาได้อย่างไม่คลาดเคลื่อนกว่าที่กำหนด
4. รวมกลุ่มของงานย่อยที่มีช่วงเวลาสั้นๆ เข้าเป็นงานย่อยเดียวกัน
5. แยกงานย่อยที่ทำด้วยมือเปล่าออกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร
6. แบ่งแยกงานย่อยคงที่ออกจากงานย่อยแปรค่า
7. แยกงานย่อยที่มีความล้าเป็นพิเศษออกมา

การแบ่งแยกย่อยงานจะทำให้รู้ขอบเขตของงานแต่ละอย่าง โดยสามารถแบ่งงานออกเป็นงานที่เกิดผลผลิตกับงานที่ไม่เกิดผลผลิต ซึ่งทำให้กำหนดส่วนของงานที่ไร้ประสิทธิภาพได้ และช่วยให้สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของการทำงานได้ง่าย และเพิ่มเติมข้อมูลลงไปในแต่ละงานได้สะดวก เพราะมีการแบ่งแยกที่ชัดเจน

2.4 การจับเวลาและการบันทึกข้อมูล

เมื่อมีการแบ่งแยกงานย่อยชัดเจนแล้ว จะทำให้รู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานย่อยแต่ละงาน โดยการจับเวลาสามารถเก็บบันทึกข้อมูลเวลาได้สองแบบ คือ

1. แบบต่อเนื่องหรือแบบสะสมเวลา
2. แบบจับวัดเวลาโดยตรง

การใช้นาฬิกาในการจับเวลาแบบต่อเนื่องหรือแบบสะสมเวลา เข็มวินาทีของนาฬิกาจะเดินไปข้างหน้าตลอดเวลา การอ่านค่าเวลาจะใช้ตัวเลขค่าเวลาที่จุดแบ่งแยกงานย่อยของทุกๆ งาน การหาค่าเวลางานย่อยของแต่ละงานจะคำนวณได้จากการลบค่าที่อ่านได้แต่ละจุดกับค่าถัดไป ส่วนการใช้นาฬิกาในการจับเวลาแบบจับวัดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรง นาฬิกาเริ่มเดินจากจุดเริ่มต้นของงานย่อยหนึ่งๆ เมื่อถึงจุดสิ้นสุดของงานย่อยจะอ่านและบันทึกค่าเวลาตามตำแหน่งของเข็มนาฬิกา แล้วกดปุ่มบนนาฬิกาเพื่อทำให้เข็มนาฬิกาตีกลับไปเริ่มต้นที่ศูนย์ และเริ่มเดินเพื่อวัดเวลาของงานย่อยต่อไป

การบันทึกเวลาแบบสะสมนั้นมีความสะดวกในการบันทึก แต่ต้องเสียเวลาคำนวณหาเวลาของงานย่อยโดยวิธีหาผลต่างของเวลา นอกจากนั้นหากพบว่าเกิดการพลาดพลั้งโดยการจับเวลาของงานย่อยถัดไป ก็จะไม่เกิดผลกระทบต่อเวลาทั้งหมด ข้อได้เปรียบของการใช้เวลาสะสมจึงพอสรุปได้ดังนี้

1. การใช้นาฬิกาจับเวลาแบบสะสม ทำได้เร็วและถูกต้องกว่า
2. คนงานและตัวแทนคนงานมีความเชื่อถือการจับเวลาแบบสะสมมากกว่า เพราะรู้สึกว่าไม่มีเวลาตกหล่นไปในระหว่างการศึกษาเวลา
3. การใช้การจับเวลาแบบสะสม แม้เกิดผิดพลาดไม่สามารถจับเวลาของงานย่อยได้ แต่เวลางานรวมยังคงถูกต้อง การปรับปรุงเวลางานย่อยที่พลาดไปก็ทำได้โดยไม่ยาก
4. การจับเวลาแบบสะสม เมื่อมีบันทึกเวลาพร้อมกับการประเมินอัตราความเร็วการทำงาน จะไม่ทำให้เวลาบันทึกผิดพลาดไป เพราะการจับเวลาจะใช้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานย่อยเป็นค่าเวลาที่บันทึก
5. การจับเวลาแบบสะสม ลดโอกาสผิดพลาดของการจับเวลางานย่อยที่มีเวลาทำงานสั้นๆ
6. การบันทึกเวลาแบบจับวัดเวลาโดยตรง มีข้อเสียคือจะเสียเวลาเล็กน้อยในการทำให้เข็มนาฬิกาตีกลับไปเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งที่จะวัดงานย่อยใหม่ การสูญเสียความแม่นยำในการวัดเวลานี้จะมีนัยสำคัญเมื่อมีงานย่อยซึ่งเป็นงานที่ใช้เวลาสั้นเป็นจำนวนมาก และข้อเสียอีกประการก็คือผู้จับเวลามักมีแนวโน้มละเลยการจับเวลาของงานย่อยแปลกปน ซึ่งอาจทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้

เพื่อหลีกเลี่ยงการมองข้ามงานย่อยบางประเภท ควรทำการตรวจสอบเวลาที่วัดได้กับเวลาอ้างอิง โดยบันทึกเวลาเริ่มต้นศึกษาเป็นเวลาอ้างอิง และเมื่อบันทึกเวลาตั้งแต่งานย่อยแรกจนกระทั่งงานย่อยสุดท้ายแล้ว ให้บันทึกเวลาสิ้นสุดของการศึกษาเป็นเวลาอ้างอิง จากนั้นคำนวณผลต่างระหว่างเวลาอ้างอิงเริ่มต้น-สิ้นสุด กับผลบวกของค่าเวลาที่อ่านได้ระหว่างการศึกษาเวลา ถ้าผลต่างเกินกว่า 2 ควรทำการศึกษาซ้ำมากขึ้น เช่น งานที่ศึกษาเวลามีเวลาอ้างอิงเริ่มต้น- สิ้นสุด เท่ากับ 4 นาที ผลบวกของค่าเวลาที่อ่านได้ระหว่างการศึกษาเวลาเท่ากับ 4.05 นาที ผลต่างเท่ากับ 0.05 นาที หรือ 1.25% ถือว่าข้อมูลเวลาใช้ได้ การตรวจสอบกับเวลาอ้างอิงจึงเป็นวิธีที่ง่ายและสร้างความเชื่อถือได้ระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา

การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกจับเวลาคือการหาขนาดของตัวอย่างในการบันทึกเวลา โดยทั่วไปเมื่อทำการบันทึกเวลา พบว่าโอกาสที่จะจับเวลาของงานย่อยแต่ละงานให้มีเวลาเดียวกันในทุกวัฏจักรของงานเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความผิดพลาดในการจับเวลา ความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของคนงาน หรือความผันแปรด้านอื่นๆ ของงาน ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเก็บบันทึกข้อมูลเวลาหลายรอบหรือหลายวัฏจักร จากนั้นจะเลือกใช้เวลาที่เป็นตัวแทนเวลาของงานย่อยแต่ละงาน โดยจะเลือกใช้ค่าเฉลี่ย (mean) หรือฐานนิยม (mode) เป็นเวลาที่ใช้ทำงาน

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \tag{2.1}$$

N = จำนวนวัฏจักรที่จับเวลาในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

$\sigma_{\bar{X}}$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ทำการจับเวลามา

การกำหนดหาขนาดของตัวอย่างที่จะสร้างความเชื่อมั่นต่อข้อมูลที่วัดได้ โดยมีระดับความเชื่อมั่นและความผิดพลาดตามที่กำหนด มี 2 วิธีคือ

1. วิธีใช้สูตรคำนวณ จากการเปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นเท่ากับค่าระดับความผิดพลาด
2. ใช้ตารางสำเร็จรูป

การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลา โดยการใช้สูตรคำนวณจากตารางทางสถิติของการแจกแจงแบบมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)

$\pm 1\ \sigma$ คือ 68.26%

$\pm 2\ \sigma$ คือ 95.46%

$\pm 3\ \sigma$ คือ 99.73%

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเวลา

ดังนั้นถ้าต้องการให้มีระดับความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาดน้อยกว่า 5% จะตั้งสมการในการหาจำนวนวัฏจักรที่จะทำการจับเวลาได้ดังนี้

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\left(\sum x^2\right) - \left(\sum x\right)^2}}{\sum x} \right]^2 \tag{2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ N = จำนวนวัฏจักรที่ได้ทำการจับเวลามา

N' = จำนวนวัฏจักรที่ต้องไปทำการจับเวลามาเพื่อให้มีค่าความเชื่อมั่นและค่าความผิดพลาดตามที่กำหนด

x = เวลาที่ได้ไปทำการจับเวลามา

การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาโดยการใช้ตารางสำเร็จรูป ซึ่งตารางดังกล่าวจะกำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมเมื่อทราบเวลาเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงจำนวนตัวอย่างที่รอบเวลาต่างๆ

เวลา / วัฏจักร(นาที)	จำนวนตัวอย่าง
ไม่เกิน 0.1	200
0.1– 0.25	100
0.25-0.50	60
0.50-0.75	40
0.75-1.00	30
1.00-2.00	25
2.00-5.00	15
5.00-10.0	10
10.0-20.0	8
20.0-40.0	5
40.0	3

2.5 การประเมินอัตราการทำงาน

ในการจับเวลาและบันทึกเวลาทำงาน จะมีกรณีเวลาที่บันทึกอาจสูงเกินไปหรือต่ำเกินไปซึ่งอาจใช้วิธีการตัดเวลาดังกล่าวออกจากข้อมูลเวลาที่บันทึกได้ แต่ถ้าค่าเวลาที่สูงหรือต่ำเกินไปนั้นเกิดจากเงื่อนไขของวัสดุก็ไม่ควรขจัดออก นอกจากนี้การใช้ค่าเวลาเฉลี่ย (Mean) หรือ ค่าเวลาฐานนิยม (Median) ของข้อมูลเวลาที่บันทึกได้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาข้อมูลเวลาที่เบี่ยงเบนไปเนื่องจากความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจของคนงานในการทำให้เวลาทำงานเร็วขึ้นหรือช้าลงได้ ดังนั้นจึงนิยมใช้การประเมินอัตราการทำงาน ซึ่งการประเมินอัตราเร็วการทำงานของคนงานระหว่างการศึกษาเวลาเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและสำคัญมากในการปรับค่าเวลาที่ได้ให้เหมาะสมโดยใช้ค่าองค์ประกอบการประเมิน (Rating Factors) ตามสมการที่ 2.3

$$\text{ค่าเวลาที่เลือก} \times \text{องค์ประกอบการประเมิน} = \text{ค่าเวลาปกติของงาน} \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินอัตราทำงาน เป็นกระบวนการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานที่ศึกษากับอัตราการทำงานมาตรฐานปกติของการทำงานนั้น โดยอัตราการทำงานมาตรฐานปกติคืออัตราการทำงานซึ่งคนงานที่เหมาะสมทำงานได้โดยไม่เร่งการทำงานเกินกว่าอัตราการทำงานเฉลี่ยของเขาในแต่ละวัน ภายใต้เงื่อนไขว่าคนงานเข้าใจวิธีการทำงานเป็นอย่างดีและพอใจที่จะทำงานนั้น องค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราการทำงานประกอบด้วย

องค์ประกอบที่อยู่เหนือการควบคุมของคนงาน

1. ความแตกต่างของคุณภาพและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้
2. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเครื่องมือและเครื่องจักร
3. การเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ ในวิธีการทำงาน
4. การเปลี่ยนแปลงที่เลี่ยงไม่ได้เช่น สถานที่ทำงาน
5. ความแตกต่างในความตั้งใจทำงานของคนงาน
6. การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม เช่น แสง สี เสียง และอุณหภูมิ

องค์ประกอบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของคนงาน

1. คุณภาพผลิตภัณฑ์
2. ความชำนาญ
3. สมรรถนะในการทำงาน
4. จุดมุ่งหมายในการทำงาน
5. ความพยายามในการทำงาน

ดังนั้นผู้ศึกษาเวลาไม่ควรประเมินอัตราการทำงานสูงเกินไป ในกรณีต่อไปนี้

1. คนงานมีความวิตกกังวลหรือเร่งรีบ
2. คนงานทำงานระมัดระวังเกินไป
3. งานนั้นยุ่งยากเกินไปในการจับเวลา
4. ช่วงเวลางานย่อยสั้นเกินไป

ผู้ศึกษาเวลาไม่ควรประเมินอัตราการทำงานต่ำเกินไป ในกรณีต่อไปนี้

1. คนงานทำงานที่ง่าย
2. คนงานทำงานด้วยความสม่ำเสมอ มีการเคลื่อนที่เป็นจังหวะ
3. คนงานทำงานไปโดยไม่ได้คิดไตร่ตรองทั้งที่ควรจะต้องคิดก่อน
4. คนงานทำงานหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ระบบประเมินอัตราการทำงาน ในปัจจุบัน ได้แก่

1. ระบบประเมินอัตราการทำงานตามความชำนาญและความพยายาม (Skill and Effort Rating)
2. ระบบประเมินอัตราการทำงานโดยระบบเวสติ้งเฮ้าส์ (Westing House System)
3. ระบบประเมินอัตราการทำงานโดยการสังเคราะห์ (Synthetic Rating)
4. ระบบประเมินอัตราการทำงานตามวัตถุประสงค์ (Objective Rating)
5. ระบบประเมินอัตราการทำงานตามสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
6. ระบบประเมินอัตราการทำงานโดยใช้คะแนนสเกล (Scale Rating)

ระบบประเมินอัตราการทำงานตามความชำนาญและความพยายาม และระบบประเมินอัตราการทำงานโดยระบบเวสติ้งเฮาส์ พิจารณาจากสื่องค์ประกอบ ได้แก่ ความชำนาญงาน ความพยายาม เงื่อนไขการทำงาน และความสม่ำเสมอในการทำงาน การประเมินโดยวิธีนี้ใช้ผลรวมของค่าการประเมินจากทั้งสี่องค์ประกอบเป็นผลลัพธ์การประเมิน

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าการประเมินในระบบเวสติ้งเฮาส์

ความชำนาญงาน			ความพยายาม		
+ 0.15	A1	ชำนาญสูงมาก	+ 0.13	A1	ชำนาญสูงมาก
+ 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	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
- 0.05	E1	พอใช้	- 0.04	E1	พอใช้
- 0.10	E2		- 0.08	E2	
- 0.16	F1	เลว	- 0.12	F1	เลว
- 0.22	F2		- 0.17	F2	
เงื่อนไขการทำงาน			ความสม่ำเสมอ		
+ 0.06	A	ดีเยี่ยม	+ 0.04	A	ดีเยี่ยม
+ 0.04	B	ดีมาก	+ 0.03	B	ดีมาก
+ 0.02	C	ดี	+ 0.01	C	ดี
0.00	D	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
- 0.03	E	พอใช้	- 0.02	E	พอใช้
- 0.07	F	เลว	- 0.04	F	เลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาค่าเวลา ถ้าเวลาที่เลือกคือ 0.70 และค่าองค์ประกอบการประเมินทั้งสี่คือ

ความชำนาญดีมาก	B2	0.08
ความพยายามเฉลี่ย	D	0.00
เงื่อนไขการทำงานดี	C	0.02
ความสม่ำเสมอดี	C	0.01
คะแนนรวม	=	0.11

ดังนั้นเวลาปกติ = (0.70) × (1.11) = 0.777

ระบบประเมินอัตราการทำงานตามวัตถุประสงค์ เป็นระบบประเมินซึ่งทำเป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกจะประเมินตามอัตราการทำงานมาตรฐานโดยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของงาน ในภายหลังจะมีขั้นตอนปรับอัตราการทำงานโดยคำนึงถึงความยากง่ายของงาน โดยพิจารณาจากระดับองค์ประกอบการใช้ส่วนของร่างกายซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ

1. ปริมาณการใช้งานของร่างกาย
2. การใช้เท้าเหยียบ
3. การใช้สองมือ
4. การใช้การประสานงานของตาและมือ
5. ความต้องการขนย้าย
6. น้ำหนัก

ตัวอย่าง เวลาเลือกเท่ากับ 0.28 นาที การประเมินอัตราการทำงานเท่ากับ 95% และถ้าผลรวมของการปรับค่าการทำงานตามระดับองค์ประกอบความยากของงานเท่ากับ 20% จะได้ค่าเวลาปกติเท่ากับ (0.28 × 0.95 × 1.20) หรือ 0.32 นาที

ระบบประเมินอัตราการทำงานตามสมรรถนะการทำงาน เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายมาก เนื่องจากใช้เกณฑ์เฉลี่ยอัตราการทำงานของคนงาน โดยทั่วไปในการทำงานจะมีทั้งคนที่ทำงานเร็วและทำงานช้า ถ้ามีกลุ่มตัวอย่างมากพอการกระจายของอัตราการทำงานของกลุ่มจะปกติ (Normal Distribution) ทำให้สามารถใช้ค่าเวลาเฉลี่ยเป็นเกณฑ์อัตราคนทำงานปกติ และสามารถกำหนดค่าองค์ประกอบการประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็น 100%

ระบบประเมินอัตราการทำงานโดยใช้คะแนนสเกล มีอยู่หลายระบบ เช่น ระบบ 60-80, 75-100, 100-133 และ 20-100 แต่ระบบที่ง่ายและได้รับความนิยมคือ ระบบ 0-100 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงระบบคะแนนสเกล

ค่าสเกล	อัตราการทำงาน
0	ไม่ได้ทำอะไร
50	ทำงานช้ามาก
75	ทำงานสม่ำเสมอไม่เร่งรีบ
100	อัตราทำงานปกติ
125	เร่ง เชื่อมั่น เร่งมือ
150	เร็วมาก มีความพยายาม และสนใจสูง

ในการใช้คะแนนสเกลเป็นองค์ประกอบการประเมิน สามารถหาค่าเวลาปกติของการทำงานได้จากสมการที่ 2.3

$$\text{เวลาปกติ} = \frac{\text{เวลาเลือก} \times \text{ค่าสเกล}}{100} \quad (2.4)$$

2.6 การกำหนดเวลาเผื่อ

การคำนวณเวลาปกติจากการใช้เวลาเลือกยังไม่สามารถสร้างเวลามาตรฐานได้ เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงเวลาเผื่อ ซึ่งแบ่งเป็น

1. เวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัว (Personal Allowance) ในการทำงาน 8 ชม. ต่อวัน โดยไม่มีการพักเลย จะมีเวลาเผื่อเป็นเวลากิจส่วนตัวประมาณ 2-5% และจะเพิ่มสูงขึ้นถ้าเงื่อนไขการทำงานเลวลง
2. เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) จำเป็นสำหรับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานหนักมาก หรืองานที่มีแนวโน้มเพิ่มความเครียด ทั้งนี้เพื่อให้คนงานลดความเมื่อยล้า และความเบื่อหน่าย ทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการฟื้นตัวในการทำงานของคนงาน โดยทั่วไปจะกำหนดไว้ที่ 4%
3. เวลาเผื่อความล่าช้า (Delay Allowance) เป็นเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้าในการปรับเครื่องมือ เครื่องจักร หรือเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรชำรุด โดยจะพิจารณาในแต่ละกรณี

2.7 การหาเวลามาตรฐาน

หลังจากที่ได้ค่าเวลาปกติและค่าเวลาเผื่อมาแล้ว สามารถหาค่าเวลามาตรฐานได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + (\text{เวลาปกติ} \times \%\ \text{เวลาเผื่อ}) \quad (2.5)$$

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \frac{\text{เวลาปกติ} \times 100}{(100 - \%\ \text{เวลาเผื่อ})} \quad (2.6)$$

ซึ่งเวลามาตรฐานที่ได้จะใช้เป็นตัวแทนของเวลาในการทำงานที่กำลังศึกษา

2.8 การคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต

สถานีการผลิตที่	เวลามาตรฐาน(นาที)	เวลาที่เสียไปต่อหน่วย
1	0.42	0.30
2	0.56	0.16
3	0.48	0.24
4	0.72	-
5	0.59	0.13
6	0.45	0.27
7	0.50	0.22

รอบเวลาการผลิต = 0.72 นาที

สามารถคำนวณอัตราการผลิตได้ดังนี้

$$\text{อัตราการผลิต} = \frac{\text{เวลาการผลิต}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \quad (2.7)$$

$$= \frac{60}{0.72}$$

$$= 83 \text{ หน่วยต่อชั่วโมง}$$

คำนวณประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{(\text{ผลรวมของเวลามาตรฐานในแต่ละสถานี} \times 100)}{(\text{รอบเวลาการผลิต} \times \text{จำนวนสถานี})} \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= (0.42 + 0.56 + 0.48 + 0.72 + 0.59 + 0.45 + 0.50) \times \frac{100}{(0.72 \times 7)}$$

$$= 73.81\%$$

การปรับสมดุลการผลิตต้องทำการศึกษาเวลาเพื่อแบ่งงานในแต่ละสถานีให้เหมาะสมขึ้น และลดรอบเวลาในการผลิตลง หรืออาจทำได้โดยการเพิ่มจำนวนพนักงานในแต่ละสถานี หรือการเพิ่มจำนวนสถานีการทำงาน เพื่อทำให้อัตราการผลิตสูงขึ้น

2.9 การจัดกำลังคนในสายการผลิต

ในสายการผลิตซึ่งต้องการอัตราการผลิต 900 หน่วยต่อวัน สำหรับการทำงาน 450 นาทีต่อวัน จะต้องการรอบเวลาการผลิตเท่ากับ $\frac{450}{900} = 0.50$ นาที การคำนวณจำนวนคนงานที่จะใช้ในการผลิตทำได้โดย

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงการจัดกำลังคนลงในสถานี

สถานี	เวลา	เวลาที่ใช้/รอบ	คน	เวลาต่อหน่วยต่อคน
1	1.42	1.42/0.5 = 2.84	3	1.42/3 = 0.47
2	1.10	1.10/5 = 2.20	2	1.10/2 = 0.55
3	2.44	2.44/0.5 = 4.88	5	2.44/5 = 0.49
4	1.39	1.39/0.5 = 2.78	3	1.39/3 = 0.46
5	2.94	2.94/0.5 = 5.88	6	2.49/6 = 0.41
6	2.35	2.35/.5 = 4.70	5	2.35/5 = 0.47
7	1.47	1.47/0.5 = 2.94	3	1.47/3 = 0.49
รวม	13.11		27	

จากการจัดแบบนี้ จะเห็นได้ว่าสถานีที่ 2 จะเป็นคอขวดและอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ $\frac{450}{0.55} = 818$ ซึ่งถ้าต้องการผลิตให้ได้เท่ากับเป้าหมาย จะต้องเพิ่มคนงานในสถานีที่ 2 อีก 1 คน ทำให้เวลาที่ใช้ในสถานีที่ 2 เท่ากับ $\frac{1.10}{3} = 0.366$ ทำให้จุดคอขวดกลายเป็นสถานีที่ 3 และ7 และมีอัตราการผลิตเท่ากับ 918 เครื่อง หรือแก้ได้โดยการให้พนักงานในสถานีที่ 1 มาช่วยผลิตในบางเวลาหรือทำการปรับปรุงวิธีการทำงานของสถานีที่ 2

2.10 การจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing)

การจัดสมดุลสายการประกอบ คือการทำให้เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละสถานีใกล้เคียงกัน เพื่อลดเวลาว่างของสายการประกอบ โดยมีเป้าหมายในการจัดอยู่ที่รอบเวลาของการผลิต (Cycle Time) ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รอบเวลาของการผลิต คือเวลาที่สายการประกอบใช้ในการผลิตชิ้นงานหนึ่งชิ้น ซึ่งเท่ากับเวลารวมของงานย่อยซึ่งมากที่สุดที่อนุญาตให้จัดในสถานีการทำงานได้ โดยรอบเวลาของการผลิตนี้ถูกกำหนดจากปริมาณการผลิตที่ต้องการ (Output Capacity) ตามสมการ

$$\frac{\text{(Operation Time) เวลาที่มีในการทำงาน}}{\text{(Output Capacity) ปริมาณการผลิตที่ต้องการ}} = \text{รอบเวลาของการผลิต (Cycle Time)} \qquad (2.9)$$

ตัวอย่างการจัดสมดุลสายการประกอบของการทำงานที่มี 5 งานย่อย โดยมีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เท่ากับ 2 นาที

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสายการประกอบ

รอบเวลาการทำงานสั้นที่สุดที่เป็นไปได้เท่ากับเวลาที่น้อยที่สุดของงานย่อย คือ 1.0 นาที
รอบเวลาการทำงานมากที่สุดที่เป็นไปได้เท่ากับผลรวมเวลาของทุกงานย่อย คือ 2.5 นาที
และมีเวลาในการทำงานต่อวันเท่ากับ 480 นาที
ความสามารถในการผลิตที่เป็นไปได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 192 ถึง 480 ชิ้นต่อวัน

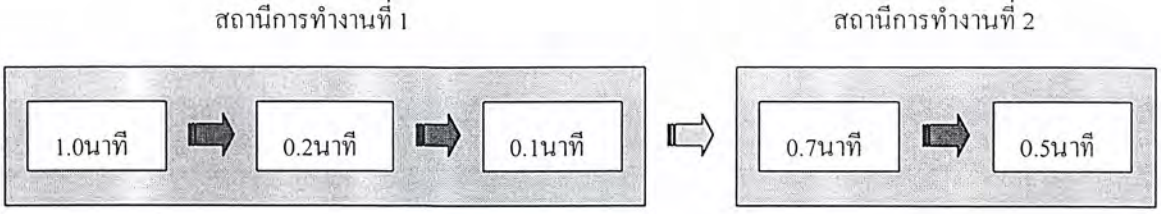
ถ้าความต้องการในการผลิตเท่ากับ 360 ชิ้น จะได้รอบเวลาของการผลิตจากการคำนวณเท่ากับ 1.33 นาที แต่ถ้าต้องการให้สายการประกอบผลิตได้ตามที่ต้องการ รอบเวลาการผลิตจะต้องต่ำกว่า 1.33 นาที ในการจัดสมดุลสายการประกอบที่ทำนี้ใช้การจัดสมดุลแบบเลือกเวลาของงานย่อยที่มากที่สุดมาจัดก่อน (Longest task Time) มีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

1. จัดงานย่อยที่มีเวลามากที่สุดลงในสายการประกอบก่อน โดยต้องไม่ขัดกับลำดับก่อนหลังในการทำงาน
2. จัดงานย่อยที่มีเวลารองลงมาในลำดับต่อไปลงในสายการประกอบ

ข้อดีของการจัดสมดุลสายการประกอบแบบนี้คือความสะดวกในการคิด และงานย่อยที่มีเวลาการทำงานน้อยจะถูกจัดลงในสายการประกอบเป็นลำดับหลัง ซึ่งจะจัดได้ง่ายกว่างานย่อยที่มีเวลาการทำงานมาก และ ทำให้การจัดสมดุลสายการประกอบมีความเรียบมากขึ้น (Smooth) เมื่อทดลองทำการจัดสมดุลสายการประกอบที่เป็นตัวอย่าง โดยไม่มีลำดับขั้นตอนก่อนหลังในการทำงาน จะได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55626



รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการจัดงานลงในสายการประกอบ

ซึ่งลำดับขั้นตอนการทำงานนั้นจะต้องหาจากสภาพการทำงานจริงของงานนั้นๆ เพื่อความถูกต้องแม่นยำของการจัดสมดุลสายการประกอบ และให้สามารถปฏิบัติงานได้จริง ซึ่งการจัดสมดุลสายการประกอบที่ทำการศึกษาจะพิจารณาตามการจัดสมดุล 4 วิธี ดังนี้

2.10.1 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีถ่วงน้ำหนัก (Ranked Positional Weight Method)

เป็นการจัดสมดุลสายการประกอบโดยเลือกงานที่มีค่า RWN มากที่สุดมาทำการจัดก่อน ซึ่งค่า RWN คือผลรวมเวลาของงานที่กำลังพิจารณาและงานที่ต้องทำตามหลังงานนั้น ขั้นตอนในการจัดมีดังนี้

1. หาค่า RWN ของทุกงาน
2. จัดเรียงลำดับขั้นงานตามค่า RWN โดยลำดับในการจัดจะต้องไม่ขัดกับลำดับก่อนหลังในการทำงาน

2.10.2 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซล (COMSOAL Technique)

COMSOAL ย่อมาจาก Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line เป็นการเลือกงานที่จะนำมาจัดแบบสุ่ม ทำให้ผลการจัดที่ได้มีค่าไม่แน่นอน มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. จำแนกงานที่มีอยู่ในสายการผลิตพร้อมด้วยงานย่อยที่ต้องทำตามหลังโดยทันที
2. สร้าง ตาราง A ซึ่งประกอบด้วยชื่องานทุกงานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีการทำงานใด และจำนวนขั้นงานที่ต้องทำก่อนหน้างานนั้นโดยทันที
3. สร้าง ตาราง B โดยเลือกงานที่ไม่มีขั้นตอนงานที่ต้องทำก่อนหน้าโดยทันทีใน ตาราง A แล้วนำมาจัดลงใน ตาราง B
4. เลือกงานจาก ตาราง B มาเพียงขั้นงานเดียวโดยวิธีการสุ่มแบบมีกฎเกณฑ์ นำมาจัดเป็นงานถาวรใน ตาราง C โดยให้สอดคล้องกับเวลาที่มีในการทำงาน ถ้างานที่เลือกมานั้นมีเวลาเกินกว่าที่เหลืออยู่ให้ใช้งานในลำดับถัดไปหรือถ้าไม่มีเวลาเหลือพอให้เพิ่มสถานีการทำงานขึ้นมาใหม่ใน ตาราง C แล้วจัดงานนั้นลงไป
5. ลบงานที่จัดไว้ใน ตาราง C ออกจาก ตาราง B และ ตาราง A เนื่องจากงานได้ถูกจัดลงสถานีการทำงานอย่างถาวรแล้ว
6. จัดตาราง A ใหม่จากงานที่เหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำซ้ำขั้นตอนในข้างต้นจนกว่างานที่มีอยู่จะถูกจัดลงสถานีการทำงานจนหมด

2.10.3 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน (Longest Task Time Method)

เป็นการจัดสมดุลด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) โดยมีหลักเกณฑ์เลือกงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุดมาจัดก่อน โดยไม่ขัดกับลำดับก่อนหลังในการทำงาน ทำให้งานที่เหลือมีเวลาในการทำงานน้อย ซึ่งทำให้สะดวกในการจัดงานที่เหลือ

2.10.4 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีเลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อน (Most Follower Method)

เป็นการจัดสมดุลด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) โดยมีหลักเกณฑ์เลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อนโดยไม่ขัดกับลำดับก่อนหลังในการทำงาน ทำให้งานที่เหลือเป็นงานในส่วนท้ายๆ ของสายการผลิต

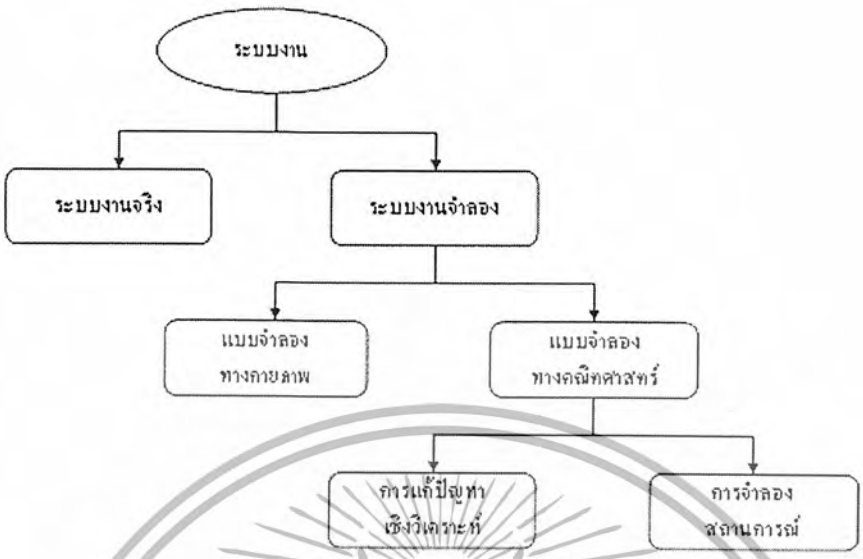
2.11 ระบบงานและแบบจำลอง (Model and System)

องค์ประกอบที่เป็นกลไกสำคัญในการจำลองสถานการณ์ให้ประสบผลสำเร็จคือแบบจำลองในการสร้างแบบจำลองอย่างถูกต้องเพื่อนำไปใช้จำลองสถานการณ์ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจละเอียดลึกซึ้งเป็นอย่างดีเกี่ยวกับระบบงานจริงเสียก่อน เนื่องจากสิ่งนี้เป็นหัวใจสำคัญของการสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้งาน ดังนั้นผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในระบบงานอย่างแท้จริง จะไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนระบบงานจริงนั้นๆ ได้

ระบบงาน (System) หมายถึงกลุ่มองค์ประกอบ (Element) ที่มีความสำคัญต่อกันและร่วมมือประสานงานกันเพื่อให้ได้ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์บางอย่างของระบบงาน สิ่งสำคัญในการศึกษาระบบงานคือ การกำหนดขอบเขตระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดองค์ประกอบระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบงาน (System Environment) นอกจากการกำหนดขอบเขตของงานแล้วยังจำเป็นต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่างๆ ทั้งองค์ประกอบภายใน และภายนอกระบบงาน ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้ทำให้เกิดกิจกรรมภายใต้เงื่อนไขบางอย่างที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลการทำงานของระบบ

แบบจำลอง (Model) หมายถึงตัวแทนลักษณะพฤติกรรมของสิ่งที่สนใจ ใช้ในการนำเสนอเพื่อศึกษาหรือเลียนแบบการใช้งาน โดยในการจำลองเพื่อศึกษาจะทำเฉพาะจุดที่สนใจศึกษามาทำแบบจำลองเท่านั้น แบบจำลองสามารถนำไปใช้งานได้หลายลักษณะ เช่น ใช้ในการสื่อความหมายหรือบรรยาย ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของระบบ และใช้ทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตของระบบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลอง

2.11.1 การหาผลลัพธ์ของระบบ

2.11.1.1 การทดลองโดยระบบงานจริง (Experiment with actual system) และการทดลองโดยระบบงานจำลอง (Experiment with model system)

ถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของระบบงาน และยินยอมให้ระบบทำงานภายใต้เงื่อนไขใหม่ ก็สามารถทดลองโดยระบบงานจริงได้ แต่ในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ หรือไม่มีงบประมาณในการเปลี่ยนแปลง หรืออาจก่อให้เกิดความสูญเสีย จะใช้การประเมินผลจากระบบงานจำลองแทน ตัวอย่างเช่น ธนาคารต้องการทดลองลดจำนวนพนักงานรับเงินซึ่งเป็นการลดต้นทุน แต่เวลาที่ใช้ในการให้บริการก็จะมากขึ้น ส่งผลให้อาจเกิดการบาดหมางกับลูกค้าก็เป็นได้

2.11.1.2 แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

แบบจำลองทางกายภาพทำให้เข้าใจโดยแสดงให้เห็นจริง เช่น การจำลองรูปแบบทางกายภาพโดยการใช้ดินสร้างเป็นโครงสร้างรถยนต์เพื่อทำการทดสอบในอุโมงค์ลม หรือการตัดส่วนที่นั่งของนักบินเพื่อจำลองห้องนักบินสำหรับใช้ในการฝึกนักเรียนฝึกการบิน เป็นต้น แต่ในบางกรณีไม่สามารถสร้างเป็นรูปร่างได้ เช่น แบบจำลองการเคลื่อนที่ของแรงยกที่เกิดจากใบพัดเฮลิคอปเตอร์ จึงต้องอาศัยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถจำลองผลที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองดังกล่าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1.3 การแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ (Analytical Solution) และ การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

เมื่อสร้างแบบจำลองได้แล้ว หลังจากนั้นจะทดสอบแบบจำลองเพื่อให้เห็นว่าสามารถใช้หาคำตอบต่อคำถามที่สนใจเกี่ยวกับระบบงานซึ่งแบบจำลองถูกสมมุติให้เป็นตัวแทนได้อย่างไร ถ้าหากแบบจำลองมีความเรียบง่ายเพียงพอก็อาจทำงานด้วยรูปแบบและปริมาณที่สัมพันธ์กับระบบงานจริง ซึ่งช่วยทำให้การแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้อง เช่น ตัวอย่างสมการ $s = vt$ ถ้าหากทราบระยะทางที่จะเดินทางและความเร็วในการเดินทางก็จะสามารถทราบเวลาในการเดินทางได้ แต่การแก้ไขปัญหาบางอย่างมีความซับซ้อนสูงมากและต้องการใช้ทรัพยากรมากมายในการหาคำตอบ ถ้าปัญหานั้นมีสูตรพื้นฐานในการคำนวณ การแก้ไขปัญหาโดยการจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถให้ผลตามต้องการ แต่ทว่าบางปัญหาต้องการการจำลองที่เป็นมากกว่าสมการคณิตศาสตร์ คือต้องเห็นถึงความเป็นไปของระบบเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการแก้ปัญหาโดยวิธีการจำลองสถานการณ์

2.11.2 ประเภทของระบบงานที่ใช้การจำลองสถานการณ์

การจำแนกประเภทของระบบงานจำแนกตามการนำไปใช้งาน โดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

1. ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ไม่สามารถแยกเวลาในขณะใดขณะหนึ่งได้ เช่น การเคลื่อนที่ผ่านอากาศของเครื่องบิน
2. ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่ต่อเนื่อง ขึ้นกับปัจจัยที่มากระทำหรือช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น เช่น การเข้ามาใช้บริการของลูกค้าในธนาคาร
3. ระบบแน่นอนหรือระบบตายตัว (Deterministic System) คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพอย่างแน่นอนขึ้นอยู่กับสิ่งที่เกิดก่อนหน้า ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีน้อยมากที่จะรู้องค์ประกอบต่างๆ ของระบบได้ชัดเจน
4. ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) คือระบบที่มีความเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม ซึ่งในบางกรณีสามารถหาค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงสถานภาพได้
5. ระบบสถิตย์ (Static System) คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพซึ่งไม่ขึ้นกับเวลา เช่น แบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เป็นต้น
6. ระบบพลวัตร (Dynamic System) คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพซึ่งขึ้นกับเวลา

2.11.3 หลักการเบื้องต้นของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ คือการสร้างแบบจำลอง (Model) เพื่อลอกเลียนแบบการทำงานของระบบงานจริง โดยอาศัยข้อมูลการดำเนินงานที่ผ่านมาซึ่งมีผลกระทบต่อการดำเนินงาน เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินกลยุทธ์ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ สามารถอธิบายเกี่ยวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พฤติกรรมของระบบ
2. ทฤษฎีหรือสมมุติฐานที่รองรับสาเหตุของพฤติกรรมการทำงานที่เกิดขึ้น
3. การทำนายผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2.11.4 โครงสร้างแบบจำลอง

โครงสร้างของแบบจำลองประกอบไปด้วย

1. Component หมายถึงองค์ประกอบที่มีในระบบ ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของระบบนั้นๆ
2. Entities หมายถึงสิ่งที่ถูกกำหนดหรือให้ความสนใจ ซึ่งป้อนเข้าในแบบจำลองปัญหาเพื่อเป็นตัวแทนของสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มีในแบบจำลอง โดยจะเคลื่อนผ่านตลอดระบบที่ถูกจำลองขึ้น และทำให้เกิดเกิดความเปลี่ยนแปลงภายในระบบงาน
3. Attribute หมายถึงคุณลักษณะประจำตัวของ Entities ซึ่งถูกป้อนเข้าไปในแบบจำลอง เช่น การกระจายของข้อมูล เป็นต้น
4. Process หมายถึงลำดับการปฏิบัติงานหรือรูปแบบกิจกรรมในแบบจำลองของระบบงานนั้นๆ โดย Entities จะถูกดำเนินการภายใต้ Process ที่ได้กำหนดไว้
5. Constrains หมายถึง ข้อจำกัดของตัวแปรต่างๆ เช่น ข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีในระบบ

2.11.5 กระบวนการสร้างแบบจำลองปัญหา

กระบวนการสร้างแบบจำลองปัญหาจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบงานที่จะเข้าไปศึกษาเป็นอย่างดี โดยมีแนวทางในการสร้างแบบจำลองปัญหาดังต่อไปนี้

1. กำหนดขอบเขตของระบบงานที่จะศึกษา
2. เก็บข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการใช้สร้างแบบจำลองปัญหา
3. สร้างแบบจำลองปัญหาที่ต้องการโดยยึดหลักของความเป็นจริงที่เกิดขึ้น
4. ทดสอบความสมจริงของแบบจำลองปัญหา ว่าสามารถนำไปใช้แทนระบบจริงได้หรือไม่
5. ตั้งสมมุติฐานในการทดลองและการวัดผลการทดลอง
6. สรุปและตีความผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบการดำเนินงาน

3.1 สภาพการผลิตในปัจจุบัน

โรงงานในกรณีศึกษาเป็นโรงงานขนาดกลาง มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด สายการประกอบที่ศึกษาเป็นสายการประกอบโทรทัศน์สี ซึ่งรับงานตามคำสั่งของลูกค้า ในการศึกษาได้เลือกทำการศึกษาเฉพาะรุ่น 21CV1 ซึ่งเป็นโทรทัศน์สี 21 นิ้วรุ่นที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดประมาณ 80% ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่วนอีก 20% ที่เหลือเป็นโทรทัศน์สีรุ่นอื่นๆ การผลิตใช้คนงานทำการประกอบเป็นส่วนใหญ่ มีการใช้เครื่องจักรเฉพาะส่วนของการปรับแต่งโทรทัศน์ คนงานหมุนเวียนกันไปในแต่ละแผนก จำนวนพนักงานแต่ละเดือนขึ้นกับจำนวนการสั่งซื้อจากลูกค้า โดยพนักงานที่เกินความต้องการจะถูกส่งไปช่วยในสายการผลิตอื่นๆ โรงงานมีความต้องการผลิตโทรทัศน์อยู่ที่ประมาณ 500 เครื่องต่อวัน สายการประกอบเป็นแบบหนึ่งสถานีการทำงานมีพนักงานหนึ่งคน เป็นสายการประกอบแบบจัดสายการประกอบตามผลิตภัณฑ์ (Production Assembly Line) ทำงานวันละ 8 ชม. ตั้งแต่ 8.00 น.- 17.00 น. พักกลางวัน 40 นาทีโดยเริ่มตั้งแต่ 12.00 น. ถึง 12.40 น. พัก 10 นาที 2 ช่วง คือ 10.00-10.10 น. และ 14.50-15.00 น. เพื่อลดความเมื่อยล้าจากการทำงานและทำธุระส่วนตัว

3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการประกอบ

1. ไม่มีการกำหนดวิธีการทำงานที่แน่นอน พนักงานทุกคนที่ทำงานในสายการประกอบส่วนใหญ่เป็นพนักงานซึ่งทำงานมานานจนมีความชำนาญในการทำงานนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพนักงาน ปัญหาที่พบอย่างหนึ่งคือพนักงานใหม่ใช้เวลามากในการเรียนรู้การทำงาน ตลอดจนไม่มีวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นซึ่งส่งผลทำให้เวลาการทำงานมากขึ้น

2. เวลาที่ใช้ทำงานในแต่ละสถานีการทำงานของสายการประกอบแตกต่างกันมาก ทำให้บางสถานีการทำงานมีประสิทธิภาพต่ำ ตลอดจนไม่มีการทำสมดุลสายการประกอบเนื่องจากยังไม่มีการทำเวลามาตรฐานในการทำงาน

3.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่เลือกมาทำการแก้ไข คือปัญหาความไม่สมดุลของสายการประกอบเนื่องจากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีทำงานแตกต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพของสายการประกอบต่ำ เป็นปัญหาที่สำคัญต่อปริมาณการผลิตและเวลาในการจัดส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การศึกษากระบวนการประกอบในปัจจุบัน

การศึกษากระบวนการประกอบในปัจจุบัน เริ่มจากการเข้าไปศึกษาลักษณะการทำงานของคนงาน และ ลักษณะสายการผลิต เพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงาน โดยมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

3.3.1.1 สร้างแผนภูมิแสดงกระบวนการประกอบ

เพื่อให้เข้าใจถึงระบบการประกอบของสายการประกอบ จึงสร้างแผนภูมิแสดงการประกอบ โดยเลือกใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) ดังแสดงในภาคผนวก ก

3.3.1.2 ทำการแบ่งแยกงาน

งานย่อยทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้ 60 งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ
2. ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด
3. ประกอบแผงวงจรปุ่มกด
4. เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า
5. ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า
6. ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน
7. จี้ขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ
8. ติดแผ่นสติ๊กเกอร์ของช่องAV
9. ประกอบช่องรับสัญญาณAV
10. ประกอบลำโพงซ้าย
11. ประกอบลำโพงขวา
12. ใส่แผ่นยางรองจอภาพ (4ชิ้น)
13. ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ
14. ใส่แหวนยึดจอภาพ 4 ตัว
15. ขันแหวนยึดจอภาพ
16. ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็กตรอนเข้ากับคอของจอภาพ
17. ประกอบ CG purify
18. หมุนหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป
19. หยิบแผงวงจรหลักมาวางลงบนกรอบจอภาพ
20. เสียบสายไฟของโทรทัศน์
21. เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก
22. เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก
24. เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก
25. ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ
26. ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ
27. เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็กตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก
28. ประกอบแผงวงจรจอภาพ
29. เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก (2 สาย)
30. มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ
31. มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ
32. มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ
33. มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ
34. มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็กตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน
35. มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน
36. ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ
37. ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก
38. ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์
39. ตัดปลายสายรัดทั้งหมด
40. ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card
41. การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์
42. การปรับความบริสุทธิ์ของเม็ดสี
43. การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี
44. ปรับVG2
45. ปรับโฟกัสคร่าวๆ
46. ปรับ static convergent
47. ปรับ dynamic convergent
48. ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด
49. การปรับค่าความสว่างของแสงขาว
50. การตรวจสอบการรับสัญญาณAV
51. ปรับแก้ภาพเอียง
52. ปรับภาพในแนวระดับ
53. ปรับภาพในแนวดิ่ง
54. ตรวจสอบความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง
55. การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง
56. การประกอบฝาหลังขั้นต้น
57. ขันน็อตยึดด้านข้างและใต้เครื่อง 6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58. ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก 6 ตัว

59. ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV 2 ตัว

60. ติด sticker serial number หลังเครื่อง

3.3.1.3 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลาการทำงานโดยใช้การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ซึ่งเป็นการเข้าไปศึกษาเวลาการทำงานโดยตรงที่จุดทำงาน เพื่อเป็นตัวแทนของเวลาการทำงานหรือที่เรียกว่า เวลามาตรฐาน (Standard Time) ขั้นตอนในการศึกษาเวลามีดังนี้

1. การจับเวลาเพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงาน (Selected Time) เริ่มต้นด้วยการจับเวลาการทำงานในแต่ละงานย่อยมาจำนวนหนึ่ง เพื่อทำการตรวจสอบว่าเวลาที่ได้ที่สามารถเป็นตัวแทนของการทำงานนั้นได้หรือไม่ โดยตรวจสอบด้วยวิธีการทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 5% ถ้าเวลาที่จับมานั้นยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของการทำงานนั้นๆ ได้ จะทำการจับเวลาเพิ่มหรือปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานก่อน แล้วจึงจับเวลาในการทำงานอีกครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยของเวลาตรวจสอบปุ่มกดแสดงใน ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เวลาในการทำงานของงานตรวจสอบปุ่มกด

งาน	ผลการจับเวลา							เวลาในการทำงาน
	1	2	3	4	5	6	7	
ยกกรอบจอภาพออกจากกล่องบรรจุมาขึ้นสายการผลิต	7.53	8.72	8.07	7.36	8.44	7.94		4.00
ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	12.85	13.81	14.79	12.47	14.47	13.34		8.01
ตรวจสอบสภาพกรอบจอภาพ	23.07	23.63	21.56	20.41	22.83	21.47		13.62
ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	26.44	29.34	25.71	25.65	27.38	28.97	27.88	27.34
ตรวจสอบปุ่มกด	7.15	6.94	6.91	6.75	5.95	6.31	6.41	6.63
วางกรอบจอลงในสายการผลิต	6.62	5.91	6.82	6.46	6.03			6.37

จับเวลามา 5 ครั้งทำการ ได้ค่า N' = 6.06 หมายความว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่ทำการจับมา ไม่สามารถเป็นตัวแทนของเวลาในการทำงานนี้ได้แล้วจำเป็นต้องไปทำการจับเวลามาเพิ่มอีกเพื่อให้ค่าเฉลี่ยสามารถเป็นตัวแทนของเวลาในการทำงานนั้นได้ โดยทำการจับเวลามาเพิ่มอีก 2 ครั้งรวมเป็น 7 ครั้งหลังจากการทดสอบใหม่แล้วได้ค่า N' = 5.57 หมายความว่าจำนวนเวลาที่จับมาได้มีปริมาณเพียงพอต่อการเป็นตัวแทนของเวลาในการทำงานอย่างในตัวอย่างนี้เราจะได้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำงาน = 6.63 วินาที

2. การหาค่าเวลาที่ใช้ในการทำงานปกติ (Normal Time) เมื่อได้ค่าเวลาการทำงานของคนงานมาแล้ว ต้องมีการทำการประเมินค่าอัตราการทำงาน (Rating Factor) ของคนงานดังกล่าว เพื่อใช้ปรับเวลาการทำงานของคนงานให้เป็นเวลาการทำงานปกติ (Normal Time) ของคนงานที่มีอัตราการทำงานปกติ มีสุขภาพสมบูรณ์ และมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดี โดยการศึกษาเวลาครั้งนี้ให้ค่าอัตราการทำงานเท่ากับหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ทุกคน โดยจากตัวอย่างข้างต้นจะได้เวลาปกติในการทำงานเท่ากับ 6.63 × 1.00 = 6.63 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การให้เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อในการทำงาน (Allowance) เพื่อให้คนงานที่ต้องทำงานตลอดทั้งวันได้มีเวลาพักผ่อนระหว่างการทำงานในแต่ละวัน สำหรับลดความตึงเครียดและความเมื่อยล้าจากการทำงานในแต่ละวัน โดยใช้การประเมินจากลักษณะของงานย่อยนั้นตามความเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 3.3

4. สร้างเวลามาตรฐานในการทำงาน (Standard Time) เป็นเวลาที่ใช้แทนเวลาการทำงานที่เป็นมาตรฐานของการทำงานนั้น จากงานตัวอย่างในข้างต้นจะมีเวลาส่วนเผื่อเท่ากับ 4% โดยมาจากความเมื่อยล้าเบื้องต้นเพียงอย่างเดียว ทำให้เวลามาตรฐานในการทำงานนี้เท่ากับ 17.47 × 1.04 = 18.17 วินาที โดยแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เวลามาตรฐานของสถานีการทำงานที่ 5

TIME STUDY SHEET				
DEPARTMENT : TV Production		STUDY NO.1		
OPERATION :		SHEET NO.1		
NOTE : Model 21CV1		TIME ON : 9:45:26		
		TIME OFF : 11:25:31		
STYDIED BY : MR. JITTINUT	DATE : 19 / 05 / 2003	ELAPSED TIME : 29.84 SEC		
ELEMENT DESCRIPTION	R	WR	ST	BT
1. ประกอบลำโพงซ้าย	100	11.22	11.67	11.22
2. ประกอบลำโพงขวา	100	11.22	11.80	11.22
3. ประกอบช่องรับสัญญาณAV	100	6.13	6.37	6.13
สรุปเวลาในการทำงาน			29.84	28.57

3.3.1.4 การหาลำดับก่อนหลังของการทำงาน

การหาลำดับก่อนหลังใช้การสอบถามจากแผนกวิศวกรรมของโรงงาน และการสอบถามจากคนงานที่ทำงานอยู่ในสายการประกอบ เพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุด โดยตารางแสดงลำดับก่อนหลังในการทำงานจะแสดงไว้ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงการให้เวลาส่วนเผื่อที่เกี่ยวข้องของงานประกอบแผงวงจรปุ่มกด

	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ
1) เวลาส่วนเผื่อคงที่	
1.1 เวลาส่วนเผื่อสำหรับการทำธุระส่วนตัว	5%
1.2 เวลาส่วนเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าเบื้องต้น	4%
2) เวลาส่วนเผื่อแปรผัน	
2.1 เวลาส่วนเผื่อสำหรับการยืน	0%
2.2 เวลาส่วนเผื่อสำหรับท่าทางที่ผิดปกติ	0%
2.3 ใช้แรง กล้ามเนื้อ เกี่ยวกับน้ำหนัก(ยก,ลาก,ผลัก)	0%
2.4 แสงสว่าง	
สว่าง	0%
2.5 สภาพอากาศร้อนและชื้น	0%
2.6 งานที่ต้องการความเอาใจใส่	
เล็กน้อย	0%
2.7 ระดับเสียง	
เบาและต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียว	0%
2.8 สภาพความตึงเครียดทางจิตใจ	
งานเบาและซับซ้อนเล็กน้อย	0%
2.9 ความซ้ำซาก	
น้อย	0%
2.10 ความน่าเบื่อ	
ค่อนข้างน่าเบื่อ	0%
2.11 การใช้สายตา	
ปกติกับงานไม่ยุ่งยาก	0%
2.12 เครื่องป้องกันอันตราย	
ไม่มี	0%
ผลรวมเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาของสายการประกอบ

หลังจากทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของสายการประกอบแล้ว สามารถแสดงให้เห็นถึงปัญหาของสายการประกอบเนื่องจากเวลาการทำงานที่แตกต่างกันในแต่ละสถานีการทำงานได้ชัดเจน

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงประสิทธิภาพของสายการประกอบในปัจจุบัน

สถานีการทำงาน	ประสิทธิภาพ
1	77.40%
2	71.33%
3	68.35%
4	58.75%
5	50.78%
6	81.32%
7	57.18%
8	65.72%
9	69.55%
10	63.61%
11	76.04%
12	83.83%
13	95.61%
14	54.64%
15	68.02%
16	71.87%
17	32.62%
18	100.00%
19	61.95%
เฉลี่ย	68.87%

เวลารอบการผลิต	58.77	วินาที
จำนวนสถานี	19	สถานี
ปริมาณการผลิต	490.09	เครื่องต่อวัน
ประสิทธิภาพ	68.87	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าในสถานี 4, 5, 7, 14, 17 มีประสิทธิภาพ ต่ำกว่า 60 % ทำให้มีปัญหาการรอคอยงานเกิดขึ้น และมีปัญหาคอขวดเกิดขึ้นในสายการประกอบโดยปัญหาเหล่านี้เกิดจากการที่เวลาในการทำงานในแต่ละสถานีการทำงานมีค่าแตกต่างกันมาก

3.3.3 การจัดสมดุลสายการประกอบ

การจัดสมดุลสายการประกอบมีวิธีที่นิยมใช้กันอยู่มากมาย แต่ในการแก้ปัญหาสายการประกอบนี้ได้เลือกวิธีการจัดสมดุล 4 แบบ คือ การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก (Ranked positional weight Method) การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซล (COMSOAL Technique) การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน (Longest task time Method) และการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อน (Most follower Method) ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบผลจากการจัดสมดุลแล้วเลือกวิธีที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไปใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบโดยมีรอบเวลาการผลิตที่ต้องการคือ 58 วินาที

3.3.3.1 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก (Ranked positional weight Method)

วิธีการถ่วงน้ำหนักเป็นการจัดสมดุลสายการประกอบโดยเลือกเอางานที่มีค่า RWN มาจัดลงในสถานีการทำงานก่อน โดยค่า RWN คือ ผลรวมเวลาของงานที่กำลังพิจารณาและงานที่ต้องทำตามหลังงานนั้น ขั้นตอนในการจัดเริ่มจาก

1. จำแนกงานที่มีอยู่ในสายการผลิตพร้อมด้วยงานย่อยที่ต้องทำก่อนหน้า และ ตามหลังโดยทันที
2. สร้างตาราง A โดยแสดง ชื่องาน, ค่าเวลาที่ใช้ในการทำงาน และ ค่า RWN
3. เลือกงานที่มีค่า RWN มากที่สุดจากตาราง A มาจัดลงในสถานีการทำงาน ถ้าเวลาของงานที่เลือกมามากกว่าที่เหลืออยู่ของสถานีการทำงานนั้นให้จัดลงในสถานีการทำงานในลำดับถัดไป
4. ลบงานที่ได้นำมาจัดลงในสถานีการทำงานแล้วออกจากตาราง และทำการสร้างตาราง A ใหม่จากงานที่เหลืออยู่
5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 ใหม่จนกว่างานที่มีในตาราง A

3.3.3.2 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซล (COMSOAL Technique)

COMSOAL ย่อมาจาก Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line เป็นการเลือกงานที่จะนำมาจัดแบบสุ่มทำให้ผลการจัดที่ได้มีค่าไม่แน่นอนมีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. จำแนกงานที่มีอยู่ในสายการผลิต พร้อมด้วยจำนวนงานย่อยที่ต้องทำก่อนหน้าโดยทันที
2. สร้าง ตาราง A ซึ่งประกอบด้วยชื่องานทุกงานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีการทำงานใด และจำนวนขั้นงานที่ต้องทำก่อนหน้างานนั้นโดยทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สร้าง ตาราง B โดยเลือกงานที่ไม่มีขั้นตอนงานที่ต้องทำก่อนหน้าโดยทันทีใน ตาราง A นำมาจัดลงใน ตาราง B
4. เลือกงานจาก ตาราง B มาเพียงขั้นงานเดียวโดยวิธีการสุ่มแบบมีกฎเกณฑ์ นำมาจัดเป็นงานถาวรใน ตาราง C โดยให้สอดคล้องกับเวลาที่มีในการทำงานถ้างานที่เลือกมานั้นมีเวลาเกินกว่าที่เหลืออยู่ให้ใช้งานในลำดับถัดไปหรือถ้าไม่มีเวลาเหลือพอให้เพิ่มสถานีการทำงานขึ้นมาใหม่ แล้วจัดงานนั้นลงในสายการประกอบจนหมด
5. ลบงานที่จัดลงในสายการประกอบออกจาก ตาราง A และ ตาราง B เนื่องจากงานได้ถูกจัดลงสถานีการทำงานอย่างถาวรแล้ว
6. จัดตาราง A ใหม่จากงานที่เหลืออยู่
7. ทำซ้ำขั้นตอนในข้างต้นจนกว่างานที่มีอยู่จะถูกจัดลงสถานีการทำงานจนหมด

3.3.3.3 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน (Longest task time Method)

1. จำแนกงานที่มีอยู่ในสายการผลิตพร้อมด้วยจำนวนงานย่อยที่ต้องทำก่อนหน้าโดยทันที
2. สร้างตาราง A ซึ่งประกอบด้วยชื่องานทุกงานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีการทำงานใด และจำนวนขั้นงานที่ต้องทำก่อนหน้างานนั้นโดยทันที
3. สร้างตาราง B โดยเลือกงานที่ไม่มีขั้นตอนงานที่ต้องทำก่อนหน้าใน ตาราง A แล้วนำมาจัดลงใน ตาราง B
4. เลือกงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุด จากตาราง B มาเพียงขั้นงานเดียว นำมาจัดเป็นงานถาวรในตาราง C ถ้างานที่เลือกมานั้นมีเวลาเกินกว่าที่เหลืออยู่ให้เพิ่มสถานีการทำงานขึ้นมาใหม่แล้วจัดงานนั้นลงในสายการประกอบ
5. ลบงานที่จัดลงในสายการประกอบออกจาก ตาราง A และ ตาราง B เนื่องจากงานได้ถูกจัดลงสถานีการทำงานอย่างถาวรแล้ว
6. จัด ตาราง A ใหม่จากงานที่เหลืออยู่
7. ทำซ้ำขั้นตอนในข้างต้นจนกว่างานที่มีอยู่จะถูกจัดลงสถานีการทำงานจนหมด

3.3.3.4 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อน (Most follower Method)

1. เขียนชื่องาน, เวลาที่ใช้ในการทำงาน และ จำนวนของงานที่ตามหลังลงในตาราง A
2. เลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดลงในสถานีการทำงานถ้าเวลาของงานนั้นมากกว่ารอบเวลาการผลิตหรือเวลาที่เหลืออยู่ของสถานีการทำงานนั้นให้จัดลงในสถานีการทำงานถัดไป
3. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จนกว่างานที่มีอยู่จะถูกจัดลงในสายการประกอบจนหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การจำลองสถานการณ์

เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการจัดสมดุลสายการประกอบ จึงทำการจำลองสถานการณ์ขึ้นโดยมีขั้นตอนในการทำดังนี้

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น จะใช้ข้อมูลจากการศึกษาเวลามาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยพิจารณาตามหัวข้อเหล่านี้คือ

1. เอ็นทิตี้ (Entities) คือ วัตถุหรือสิ่งของใดๆ ที่มีการเคลื่อนไหว และเปลี่ยนแปลงอยู่ในระบบ ในที่นี้คือวัตถุดิบที่ทำการป้อนเข้าสู่สายการประกอบยกตัวอย่างเช่น กรอบจอภาพของโทรทัศน์เป็นต้น
2. ทรัพยากร (Resource) คือ ทรัพยากรที่มีความต้องการในการทำงานของระบบ หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับผลของการทำงานของแบบจำลอง เช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน และพนักงานในสายการประกอบ
3. คุณสมบัติเฉพาะตัว (Attribute) คือ คุณสมบัติเฉพาะตัวของ เอ็นทิตี้ ซึ่งจะถูกกำหนดให้แต่ละ เอ็นทิตี้ ตั้งแต่เริ่มต้นและจะติดตัวตลอดไป เช่น เวลาในการผลิตของชิ้นงานหลายๆ ชนิดบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง
4. ข้อจำกัดในการทำงาน (Constraint) คือ ข้อจำกัดในการทำงานของระบบ เช่น เวลาในการพักเที่ยง, ลำดับในการทำงานในแต่ละสถานีการทำงานเป็นต้น
5. ตัวแปรของระบบ (Variable) คือค่าตัวแปรใดๆ ที่กำหนดให้กับแบบจำลองเพื่อดูผลลัพธ์ในการทำงานของระบบ เช่น เวลาในการทำงาน

3.4.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

3.4.2.1 การกำหนดโครงสร้างแบบจำลอง

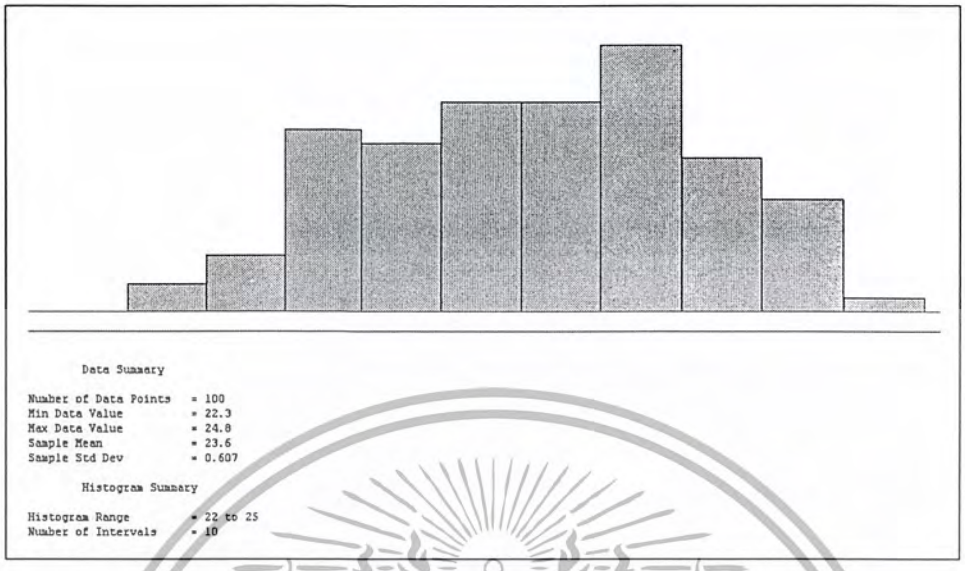
เพื่อให้การสร้างแบบจำลองมีความสมจริงจึงต้องทำการกำหนดโครงสร้างของสายการประกอบ โดยนำเอาคุณลักษณะหลักๆ ของสายการประกอบที่จะทำการจำลองมาเขียนเป็นแบบร่างลำดับขั้นตอนของกระบวนการ แล้วทำการสร้างแบบจำลองในโปรแกรมให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3.4.2.2 การสร้างการกระจายตัวของข้อมูล

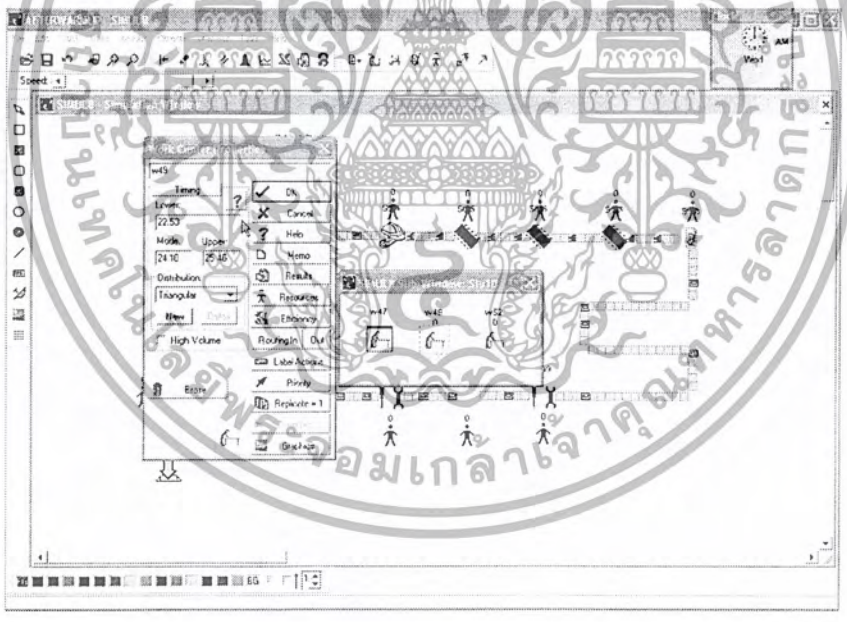
เพื่อกำหนดตัวแปรของระบบได้ทำการการทดสอบการกระจายตัวของเวลาในการทำงาน พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลสอดคล้องกับ การกระจายแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) จึงใช้การกระจายแบบสามเหลี่ยมแทนการกระจายตัวของเวลาในการทำงาน ในการจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการปรับค่าความบริสุทธิ์ของเม็ดสี



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการป้อนข้อมูลการกระจายลงในตัวแบบจำลอง



3.1.1 การทำการจำลองสถานการณ์

หลังจากสร้างแบบจำลองของระบบแล้ว จึงทำการทดลองเดินระบบโดยอ้างอิงเวลาการทำงานของระบบจากเวลาจริง และบันทึกผลการจำลองสถานการณ์เพื่อทำการสรุปผลการแก้ปัญหาจากการจัดสมดุลสายการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดลองหาวิธีการจัดสายการประกอบที่เหมาะสม

หลังจากทำการจัดสมดุลสายการประกอบทั้ง 4 วิธีแล้ว พบว่าได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน โดยการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซลให้ผลลัพธ์เหมือนกับการจัดด้วยวิธีจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน จากการเปรียบเทียบด้วยรอบเวลาในการผลิตและประสิทธิภาพ ผลการจัดสมดุลสายการประกอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลจากการจัดสมดุลทั้ง 4 วิธี

	เวลารอบการผลิต	ประสิทธิภาพ
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	57.5	89.99%
วิธีคอมโซล	57.49	90.01%
วิธีจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน	57.49	90.01%
วิธีจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อน	57.22	90.43%

หลังการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าการจัดสมดุลด้วยวิธีการจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อนให้ประสิทธิภาพมากที่สุดในจำนวนสถานีการทำงานที่เท่ากัน จึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ

4.2 การเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการประกอบ

หลังจากทำการสมดุลสายการประกอบแล้ว ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากจัดสายการประกอบตามวิธีเดิมกับตามวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยทำการเปรียบเทียบใน 3 วัตถุประสงค์ คือ จำนวนสถานีที่ใช้ในการประกอบ รอบเวลาการผลิต และประสิทธิภาพของสายการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 สายการประกอบก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 4.2 สายการประกอบก่อนการปรับปรุง

สถานีการทำงาน	ประสิทธิภาพ
1	77.40%
2	71.33%
3	68.35%
4	58.75%
5	50.78%
6	81.32%
7	57.18%
8	65.72%
9	69.55%
10	63.61%
11	76.04%
12	83.83%
13	95.61%
14	54.64%
15	68.02%
16	71.87%
17	32.62%
18	100.00%
19	61.95%

ตารางที่ 4.3 สรุปการประเมินผลของสายการประกอบก่อนการปรับปรุง

จำนวนสถานีการทำงาน	รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพ
19	58.77	68.87%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 สายการประกอบภายหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.4 สายการประกอบภายหลังการปรับปรุง

สถานีการทำงาน	ประสิทธิภาพ
1	97.90%
2	96.40%
3	94.65%
4	98.41%
5	99.14%
6	100.00%
7	79.92%
8	96.49%
9	94.98%
10	92.17%
11	92.07%
12	57.57%
13	95.40%
14	70.94%

ตารางที่ 4.5 สรุปการประเมินผลของสายการประกอบภายหลังการปรับปรุง

จำนวนสถานีการทำงาน	รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพ
14	57.22	90.43%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

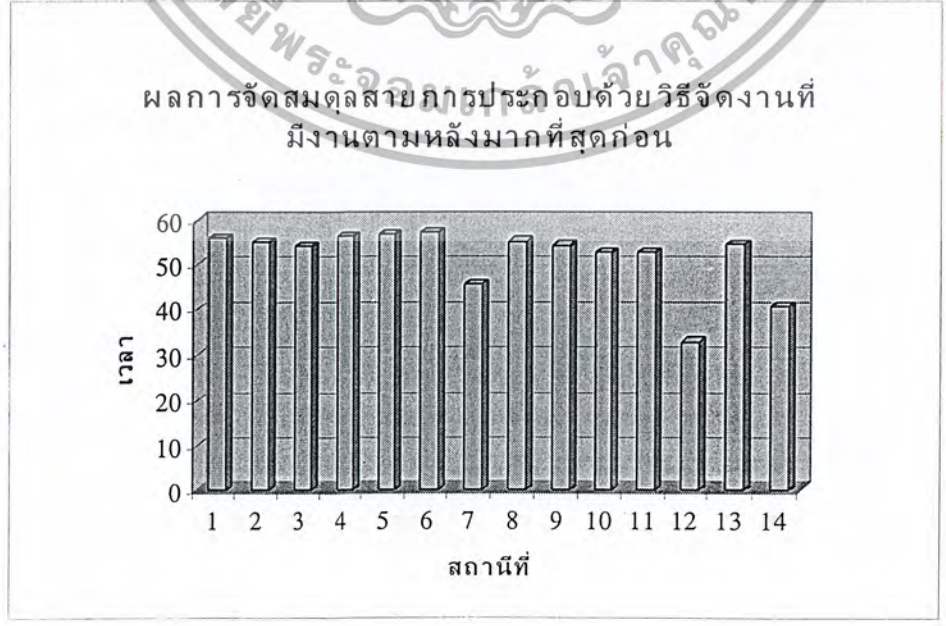
4.2.3 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ

	จำนวนสถานีการทำงาน	รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพ
ก่อนการจัดสมดุล	19	58.77	68.87%
หลังการจัดสมดุล	14	57.22	90.43%

รูปที่ 4.1 สายการประกอบก่อนการจัดสมดุลสายการประกอบ

รูปที่ 4.2 สายการประกอบภายหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ พบว่าจำนวนสถานีการทำงานลดลง 5 สถานี จากเดิม19 สถานี เป็น 14 สถานี เวลารอบการผลิตคงเดิมคือประมาณ 58 วินาที และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 21.56 % จากเดิม 68.87 % เป็น 90.43 %

4.3 การทดสอบผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจำลองสถานการณ์

เพื่อแสดงผลการดำเนินงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยการจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีเลือกงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดมาจัดก่อน ได้ผลดังนี้

4.3.1 สายการประกอบก่อนการจัดสมดุลสายการประกอบ

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการจำลองสถานการณ์ก่อนการจัดสมดุลสายการประกอบ

ปริมาณการผลิต	520	เครื่อง
เวลาน้อยที่สุดที่ใช้ในระบบ	7926.16	วินาที
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบ	9500.98	วินาที
เวลามากที่สุดที่ใช้ในระบบ	10180.14	วินาที
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	547.5	วินาที

4.3.2 สายการประกอบภายหลังการจัดสมดุลสายการประกอบ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการจำลองสถานการณ์หลังการจัดสมดุลสายการประกอบ

ปริมาณการผลิต	524	เครื่อง
เวลาน้อยที่สุดที่ใช้ในระบบ	2329.27	วินาที
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบ	2567.9	วินาที
เวลามากที่สุดที่ใช้ในระบบ	2764.84	วินาที
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	119.38	วินาที

4.3.3 การเปรียบเทียบผลจากการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์

หลังจากทำการจำลองสถานการณ์ พบว่าสายการประกอบหลังการจัดสมดุลที่มีจำนวนสถานีการทำงานลดลงช่วยให้เวลาที่ใช้ในระบบลดลง 72.97% ทำให้สายการประกอบมีความคล่องตัว และมีเวลาในการทำงานที่คงที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาพบว่าวิธีจัดสมดุลสายการประกอบโทรทัศน์สีที่เหมาะสมคือการจัดสายการประกอบวิธีจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อน โดยผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการจัดสมดุลสายการประกอบดังกล่าว คือ

1. จำนวนสถานีการทำงานลดลง 5 สถานี จาก 19 สถานี เป็น 14 สถานี
2. รอบเวลาการผลิตคงเดิม คือประมาณ 58 วินาที เพื่อรักษาปริมาณการผลิตเดิม
3. มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 21.56 %
4. เวลาที่ใช้ในระบบโดยเฉลี่ยลดลง 115.56 นาที

5.2 ปัญหาต่างๆ ที่พบในการดำเนินงาน

5.2.1 การเก็บข้อมูล

ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานที่ไม่เป็นระบบแน่นอนของโรงงานตัวอย่าง ทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างยากลำบากเพราะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานอยู่บ่อยครั้ง

5.2.2 การแบ่งงานออกจากกันและจัดสมดุลสายการประกอบ

เนื่องจากต้องการจัดสมดุลสายการประกอบให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จึงต้องแบ่งงานออกเป็นหลายๆ ส่วนที่มีรอบเวลาการทำงานน้อย ทำให้การหาลำดับก่อนหลังในการประกอบมีความละเอียด และซับซ้อนมากขึ้นกว่าที่ได้บันทึกไว้ในตอนแรก จึงจำเป็นต้องใช้การสอบถามจากพนักงานในสายการผลิตโดยตรง เพื่อให้เข้าใจถึงระบบการทำงานของพนักงานที่เป็นอยู่ และข้อจำกัดบางประการที่อาจไม่สังเกตเห็นในตอนแรก

5.3 ข้อแนะนำในการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

1. ควรนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการประกอบไปประยุกต์ใช้กับสายการประกอบผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นของโรงงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน
2. ควรมีการวัดผลประสิทธิภาพด้านอื่นๆ เช่น ความแปรปรวนของสายการประกอบ (Work Load Variance)
3. ควรมีการทดลองใช้กับโปรแกรมการจัดสมดุลสายการผลิตแบบโต้ตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จรูญ มหิท ธาฟองกูล, ชูเวช ชาญสง่าเวช, วันชัย ริจิรวนิช, วิจิตร ตัณฑสุทธิ, 2538. การศึกษาการทำงาน. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนื้อโสม ติงสัญชลี, รัชต์วรรณ กาจนปัญญาคม,2538. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา.สำนักพิมพ์ ฟิสิกเซ็นเตอร์

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, การจำลองแบบปัญหา

รศ. ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2541. การวางแผนและควบคุมการผลิต. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

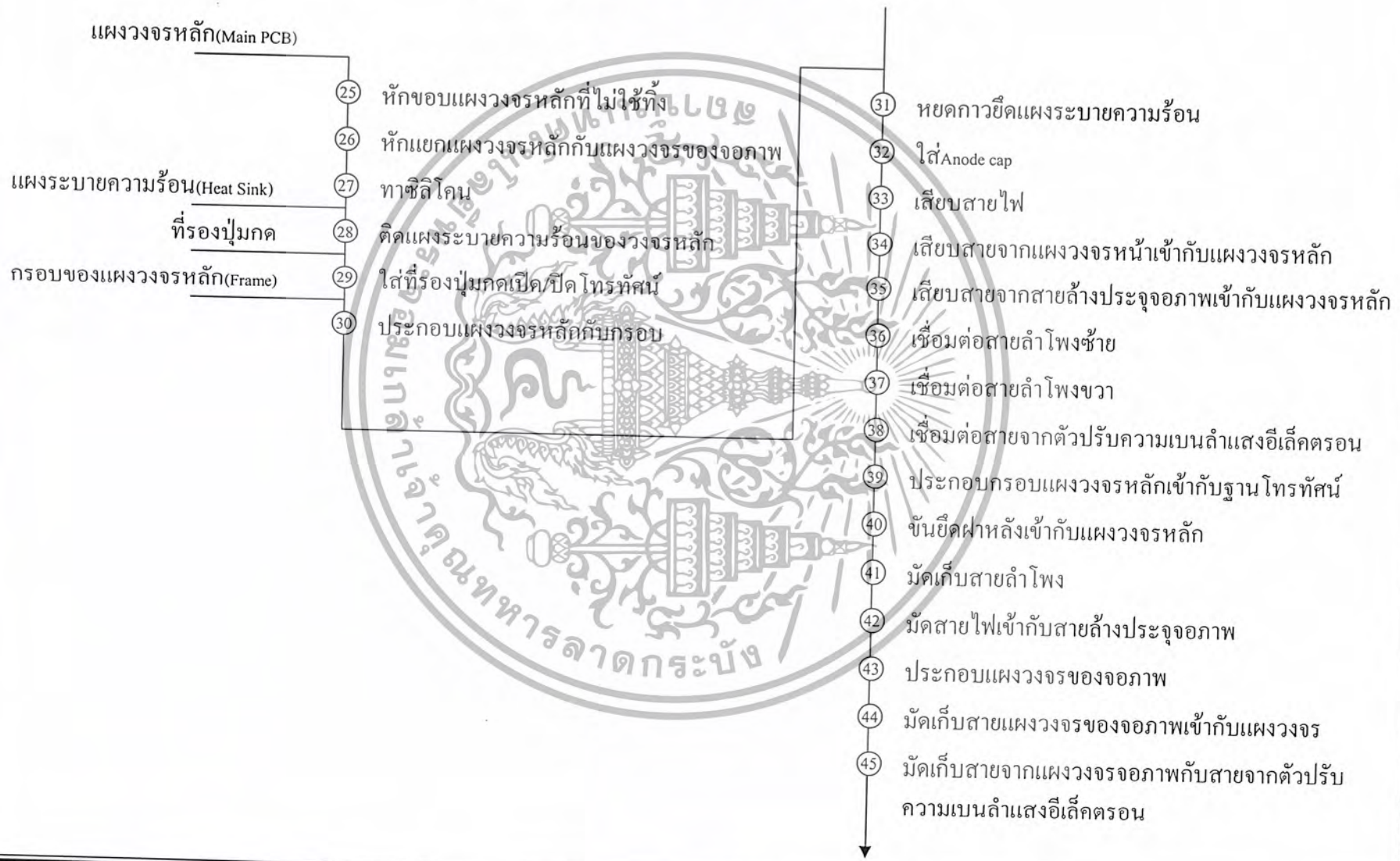
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิกระบวนการผลิต (1)

รูปที่ 1 ภาคผนวก ก แผนภูมกระบวนการผลิต (1)

แผนภูมิกระบวนการผลิต (2)



รูปที่ 2 ภาคผนวก ก แผนภูมกระบวนการผลิต (2)

แผนภูมิกระบวนการผลิต (3)

รูปที่ 3 ภาคผนวก ก แผนภูมกระบวนการผลิต (3)

สถานี	ขั้นตอนการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	selected time	อัตราการทำงาน	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลามาตรฐาน
station 1	ยกกรอบจอภาพออกจากกล่องบรรจุมายังสายการผลิต	7.53	8.72	8.07	7.36	8.44	7.94			8.01	100 %	6%	8.49
45.48	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	12.85	13.81	14.79	12.47	14.47	13.34			13.62	100 %	4%	14.17
	ตรวจสอบสภาพกรอบจอภาพ	23.07	23.63	21.56	20.41	22.83	21.47			22.16	100 %	3%	22.83
station 2	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	26.44	29.34	25.71	25.65	27.38	28.97	27.88		27.34	100 %	4%	28.43
41.95	ตรวจสอบปุ่มกด	7.15	6.94	6.91	6.75	5.95	6.31	6.41		6.63	100 %	4%	6.90
	วางกรอบจอลงในสายการผลิต	6.62	5.91	6.82	6.46	6.03				6.37	100 %	4%	6.62
station 3	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	16.88	19.06	17.40	17.03	17.00	16.91			17.38	100 %	4%	18.08
40.16	ตัดแต่งขาแผ่นเครื่องหมายการค้า	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								3.00	100 %	4%	3.12
	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.85	7.50	7.10						7.48	100 %	4%	7.78
	ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบฝัน	10.87	10.88	9.97	11.63	10.43				10.76	100 %	4%	11.19
station 4	จีขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	13.38	12.60	14.19	14.95	13.78	14.40	12.07	12.66	13.50	100 %	4%	14.04
34.53	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.77	13.61	15.35	15.80	14.70				15.05	100 %	4%	15.65
	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.97	4.53	4.47	4.62					4.65	100 %	4%	4.83
station 5	วางแผงวงจรรับสัญญาณAV	3.00	2.88	2.94	2.65					2.87	100 %	4%	2.98
29.84	วางลำโพงซ้าย	2.91	3.21	2.84	3.08	2.87	3.12	3.40		3.06	100 %	4%	3.18
	วางลำโพงขวา	2.84	2.79	3.28	3.10	2.93	3.09			3.01	100 %	4%	3.13
	ขันสกรูยึดแผงวงจรรับสัญญาณAV(2ตัว)	3.47	2.72	3.59						3.26	100 %	4%	3.39
	ขันสกรูยึดลำโพงซ้าย (6ตัว)	7.68	8.87	7.84	8.44	7.96				8.16	100 %	4%	8.48
	ขันสกรูยึดลำโพงขวา (6ตัว)	8.63	8.38	8.37	7.98					8.34	100 %	4%	8.67
station 6	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	4.66	5.07	4.56	5.13	5.41	4.87			4.95	100 %	10%	5.45
47.79	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	12.66	12.18	13.47	14.59	12.67	13.02			13.10	100 %	4%	13.62
	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.09	5.67	5.34	5.06					5.29	100 %	4%	5.50
	ประกอบ CG purify	3.72	3.42	3.78	3.97	3.87				3.75	100 %	4%	3.90
	ขันแหวนยึดจอภาพให้แน่น	7.72	8.37	7.97	8.50	8.87				8.29	100 %	4%	8.62
	พลิกเครื่องตรวจสอบปุ่มกดปุ่มกด	5.20	4.53	4.15	5.13	4.86				4.77	100 %	8%	5.16
	หันหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป	5.47	4.96	5.06	5.39	4.78				5.13	100 %	8%	5.54

ตารางที่ 1 ภาคผนวก ก เวลามาตรฐาน (1)

สถานี	ขั้นตอนการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	selected time	อัตราการทำงาน	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลามาตรฐาน
station 7	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	4.90	5.20	5.21	5.44					5.19	100 %	4 %	5.40
33.60	หยอดกาวร้อนยึดแผงระบายความร้อน	5.81	5.40	5.18	5.59	5.63				5.52	100 %	4 %	5.74
	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	3.79	4.35	4.15	3.91	3.96				4.03	100 %	4 %	4.19
	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.41	4.03	4.72	4.97	4.50	4.39	4.66		4.53	100 %	4 %	4.71
	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.09	2.94	3.47	3.13	3.24				3.17	100 %	4 %	3.30
	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.21	3.12	3.53	3.34					3.30	100 %	4 %	3.43
	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.25	3.12	3.44	3.38	3.31				3.30	100 %	4 %	3.43
	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.14	3.46	3.18	3.35	3.20				3.27	100 %	4 %	3.40
station 8	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	6.89	8.09	6.74	6.98	7.37	7.81	7.13		7.29	100 %	4 %	7.58
38.62	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	9.73	10.68	9.99						10.13	100 %	4 %	10.54
	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	18.71	20.38	19.87	19.72	21.19	18.41			19.71	100 %	4 %	20.50
station 9	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.56	3.89	3.92	3.50	3.84				3.74	100 %	4 %	3.89
40.87	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.56	3.89	3.92	3.50	3.84				3.74	100 %	4 %	3.89
	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.15	7.51	7.16						7.27	100 %	4 %	7.56
	เสียบสายดินของจอภาพเข้ากับแผงวงจรจอภาพ	3.67	3.45	3.87	3.59	3.92				3.70	100 %	4 %	3.85
	ประกอบแผงวงจรจอภาพเข้ากับ CG Purify	4.75	4.9	4.66	4.21	4.51	4.3			4.56	100 %	4 %	4.74
	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.47	3.81	4.13	4.20	3.96				4.11	100 %	4 %	4.28
	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.87	12.94	12.03	11.78	10.91	12.50			12.17	100 %	4 %	12.66
station 10	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.55	3.79	3.94	4.04					3.83	100 %	4 %	3.98
37.38	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.33	5.88	6.77	6.41	5.86				6.25	100 %	4 %	6.50
	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.75	5.69	5.15	4.94	5.37	5.22			5.35	100 %	4 %	5.57
	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	5.72	6.67	5.96	6.53	6.78	6.34			6.33	100 %	4 %	6.59
	ตัดปลายสายรัดทิ้งหมด	8.03	7.78	8.47	7.63					7.98	100 %	4 %	8.30
	ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card	6.41	6.59	5.75	5.85	6.39				6.20	100 %	4 %	6.45

ตารางที่ 2 ภาคผนวก ก เวลามาตรฐาน (2)

สถานี	ขั้นตอนการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	selected time	อัตราการทำงาน	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลามาตรฐาน
station 11	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	42.88	40.65	39.61	42.19	43.47				41.76	100 %	7%	44.68
station 12	กดปุ่มนำเครื่องเข้า												
49.26	เสียบสายอากาศเสียบปลั๊ก	4.87	4.76	4.95	4.66	4.51	4.30			4.68	100 %	4%	4.86
	เหยียบที่เหยียบเพื่อดึงกล้องเข้าหน้าจอ	3.30	3.34	3.48	3.69	3.29	3.52			3.43	100 %	4%	3.57
	ปรับ CG purify และขยับอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอน	13.22	12.22	11.56	12.73					12.43	100 %	7%	13.30
	ขันน็อตยึดอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนพร้อมทั้งเหยียบเอากล้องออก												
	กดเมนูตั้งค่าให้ความสว่างและความแตกต่างของสีให้มากที่สุด	10.30	10.12	10.84	8.73	10.58	10.41	9.87		10.12	100 %	4%	10.53
	แล้วตั้งค่า BLG=32 BLK=32 CL=7												
	ปรับVG2	15.76	12.96	13.81	14.56	14.15	14.84			14.35	100 %	4%	14.92
	ถอดปลั๊กและสายอากาศ	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								2.00	100 %	4%	2.08
station 13	กดปุ่มรับเครื่องเข้าสถานี												
56.18	เสียบสายอากาศเสียบปลั๊ก	5.06	5.08	5.37	4.87	5.28	4.50	5.46		5.09	100 %	4%	5.29
	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.35	6.72	7.14	8.23	7.54	7.55	7.64		7.45	100 %	4%	7.75
	ปรับ static convergent	13.70	12.43	13.29	14.27	15.46	13.65	14.11		13.84	100 %	7%	14.81
	ปรับ dynamic convergent	10.07	9.70	9.29	8.43	8.53	10.21	9.23	9.45	9.36	100 %	7%	10.02
	ดึดลูกยางเพื่อยึดอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนให้แน่น	10.11	9.70	10.46	9.29	8.53	9.65	10.27		9.72	100 %	4%	10.10
	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.27	5.29	5.65	6.46	6.11	5.70	5.58	6.07	5.89	100 %	4%	6.13
	ถอดปลั๊กและสายอากาศ	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								2.00	100 %	4%	2.08
station 14	กดปุ่มรับเครื่องเข้าสถานี												
32.11	เสียบสายอากาศเสียบปลั๊ก	5.02	5.2	4.61	4.8	4.24	4.8	4.86		4.79	100 %	4%	4.98
	เหยียบที่เหยียบดึงกล้องเข้าหน้าจอ	22.5	23.7	24.5	25.5	24.3				24.08	100 %	4%	25.05
	ลดความสว่างและความแตกต่างของสีให้ค่า=4-5(ที่เครื่องวัด Y=0)												
	ปรับแต่งค่า BLR,BLG ให้ค่า X=225 ,Y=215 (ค่าที่เครื่องวัด)												
	ถอดปลั๊กและสายอากาศ	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								2.00	100 %	4%	2.08

ตารางที่ 3 ภาคผนวก ก เวลามาตรฐาน (3)

สถานี	ขั้นตอนการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	selected time	อัตราการทำงาน	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลามาตรฐาน
station 15	กดปุ่มรับเครื่องเข้าสถานี												
39.97	เสียบปลั๊กไฟ	4.70	5.36	5.11	4.29	4.65	5.27	5.07	4.95	4.92	100 %	4%	5.12
	เสียบ AV Jig ที่ side AV ตรวจสอบ ภาพ,เสียง, spaital on -off	15.01	12.97	14.05	13.84	14.03				13.98	100 %	4%	14.54
	เสียบ AV Jig ที่ AV1ตรวจสอบ ภาพ,เสียง, spaital on -off	8.45	9.22	8.51	7.59	8.39	8.30			8.41	100 %	4%	8.75
	เสียบ AV Jig ที่ AV2ตรวจสอบ ภาพ,เสียง, spaital on -off	8.47	9.95	9.59	9.44	8.60	8.03	9.42	9.45	9.12	100 %	4%	9.48
	ถอดปลั๊กไฟ	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								2.00	100 %	4%	2.08
station 16	กดปุ่มรับเครื่องเข้าสถานี												
42.23	เสียบปลั๊กไฟและสายอากาศ	4.71	4.48	4.55	5.17	4.94	5.21			4.84	100 %	4%	5.04
	ปรับแก้ภาพเอียง	5.56	5.70	5.67	5.94	5.53	6.54			5.82	100 %	7%	6.23
	ปรับภาพในแนว horizontal	7.10	7.10	6.35	7.53	7.28				7.07	100 %	7%	7.57
	ปรับภาพในแนว vertical	6.78	6.25	7.30	7.53	7.12	7.37			7.06	100 %	7%	7.55
	ตรวจสอบความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.13	12.58	13.75	12.40	12.47				12.87	100 %	7%	13.77
	ถอดปลั๊กไฟ	ใช้การประมาณค่าจากการสอบถามและสังเกตุการณ์								2.00	100 %	4%	2.08
station 17	ปั๊มวันเดือนปีที่ผลิตลงในใบ traveller card												
19.17	ดิด serial number ลงบน traveller card												
	ดิด serial number ลงบน สมุดบันทึก	17.21	18.79	17.56	18.09					17.91	100 %	7%	19.17
	ดิด serial number ลงบนแผงวงจรหลัก												
	จดเลข 4ตัวท้ายของใบ traveller card												
station 18	ประกอบฝาหลัง												
58.77	ขันยึดน็อตด้านบน4ตัว	17.48	18.99	20.49	20.03	17.75	19.53			19.05	100 %	10%	20.95
	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	13.25	14.79	16.12	15.30	15.16	14.98			14.93	100 %	4%	15.53
		19.85	21.44	21.02	23.38	21.45				21.43	100 %	4%	22.29
station 19	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	16.69	17.93	18.59	17.16					17.59	100 %	4%	18.30
36.40	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV2ตัว	8.61	7.47	7.47	8.32	7.63				7.90	100 %	4%	8.22
	ติดสติกเกอร์ serial number หลังเครื่อง	10.00	9.44	8.97	9.63					9.51	100 %	4%	9.89

ตารางที่ 4 ภาคผนวก ก เวลามาตรฐาน (4)

ตารางที่ 5 ภาคผนวก ก แสดงลำดับก่อนหลังของการประกอบโทรทัศน์

Code	Work Element	Time	Immediate Following Task
A01	การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ	37.94	2,4,6,8,10,11
A02	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	14.17	3
A03	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	35.29	12
A04	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	18.08	5
A05	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.78	7
A06	ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน	11.19	12
A07	จิ๊ขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	14.04	12
A08	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.65	9
A09	ประกอบช่องรับสัญญาณAV	6.37	12
A10	ประกอบลำโพงซ้าย	11.67	13
A11	ประกอบลำโพงขวา	11.80	13
A12	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.83	13
A13	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	5.45	14,16
A14	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	13.62	15
A15	ขันแหวนยึดจอภาพ	13.77	18
A16	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอีเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.50	17
A17	ประกอบ CG purify	3.90	27,28
A18	หันหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป	5.54	19
B19	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	5.40	20,21,22,23,24,26,27,28
B20	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.71	25
B21	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.30	25
B22	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	25
B23	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	25
B24	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.40	25
B25	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	10.54	29,30,31,32,34,37
B26	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	4.19	36
B27	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอีเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	7.58	33
B28	ประกอบแผงวงจรจอภาพ	8.59	33
B29	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.57	35
B30	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	39
B31	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	39
B32	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.56	39
B33	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.28	34
B34	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอีเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.66	39
B35	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	6.59	39
B36	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.50	40,41
B37	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	20.50	38
B38	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.98	40,41
B39	ตัดปลายสายรัดทิ้งหมด	8.30	40,41
B40	ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card	6.45	42,43,44
C41	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	44.68	42,43,44
C42	การปรับความบริสุทธิของเม็ดสี	16.87	45
C43	การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี	10.53	46
C44	ปรับVG2	14.92	46
C45	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.75	46
C46	ปรับ static convergent	14.81	47
C47	ปรับ dynamic convergent	20.12	48,49,51,52,53
C48	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.13	54
C49	การปรับค่าความสว่างของแสงขาว	25.05	50
C50	การตรวจสอบการรับสัญญาณAV	32.77	54
C51	ปรับแก้ภาพเอียง	6.23	54
C52	ปรับภาพในแนว horizontal	7.57	54
C53	ปรับภาพในแนว vertical	7.55	54
C54	check ความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.77	55
C55	การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง	19.17	56
C56	การประกอบฝาหลังขันต้น	36.48	57,58,59
C57	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	22.29	
C58	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	18.30	
C59	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV2ตัว	8.22	60
C60	ติด sticker serial number หลังเครื่อง	9.89	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ภาคผนวก ข แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีคอมโซล

Line Station	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ	37.94	20.06	34.59%
56.02	4	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	18.08	1.98	3.41%
2	8	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.65	42.35	73.02%
53.29	2	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	14.17	28.18	48.59%
	11	ประกอบลำโพงขวา	11.8	16.38	28.24%
	10	ประกอบลำโพงซ้าย	11.67	4.71	8.12%
3	3	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	35.29	22.71	39.16%
54.26	6	ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน	11.19	11.52	19.86%
	5	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.78	3.74	6.45%
4	7	จิ้มขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	14.04	43.96	75.79%
53.71	9	ประกอบช่องรับสัญญาณAV	6.37	37.59	64.81%
	12	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.83	32.76	56.48%
	13	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	5.45	27.31	47.09%
	14	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	13.62	13.69	23.60%
	16	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.5	8.19	14.12%
	17	ประกอบ CG purify	3.9	4.29	7.40%
5	15	ขันแหวนยึดจอภาพ	13.77	44.23	76.26%
57.49	18	หันหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป	5.54	38.69	66.71%
	19	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	5.4	33.29	57.40%
	28	ประกอบแผงวงจรจอภาพ	8.59	24.7	42.59%
	27	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	7.58	17.12	29.52%
	20	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.71	12.41	21.40%
	33	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.28	8.13	14.02%
	26	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	4.19	3.94	6.79%
	23	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	0.51	0.88%
6	36	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.5	51.5	88.79%
55.23	22	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	48.07	82.88%
	24	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.4	44.67	77.02%
	21	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.3	41.37	71.33%
	25	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	10.54	30.83	53.16%
	37	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	20.5	10.33	17.81%
	32	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.56	2.77	4.78%
7	34	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.66	45.34	78.17%
51.33	29	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.57	39.77	68.57%
	35	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	6.59	33.18	57.21%
	38	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.98	29.2	50.34%
	30	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	25.31	43.64%
	31	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	21.42	36.93%
	39	ตัดปลายสายรัดทั้งหมด	8.3	13.12	22.62%
	40	ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card	6.45	6.67	11.50%
8	41	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	44.68	13.32	22.97%
55.21	43	การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี	10.53	2.79	4.81%
9	42	การปรับความบริสุทธิ์ของเม็ดสี	16.87	41.13	70.91%
54.35	44	ปรับVG2	14.92	26.21	45.19%
	45	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.75	18.46	31.83%
	46	ปรับ static convergent	14.81	3.65	6.29%
10	47	ปรับ dynamic convergent	20.12	37.88	65.31%
52.74	49	การปรับค่าความสว่างของแสงขาว	25.05	12.83	22.12%
	52	ปรับภาพในแนว horizontal	7.57	5.26	9.07%
11	50	การตรวจสอบการรับสัญญาณAV	32.77	25.23	43.50%
52.68	53	ปรับภาพในแนว vertical	7.55	17.68	30.48%
	51	ปรับแก้ภาพเอียง	6.23	11.45	19.74%
	48	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.13	5.32	9.17%
12	54	check ความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.77	44.23	76.26%
32.94	55	การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง	19.17	25.06	43.21%
13	56	การประกอบฝาหลังขั้นต้น	36.48	21.52	37.10%
54.78	58	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	18.3	3.22	5.55%
14	57	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	22.29	35.71	61.57%
40.4	59	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV 2ตัว	8.22	27.49	47.40%
	60	ติด sticker serial number หลังเครื่อง	9.89	17.6	30.34%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ภาคผนวก ข แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีเวลาในการทำงานมากที่สุดก่อน

Line Station	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ	37.94	20.06	34.59%
56.02	4	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	18.08	1.98	3.41%
2	8	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.65	42.35	73.02%
53.29	2	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	14.17	28.18	48.59%
	11	ประกอบลำโพงขวา	11.8	16.38	28.24%
	10	ประกอบลำโพงซ้าย	11.67	4.71	8.12%
3	3	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	35.29	22.71	39.16%
54.26	6	ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน	11.19	11.52	19.86%
	5	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.78	3.74	6.45%
4	7	จีขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	14.04	43.96	75.79%
53.71	9	ประกอบช่องรับสัญญาณAV	6.37	37.59	64.81%
	12	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.83	32.76	56.48%
	13	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	5.45	27.31	47.09%
	14	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	13.62	13.69	23.60%
	16	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.5	8.19	14.12%
	17	ประกอบ CG purify	3.9	4.29	7.40%
5	15	ขันแหวนยึดจอภาพ	13.77	44.23	76.26%
57.49	18	หันหน้าจอออกจากตัวเดรียมส่งสถานีถัดไป	5.54	38.69	66.71%
	19	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	5.4	33.29	57.40%
	28	ประกอบแผงวงจรจอภาพ	8.59	24.7	42.59%
	27	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	7.58	17.12	29.52%
	20	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.71	12.41	21.40%
	33	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.28	8.13	14.02%
	26	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	4.19	3.94	6.79%
	23	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	0.51	0.88%
6	36	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.5	51.5	88.79%
55.23	22	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	48.07	82.88%
	24	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.4	44.67	77.02%
	21	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.3	41.37	71.33%
	25	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	10.54	30.83	53.16%
	37	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	20.5	10.33	17.81%
	32	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.56	2.77	4.78%
7	34	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.66	45.34	78.17%
51.33	29	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.57	39.77	68.57%
	35	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	6.59	33.18	57.21%
	38	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.98	29.2	50.34%
	30	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	25.31	43.64%
	31	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	21.42	36.93%
	39	ตัดปลายสายรัดทั้งหมด	8.3	13.12	22.62%
	40	ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card	6.45	6.67	11.50%
8	41	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	44.68	13.32	22.97%
55.21	43	การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี	10.53	2.79	4.81%
9	42	การปรับความบริสุทธิ์ของเม็ดสี	16.87	41.13	70.91%
54.35	44	ปรับVG2	14.92	26.21	45.19%
	45	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.75	18.46	31.83%
	46	ปรับ static convergent	14.81	3.65	6.29%
10	47	ปรับ dynamic convergent	20.12	37.88	65.31%
52.74	49	การปรับค่าความสว่างของแสงขาว	25.05	12.83	22.12%
	52	ปรับภาพในแนว horizontal	7.57	5.26	9.07%
11	50	การตรวจสอบการรับสัญญาณAV	32.77	25.23	43.50%
52.68	53	ปรับภาพในแนว vertical	7.55	17.68	30.48%
	51	ปรับแก้ภาพเอียง	6.23	11.45	19.74%
	48	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.13	5.32	9.17%
12	54	check ความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.77	44.23	76.26%
32.94	55	การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง	19.17	25.06	43.21%
13	56	การประกอบฝาหลังขั้นต้น	36.48	21.52	37.10%
54.78	58	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	18.3	3.22	5.55%
14	57	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	22.29	35.71	61.57%
40.4	59	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV 2ตัว	8.22	27.49	47.40%
	60	ติด sticker serial number หลังเครื่อง	9.89	17.6	30.34%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ภาคผนวก ข แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีจัดงานที่มีงานตามหลังมากที่สุดก่อน

Line Station	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ	37.94	20.06	34.59%
56.02	4	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	18.08	1.98	3.41%
2	5	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.78	50.22	86.59%
55.16	8	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.65	34.57	59.60%
	2	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	14.17	20.4	35.17%
	6	ตัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน	11.19	9.21	15.88%
	9	ประกอบช่องรับสัญญาณAV	6.37	2.84	4.90%
3	7	จีขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	14.04	43.96	75.79%
54.16	3	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	35.29	8.67	14.95%
	12	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.83	3.84	6.62%
4	11	ประกอบลำโพงขวา	11.8	46.2	79.66%
56.31	10	ประกอบลำโพงซ้าย	11.67	34.53	59.53%
	13	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	5.45	29.08	50.14%
	14	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	13.62	15.46	26.66%
	15	ขันแหวนยึดจอภาพ	13.77	1.69	2.91%
5	18	หันหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป	5.54	52.46	90.45%
56.73	19	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	5.4	47.06	81.14%
	24	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.4	43.66	75.28%
	21	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.3	40.36	69.59%
	20	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.71	35.65	61.47%
	23	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	32.22	55.55%
	22	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	28.79	49.64%
	25	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	10.54	18.25	31.47%
	16	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.5	12.75	21.98%
	17	ประกอบ CG purify	3.9	8.85	15.26%
	27	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	7.58	1.27	2.19%
6	28	ประกอบแผงวงจรจอภาพ	8.59	49.41	85.19%
57.22	29	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.57	43.84	75.59%
	33	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.28	39.56	68.21%
	34	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.66	26.9	46.38%
	32	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.56	19.34	33.34%
	26	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	4.19	15.15	26.12%
	30	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	11.26	19.41%
	31	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	7.37	12.71%
	35	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	6.59	0.78	1.34%
7	37	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	20.5	37.5	64.66%
45.73	36	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.5	31	53.45%
	39	ตัดปลายสายรัดทั้งหมด	8.3	22.7	39.14%
	38	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.98	18.72	32.28%
	40	ปั๊มข้อรุ่นลงในใบ traveller card	6.45	12.27	21.16%
8	41	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	44.68	13.32	22.97%
55.21	43	การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี	10.53	2.79	4.81%
9	42	การปรับความบริสุทธิ์ของเม็ดสี	16.87	41.13	70.91%
54.35	44	ปรับVG2	14.92	26.21	45.19%
	45	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.75	18.46	31.83%
	46	ปรับ static convergent	14.81	3.65	6.29%
10	47	ปรับ dynamic convergent	20.12	37.88	65.31%
52.74	49	การปรับค่าความสว่างของแสงขาว	25.05	12.83	22.12%
	52	ปรับภาพในแนว horizontal	7.57	5.26	9.07%
11	51	ปรับแก้ภาพเอียง	6.23	51.77	89.26%
52.68	53	ปรับภาพในแนว vertical	7.55	44.22	76.24%
	48	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.13	38.09	65.67%
	50	การตรวจสอบการรับสัญญาณAV	32.77	5.32	9.17%
12	54	check ความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.77	44.23	76.26%
32.94	55	การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง	19.17	25.06	43.21%
13	56	การประกอบฝาหลังขั้นต้น	36.48	21.52	37.10%
54.59	59	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV 2ตัว	8.22	13.3	22.93%
	60	ติด sticker serial number หลังเครื่อง	9.89	3.41	5.88%
14	57	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	22.29	35.71	61.57%
40.59	58	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	18.3	17.41	30.02%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

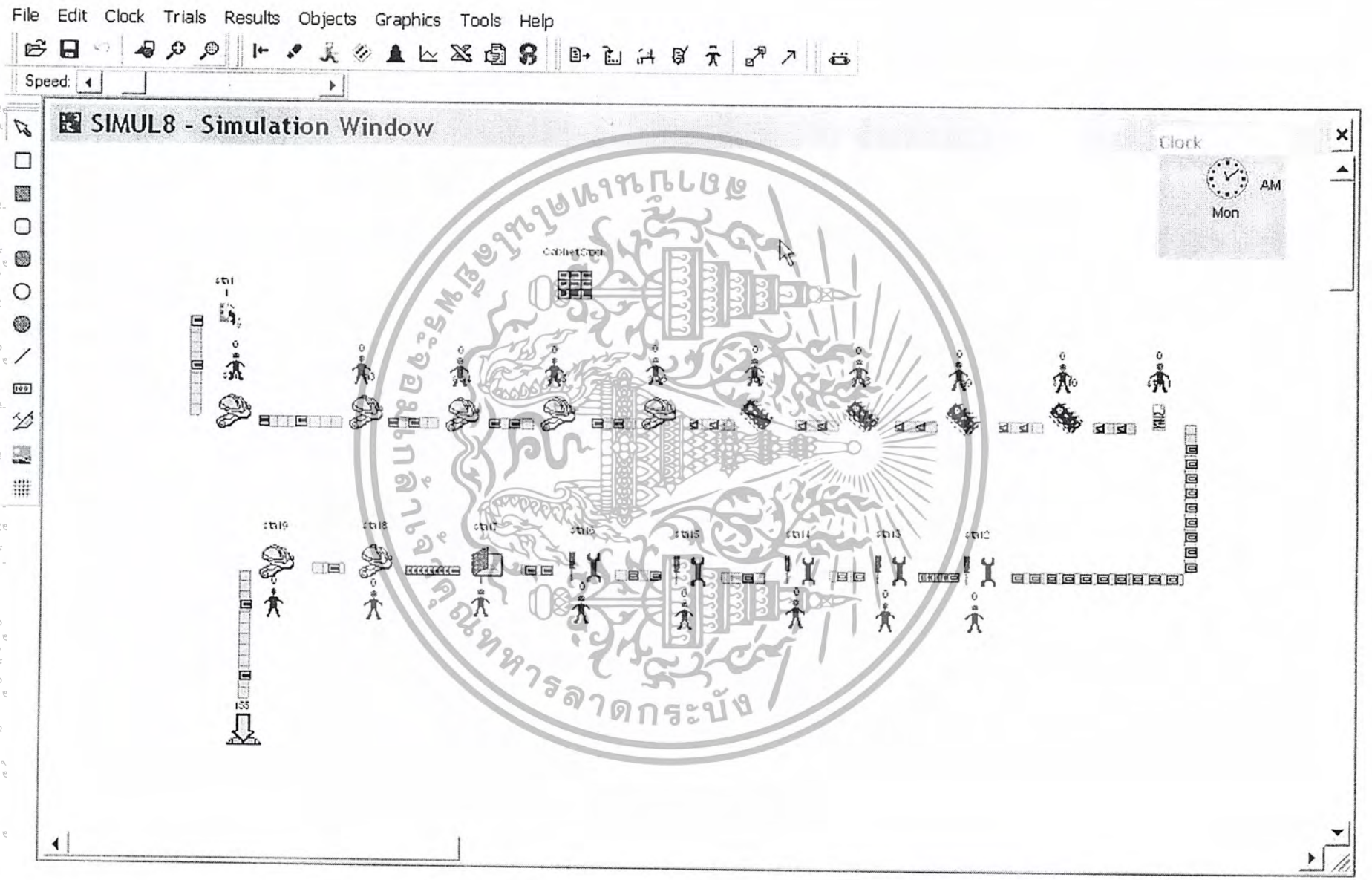
ตารางที่ 4 ภาคผนวก ข แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก

Line Station	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	การนำจอเข้าสู่สายการประกอบ	37.94	20.06	34.59%
52.11	2	ใส่แผ่นพลาสติกรองแผงวงจรปุ่มกด	14.17	5.89	10.16%
2	4	เจาะรูสำหรับใส่เครื่องหมายการค้า	18.08	39.92	68.83%
53.37	3	ประกอบแผงวงจรปุ่มกด	35.29	4.63	7.98%
3	8	ติดแผ่นสติกเกอร์ของช่องAV	15.65	42.35	73.02%
55.03	5	ใส่แผ่นเครื่องหมายการค้า	7.78	34.57	59.60%
	7	จีขาแผ่นเครื่องหมายการค้าให้ติดกับกรอบจอภาพ	14.04	20.53	35.40%
	6	ดัดแต่งขาปุ่มกดเปิดปิดและประกอบคืน	11.19	9.34	16.10%
	9	ประกอบช่องรับสัญญาณAV	6.37	2.97	5.12%
4	11	ประกอบลำโพงขวา	11.8	46.2	79.66%
56.77	10	ประกอบลำโพงซ้าย	11.67	34.53	59.53%
	12	ใส่แผ่นยางรองจอภาพ(4ชิ้น)	4.83	29.7	51.21%
	13	ยกจอภาพมาวางลงบนกรอบจอภาพ	5.45	24.25	41.81%
	14	ใส่แหวนยึดจอภาพ 4ตัว	13.62	10.63	18.33%
	16	ประกอบอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับคอจอภาพ	5.5	5.13	8.84%
	17	ประกอบ CG purify	3.9	1.23	2.12%
5	15	ขันแหวนยึดจอภาพ	13.77	44.23	76.26%
57.41	18	หันหน้าจอออกจากตัวเตรียมส่งสถานีถัดไป	5.54	38.69	66.71%
	19	หยิบแผงวงจรหลักมาวาง	5.4	33.29	57.40%
	20	เสียบสายไฟของโทรทัศน์	4.71	28.58	49.28%
	22	เสียบสายจากสายล้างประจุจอภาพเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	25.15	43.36%
	23	เสียบสายลำโพงซ้ายเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.43	21.72	37.45%
	24	เสียบสายลำโพงขวาเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.4	18.32	31.59%
	21	เสียบสายจากแผงวงจรปุ่มกดเข้ากับแผงวงจรหลัก	3.3	15.02	25.90%
	25	ขันยึดแผงวงจรหลักเข้ากับกรอบจอภาพ	10.54	4.48	7.72%
	30	มัดสายลำโพงซ้ายเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	0.59	1.02%
6	28	ประกอบแผงวงจรจอภาพ	8.59	49.41	85.19%
57.5	27	เสียบสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนเข้ากับแผงวงจรหลัก	7.58	41.83	72.12%
	33	มัดสายแผงวงจรจอภาพเข้ากับตัวแผงวงจรจอภาพ	4.28	37.55	64.74%
	37	ประกอบแผงหลังโทรทัศน์เข้ากับแผงวงจรหลัก	20.5	17.05	29.40%
	34	มัดสายจากอุปกรณ์เบนลำแสงอิเล็คตรอนกับสายจากแผงวงจรจอภาพเข้ารวมกัน	12.66	4.39	7.57%
	31	มัดสายลำโพงขวาเข้ากับสายล้างประจุจอภาพ	3.89	0.5	0.86%
7	29	เสียบสายจากแผงวงจรAVเข้ากับแผงวงจรหลัก(2สาย)	5.57	52.43	90.40%
49.14	32	มัดสายไฟโทรทัศน์เข้ากับสายสายล้างประจุจอภาพ	7.56	44.87	77.36%
	35	มัดสายจากแผงวงจรAVเข้าด้วยกัน	6.59	38.28	66.00%
	26	ใส่ anode cap เข้ากับจอภาพ	4.19	34.09	58.78%
	39	ตัดปลายสายรัดทั้งหมด	8.3	25.79	44.47%
	36	ม้วนสาย anode cap แล้วมัดเก็บ	6.5	19.29	33.26%
	38	ใส่ที่ยึดสายไฟกับแผงหลังโทรทัศน์	3.98	15.31	26.40%
	40	ปั๊มชื่อรุ่นลงในใบ traveller card	6.45	8.86	15.28%
8	41	การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของโทรทัศน์	44.68	13.32	22.97%
55.21	43	การตั้งค่าความสว่างและความแตกต่างของสี	10.53	2.79	4.81%
9	42	การปรับความบริสุทธิ์ของเม็ดสี	16.87	41.13	70.91%
54.35	44	ปรับVG2	14.92	26.21	45.19%
	45	ปรับโฟกัสคร่าวๆ	7.75	18.46	31.83%
	46	ปรับ static convergent	14.81	3.65	6.29%
10	47	ปรับ dynamic convergent	20.12	37.88	65.31%
52.74	49	การปรับค่าความสว่างของแสงขาว	25.05	12.83	22.12%
	52	ปรับภาพในแนว horizontal	7.57	5.26	9.07%
11	50	การตรวจสอบการรับสัญญาณAV	32.77	25.23	43.50%
52.68	53	ปรับภาพในแนว vertical	7.55	17.68	30.48%
	51	ปรับแก้ภาพเอียง	6.23	11.45	19.74%
	48	ปรับโฟกัสให้ดีที่สุด	6.13	5.32	9.17%
12	54	check ความถูกต้องของการปรับแต่งก่อนประกอบฝาหลัง	13.77	44.23	76.26%
32.94	55	การตรวจสอบและบันทึกหมายเลขเครื่อง	19.17	25.06	43.21%
13	56	การประกอบฝาหลังขันต้น	36.48	21.52	37.10%
54.78	58	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังรอบนอก6ตัว	18.3	3.22	5.55%
14	57	ขันยึดน็อตด้านข้างและใต้เครื่อง6ตัว	22.29	35.71	61.57%
40.4	59	ขันน็อตยึดแผงหลังโทรทัศน์กับฝาหลังตรงช่องสัญญาณ AV 2ตัว	8.22	27.49	47.40%
	60	ติด sticker serial number หลังเครื่อง	9.89	17.6	30.34%

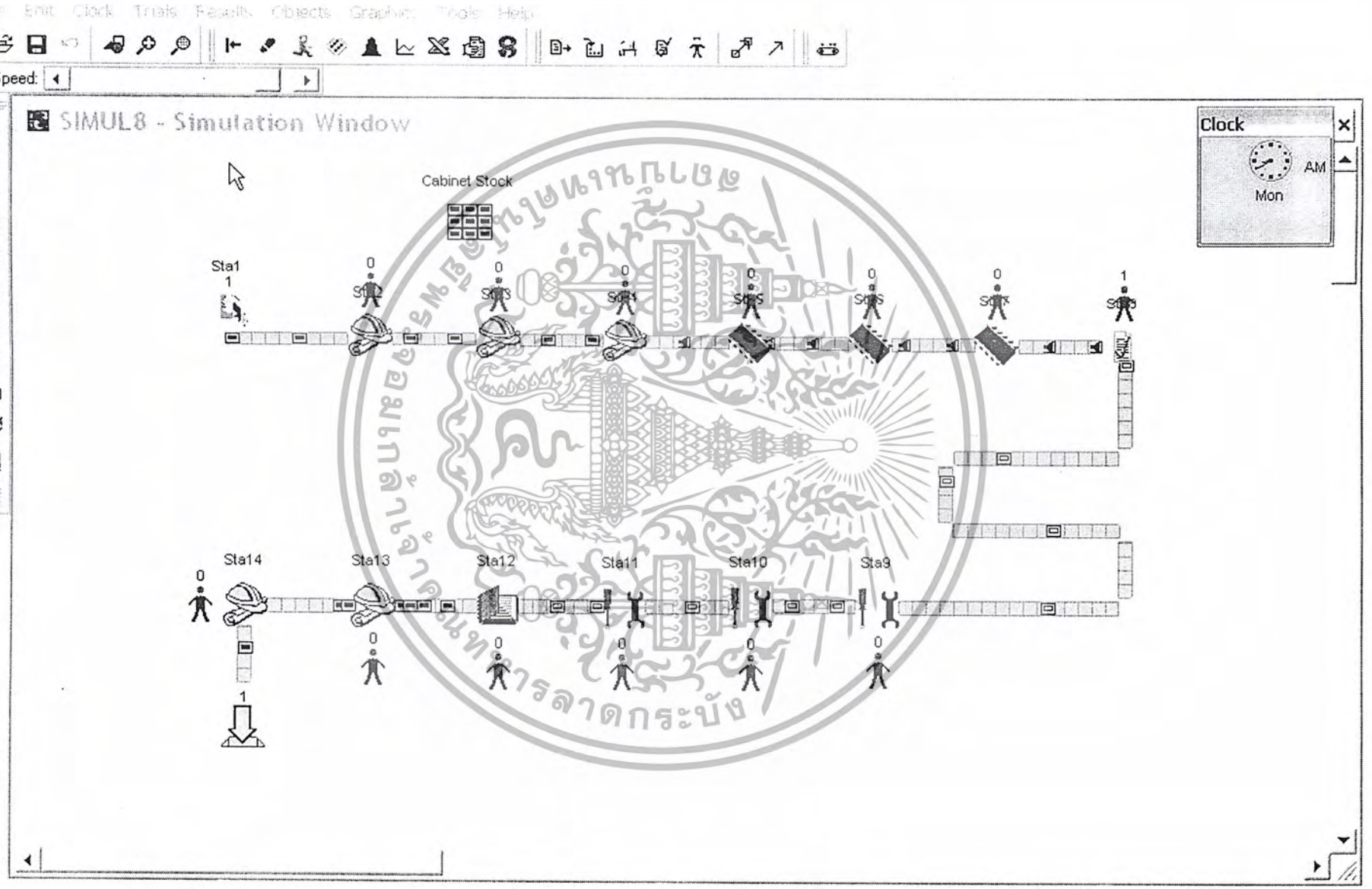
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ภาคผนวก ค สายการประกอบก่อนการจัดสมดุล



รูปที่ 2 ภาคผนวก ค สายการประกอบภายหลังจัดสมดุล

station	worker			convayor	Oueing	
	wait	work	block		max	ave
1	0.00	82.16	17.84	1	10.00	10.00
2	0.00	75.95	24.05	2	10.00	10.00
3	0.00	73.04	26.96	3	10.00	10.00
4	0.00	61.81	38.19	4	10.00	10.00
5	0.00	53.93	46.07	5	10.00	10.00
6	0.00	85.10	14.90	6	10.00	10.00
7	0.00	60.76	39.24	7	10.00	10.00
8	0.00	69.94	30.06	8	10.00	10.00
9	0.00	73.58	26.42	9	10.00	10.00
10	0.00	67.45	32.55	10	10.00	10.00
11	0.00	78.09	21.91	11	10.00	10.00
12	0.00	87.99	12.01	12	10.00	10.00
13	0.00	100.00	0.00	13	10.00	3.38
14	25.23	57.08	17.69	14	10.00	6.84
15	5.55	69.86	24.59	15	10.00	9.61
16	0.00	71.73	28.27	16	10.00	10.00
17	0.00	32.45	67.55	17	10.00	10.00
18	0.00	100.00	0.00	18	2.00	1.80
19	36.69	63.31	0.00			
average	3.55	71.80	24.65	average	9.56	8.98

ตารางที่ 1 ภาคผนวก ค ผลการจำลองสถานการณ์ก่อนการสมดุลสายการประกอบ

station	worker			convayor	Oueing	
	wait	work	block		max	ave
1	0.00	100.00	0.00	1	2.00	1.85
2	5.43	94.57	0.00	2	3.00	1.86
3	3.52	96.48	0.00	3	8.00	4.23
4	1.25	93.95	4.81	4	10.00	9.77
5	0.00	100.00	0.00	5	3.00	1.83
6	2.87	97.13	0.00	6	2.00	1.82
7	10.55	89.45	0.00	7	2.00	1.83
8	6.15	93.85	0.00	8	3.00	1.83
9	6.07	93.93	0.00	9	3.00	1.83
10	8.81	91.19	0.00	10	3.00	1.83
11	8.24	91.76	0.00	11	3.00	1.82
12	43.61	56.39	0.00	12	3.00	1.83
13	6.15	93.85	0.00	13	3.00	1.82
14	29.04	70.96	0.00			
average	9.41	90.25	0.34	average	3.69	2.63

ตารางที่ 2 ภาคผนวก ค ผลการจำลองสถานการณ์หลังการจัดสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้