

การศึกษาการใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการปรับปรุงการทำงาน
เพื่อเพิ่มผลผลิต ในระบบตรวจสอบคุณภาพ
ของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ
กรณีศึกษา : บริษัท ไดกินอินดัสทรีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

The Study of Improving Productivity in Working Method
of Inspection System in Air-conditioner Industry by Simulation Technique
Case Study : Daikin Industries (Thailand) Ltd.



สัพพณัฐ สวิง
Sappanat Swing

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43996
วัน, เดือน, ปี 21 ต.ค. 2545

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

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาการจัดการอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา พ.ศ. 2545 นี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Study of Improving Productivity in Working Method
of Inspection System in Air-conditioner Industry
by Simulation Technique
Case-Study : Daikin Industries (Thailand) Ltd.



A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL MANAGEMENT
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสารนิพนธ์

การศึกษาการใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการปรับปรุง
การทำงานเพื่อการเพิ่มผลผลิต ในระบบตรวจสอบคุณ
ภาพของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ
กรณีศึกษา : บริษัท ไดกินอินดัสทรีส์ (ประเทศไทย)
จำกัด

นักศึกษา

นาย สัพพณัฐ สวิง

รหัสประจำตัวนักศึกษา

42064407

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาการจัดการอุตสาหกรรม

พ.ศ.

2545

อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์

ดร. วิทยา สุหนุตต์ดำรง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาสารนิพนธ์ ฉบับนี้ เป็นการศึกษาการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อการเพิ่มผลผลิตในระบบตรวจสอบคุณภาพ ของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ในส่งของห้องทดสอบคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการบริหารการผลิต ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ในการสลายพันธะระหว่าง คน และเครื่องจักร ออกจากกันเพื่อการเพิ่มผลผลิต โดยทำการศึกษาการทำงาน และวิเคราะห์เวลาทำงานที่เกี่ยวข้องเนื่องกันในระบบตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งสามารถแยกเวลาการทำงานของคน และเครื่องจักรออกจากกันอย่างเด็ดขาด ทำให้การทำงานของคนงานสามารถลดเวลารอคอย เนื่องจากระบบการทำงานของเครื่องจักรลงได้ ผลที่ได้ ก็คือ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น แต่การนำเสนอได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลองปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Promodel เพื่อแสดงผลของการเพิ่มผลผลิตในแต่ละวิธีการออกแบบงานใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตที่แท้จริง โดยทราบผลจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ที่แตกต่างกัน

จากการศึกษา ผลการออกแบบงานใหม่ด้วย แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Promodel ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้เวลาปกติของการวนรอบ ที่เวลาผลิตจริง คือ 8 ชั่วโมงทำงานสามารถนำเสนอผลผลิตที่เพิ่มขึ้นออกมาได้แตกต่างกันในแต่ละแบบจำลอง โดยแบบจำลองที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คือการทำงานของคนงาน 3 คน ทำงานแบบวนเป็นวงกลม ร่วมกับ 3 สายลำเลียง สามารถเพิ่มผลผลิตได้จากเดิม 36.56% ซึ่งปัจจัยหลักที่ช่วยให้การเพิ่มผลผลิตของแบบจำลองนี้ประสบความสำเร็จ คือ การทำงานแบบ U Sharp และ การจัดลำดับงานอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Title	The Study of Increased Productivity of Inspection System in Air-conditioner Industry by Simulation Technique Case Study : Daikin Industries (Thailand) Ltd.
Student	Mr. Sappanat Swing
Student ID	42064407
Degree	Master of Science
Programme	Industrial Management
Year	2002
Thematic Advisor	Dr. Vithaya Suharitdamrong

Abstract

The objectives of this Thematic Paper were studying the feasibility in simulation for increasing productivity in quality inspection system in air-conditioner industry. In quality inspection room, the production management technique is applied for classifying separate man-machine work for improving the productivity by motion studying and analyst processing time in inspection system which can be definitely classified man time and machine time. So human working improves to reduce waiting time from machine time. The result from study is increasing productivity by implementing simulation for modeling the problem by Promodel. And scenarios are modeled in several case for improving the productivity.

From experimental design by simulation in Promodel within 95% confidential level in 8 working hours of normal cycle time can introduce differentiated increasing productivity. And the most improving model is the system of 3 workers with circle style and 3 conveyers. It can increase the productivity to 36.56% with U Sharp layout and proper work sequence.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความสามารถจาก ดร. วิทยา สุหนุตดำรง อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์ ในการให้คำปรึกษาแนะนำและฟังความคิดเห็น พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้ตลอดจนแนะนำผู้เชี่ยวชาญ และติดตามผลการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอดจนสารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ อติรุช กาญจนพิบูลย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กตัญญู หิรัญญสมบุญร์ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสารนิพนธ์นี้สำเร็จโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรนาถ แสงมณี ประธานสาขาวิทยาการจัดการอุตสาหกรรม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ประสานงาน จนสามารถทำให้การดำเนินการของการสอบงานวิจัยฉบับนี้ลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณสำราญ คงวัฒนา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล จัดหาแนะนำผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนให้ความกระจ่างในทุก ๆ เรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตลอดจนสารนิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ คุณบุษราคัม เพ็ญสายใจ ในความเอื้อเฟื้อที่ช่วยสละเวลาอันมีค่าในการช่วยให้คำปรึกษา และแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ในการเสนอจัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สภาอุตสาหกรรมที่อนุเคราะห์ข้อมูล ประสานงานและให้คำแนะนำด้านแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากสารนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู อาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

สัพพัญญู สวิง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินการ.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นในการศึกษา.....	4
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
1.7 นิยามศัพท์.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การเพิ่มผลผลิต.....	7
2.1.1 ความหมายของการเพิ่มผลผลิต.....	7
2.1.2 ประเภทของการเพิ่มผลผลิต.....	8
2.1.3 เวลาส่วนเกิน และเวลาไร้ประสิทธิภาพ.....	9
2.1.4 องค์ประกอบที่ชะลอการเพิ่มผลผลิต.....	10
2.1.4.1 งานส่วนเกินเนื่องด้วยผลิตภัณฑ.....	10
2.1.4.2 งานส่วนเกินเนื่องด้วยวิธีการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ.....	11
2.1.4.3 เวลาไร้ประสิทธิภาพเนื่องจากความบกพร่องของ ฝ่ายแรงงาน.....	11
2.1.4.4 เวลาไร้ประสิทธิภาพภายใต้การควบคุมของแรงงาน.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 การศึกษาการทำงานและเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการทำงาน.....	14
2.2.1 มาตรฐานของงานและเวลาทำงาน.....	17
2.2.2 การตรวจสอบวิธีการทำงาน.....	18
2.2.3 แบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ.....	19
2.3 การศึกษาเวลา.....	21
2.3.1 ประเภทของการศึกษาเวลา.....	22
2.3.2 เครื่องมือในการศึกษาเวลา.....	23
2.3.3 ขั้นตอนการศึกษาเวลา.....	23
2.3.4 เวลามาตรฐานของการทำงานกับเครื่องจักร.....	27
2.4 คำนวณคุมเครื่องจักรทำงานหลายเครื่อง.....	29
2.4.1 ปริมาณงาน และเวลาเหลือของเครื่องจักร.....	29
2.4.2 การสลายพันระหว่างคน กับเครื่องจักร.....	32
2.4.3 การประยุกต์ใช้มูลภัณฑ์กันชน และแมกกาซีน.....	33
2.4.4 โครงสร้างของการเกิดคอขวดในกระบวนการผลิต.....	35
2.4.5 รูปแบบของการผลิต และการวางแผนผังสถานประกอบการ.....	38
2.4.6 การออกแบบงานกลุ่มในกระบวนการผลิต.....	40
2.4.7 การออกแบบงานในระบบเซลล์.....	41
2.5 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.....	45
2.5.1 ระบบข้อมูล.....	46
2.5.2 การจัดการแบบจำลองขั้นพื้นฐาน.....	48
2.5.3 ระบบติดต่อผู้ใช้โดยตรง.....	49
2.6 แบบจำลองสถานการณ์.....	49
2.6.1 ประเภทของแบบจำลองในการจำลองสถานการณ์.....	50
2.6.2 ฟังก์ชันการกระจายของค่าความน่าจะเป็น.....	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การทดสอบการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทดสอบแบบจำลอง กับค่าที่กำหนดให้ใช้ในการ สร้างแบบจำลองด้วยวิธีทดสอบสมมติฐาน.....	98
3.5.1 การเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยวิธีการ แจกแจงแบบ F – Test.....	99
3.5.2 การเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ t – Test.....	99
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	101
4.1 การสร้างแบบจำลองและกำหนดทางเลือก.....	101
4.1.1 การกำหนดทางเลือก.....	101
4.1.2 แบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุง.....	101
4.2 ผลการดำเนินการศึกษา.....	117
4.3 การทดสอบการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทดสอบแบบจำลอง กับค่าที่กำหนดให้ใช้ในการ สร้างแบบจำลองด้วยวิธี ทดสอบสมมติฐาน.....	120
4.3.1 การเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยวิธีการ แจกแจงแบบ F – Test.....	122
4.3.2 การเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ t – Test.....	123
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	126
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	126
5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน	127
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	128
5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งนี้.....	128
5.3.1.1 ด้านแบบจำลองสถานการณ์.....	128
5.3.1.2 ด้านการออกแบบการทำงานเพื่อการเพิ่มผลผลิต.....	128
5.3.2 ด้านข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งต่อไป.....	129
บรรณานุกรม.....	130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก รูปแสดงประเภทและส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ.....	135
ภาคผนวก ข รูปแสดงแผนผังการผลิตเครื่องปรับอากาศ.....	144
ภาคผนวก ค แสดงผลการประมวลการทำงาน จากโปรแกรม Promodel.....	153
ภาคผนวก ง คุณสมบัติของพนักงาน และใบแจ้งผลการตรวจ.....	187
ประวัติผู้เขียน.....	187



สารบัญญัตราสาร

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงความสัมพันธ์ เซึ่งเปรียบเทียบระหว่างบทบาทของการศึกษาการทำงาน กับการเพิ่มผลผลิต.....	14
2.2 แสดงลักษณะสำคัญของกรวางแผนผังสถานประกอบการต่างๆ.....	38
2.3 โรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 1 ล้าน-60ล้าน.....	57
2.4 แสดงปริมาณการผลิตและจำหน่ายเครื่องปรับอากาศ รายไตรมาส ปี 2543-2544.....	60
2.5 แสดงปริมาณการผลิตคอมเพรสเซอร์สำหรับ ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ รายไตรมาส ปี 2543-2544.....	61
2.6 วิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายใน และภายนอกองค์กร.....	62
3.1 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มการกรอกข้อมูลเพื่อใช้จับเวลาในห้องทดสอบคุณภาพ.....	84
3.2 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับเวลาจริงที่กำหนดไว้.....	98
4.1 แสดงการเปรียบเทียบ แบบจำลองสถานการณ์ ก่อน และหลังการปรับปรุง.....	117
4.2 แสดงค่า % รวมของเวลางานที่พบในขณะทำการทดสอบผลผลิต เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง.....	119
4.3 แสดงเวลาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกระบวนการตรวจสอบ คุณภาพของห้องทดสอบจากการทดลองแบบจำลองสถานการณ์ จำนวน 3 รอบ.....	121
4.4 แสดงเวลาผลการทดสอบสมมติฐานของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แบบจำลองหลังการปรับปรุง.....	123
4.5 แสดงเวลาผลการทดสอบสมมติฐานของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แบบจำลองหลังการปรับปรุง.....	125

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แสดงแนวทางการเพิ่มอัตราผลผลิต..... 9
2.2	แสดงองค์ประกอบของงานส่วนเกิน และงานไร้ประสิทธิภาพที่ลด การเพิ่มผลผลิตทั้งหมด..... 13
2.3	แสดงแนวทางการแบ่งประเภทการศึกษาการทำงาน..... 16
2.4	แสดงผังสรุปขั้นตอน และขอบเขตของการศึกษาการทำงาน..... 19
2.5	แสดงความหมายของประเภทเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร..... 28
2.6	แสดงลักษณะเวลาแต่ละประเภทที่เครื่องจักรถูกใช้..... 28
2.7	แสดงการใช้เวลาเหลือมของเครื่องจักร..... 30
2.8	แสดงตัวอย่างการใช้ Chart man-machine ในการเก็บข้อมูล..... 30
2.9	แสดงตัวอย่างการใช้ Chart Standard operation routine sheet..... 31
2.10	แสดงตัวอย่างของการสร้างสต็อกกันชนในการปฏิบัติงานผลิต..... 34
2.11	แสดงการใช้สต็อกกันชนเพื่อแก้ปัญหาคอขวด..... 37
2.12	แสดงภาพการเดินในระบบงานกลุ่ม หรือระบบเซลล์ ที่เดินเป็นรูปตัว U..... 43
2.13	แสดงการออกแบบระบบงานกลุ่มระหว่างคนงาน 1 คนกับ เครื่องจักรหลายเครื่อง..... 44
2.14	แสดงการออกแบบระบบงานกลุ่มระหว่างคนงาน 2 คนกับ เครื่องจักรหลายเครื่อง..... 45
2.15	แสดงความสัมพันธ์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ..... 47
2.16	แสดงขั้นตอนในการทำโครงการแบบจำลองสถานการณ์..... 53
2.17	แสดงแผนงานต่างๆของการผลิตเครื่องปรับอากาศ..... 66
2.18	แสดงแผนภูมิองค์การของแผนกคุณภาพ..... 71
2.19	ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต..... 73
3.1	แสดงหน้าจอของโปรแกรม Promodel..... 81
3.2	แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การจับเวลา..... 83
3.3	แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาการรอแอร์เข้า..... 85
3.4	แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาแอร์เข้าเครื่อง Test และต่อสาย Couple..... 85
3.5	แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาต่อสายไฟ..... 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาอ่านบาร์โค้ด..... 86
3.7	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาเปิดวาล์วปล่อยน้ำยาแอร์..... 87
3.8	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาน้ำยาเข้าเครื่องจนเต็มพร้อมกดปุ่ม Test..... 87
3.9	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาทดสอบ LOW VOLT 88
3.10	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาปิดหุดยวาล์ว และไขน็อต 2 ตัว..... 88
3.11	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาถอดสาย Couple ที่ต่อเครื่อง Test..... 89
3.12	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาถอดสายไฟที่ต่อเครื่อง Test..... 89
3.13	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาไขประกอบน็อตปิดวาล์วทั้งหมด..... 90
3.14	แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาแสดมปี Test ผ่าน..... 90
3.15	แสดงตัวอย่างข้อมูลเวลารอแอร์ออก..... 91
3.16	แสดงผลการประมวลข้อมูลจำนวนเครื่องที่ทดสอบผ่านในเวลา 1 รอบ (8 ชั่วโมง)..... 91
3.17	แสดงภาพเสมือนของห้องทดสอบคุณภาพในมุมมองด้านบน (Top View)..... 93
3.18	แสดงภาพเสมือนจริงขนาดห้องทดสอบคุณภาพในมุมมอง 3 มิติ..... 94
3.19	แสดงภาพเสมือนจริงของห้องทดสอบคุณภาพขณะมีการทำงาน จริงในมุมมอง 3 มิติ..... 94
3.20	แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel(ก่อนการปรับปรุง)..... 95
3.21	แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน ด้วยโปรแกรม Promodel (ก่อนการปรับปรุง)..... 95
3.22	แสดงผลการประมวลผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel (ก่อนการปรับปรุง)..... 97
3.23	แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน ก่อนการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม Promodel โดยวนจำนวนรอบ การทำงานที่ 3 รอบๆละ 8 ชั่วโมง..... 98
4.1	แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)..... 103

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.2	แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน กับ 3 สายการลำเลียง ด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	103
4.3	แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	104
4.4	แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และ จัดเส้นทางเดิน ใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	105
4.5	แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของ คนงาน 3 คนกับ 2 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่ เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	105
4.6	แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดิน ใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	106
4.7	แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และ จัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	107
4.8	แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน กับ 3 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลมด้วย โปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	107
4.9	แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	108
4.10	แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	109

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11	109
แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน กับ 6 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลมด้วย โปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	
4.12	110
แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.13	111
แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.14	111
แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 4 คน ด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	
4.15	112
แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.16	113
แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.17	113
แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของ คนงาน 4 คนกับ 4 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่ เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง).....	
4.18	114
แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.19	115
แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	
4.20	115
แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของ คนงาน 6 คนกับ 6 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่ เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel.....	

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21	
แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง).....	116
4.22	
กราฟแสดงผลระดับจำนวนของผลผลิตที่ผ่านการทดสอบของกระบวนการ การตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ.....	118
4.23	
กราฟแสดงผลระดับเวลาการรอคอยของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ในแบบต่างๆ.....	118
4.24	
กราฟแสดงผลระดับ เปอร์เซ็นต์ (%)รวมของเวลางานที่พบในขณะที่ทำการ ทดสอบผลผลิต ของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ.....	120
4.25	
กราฟแสดงผลระดับค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ การตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ.....	121

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภายใต้วิกฤตเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อทุกๆประเทศอย่างที่ไม่เคยคาดการณ่มาก่อน โดยเฉพาะประเทศไทยเองได้ประสบกับภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอย จนต้องเข้าแผนการฟื้นฟูเศรษฐกิจกับกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund หรือ IMF) จากสภาวะดังกล่าวได้ทำให้เกิดการแข่งขันทางการค้าอย่างรุนแรง และมากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะภาคการส่งออกนั้นผู้ผลิตสินค้าจำเป็นจะต้องเน้นในเรื่องคุณภาพของสินค้าเป็นอันดับแรก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดข้อได้เปรียบในการแข่งขัน และเป็นผู้นำของตลาดสินค้าที่ผลิต ดังนั้นมาตรฐานของคำว่า "คุณภาพ" จึงถูกนำมาพิจารณา สำหรับเป็นหลักประกันในความมั่นใจต่อผู้ซื้อ และใช้สินค้าว่า บริษัทผู้ผลิตสินค้านั้นมีระบบประกันคุณภาพที่ได้มาตรฐาน และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น มาตรฐานคุณภาพ ISO 9000, ISO 14000 รวมไปถึง สัญลักษณ์ทางอุตสาหกรรมที่เป็นที่ยอมรับ (Trade mark) ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งได้กลายเป็นข้อกำหนด และสิ่งจำเป็นในการซื้อขายสินค้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะในสินค้าที่มีความใกล้ชิดกับผู้บริโภคส่วนใหญ่ (Consumer Product) ซึ่งจะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นมาตรฐานการครองชีพของคนภายในประเทศนั้นๆด้วย โดยเฉพาะถ้าสินค้านั้นมีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยง และความปลอดภัยอย่างยิ่งยวดแล้ว ความตระหนักถึงคุณภาพของสินค้านั้นๆย่อมมีเป็นเท่าทวีคูณ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกลุ่มสินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้า และยานพาหนะ เป็นต้น

สำหรับเครื่องปรับอากาศนั้น จัดเป็นสินค้าในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่อยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ทันสมัย และสลับซับซ้อน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและตลาดที่มีมากขึ้น ดังนั้นตลาดเครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน จึงมีการแข่งขันที่เพิ่มสูงมากขึ้นและรุนแรงขึ้น กอปรกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันที่ผู้บริโภคมีความระมัดระวังในการใช้จ่ายมากขึ้น กลุ่มของผู้บริโภคที่เน้นการซื้อแบบนักลงทุนมีมากขึ้น คือมีการเน้นในตัวสินค้ามากขึ้น ทำให้กลุ่มผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศหันมาให้ความสำคัญ และลงทุนในการสร้างภาพพจน์ด้านคุณภาพของสินค้าของตนมากขึ้น เพราะฉะนั้นการผลิตเพื่อให้ได้คำว่า "คุณภาพเป็นที่ยอมรับ" จึงจำเป็นมากในสถานการณ์ปัจจุบัน แต่แนวทางการปฏิบัติเพื่อที่จะให้เกิดสิ่งดังกล่าว ต้องอาศัยปัจจัยในหลายๆส่วนประกอบกัน หนึ่งในนั้นก็คือ การลงทุนในเม็ดเงินอย่างมาก เพื่อปรับเปลี่ยนระบบการผลิต อันจะนำมาซึ่งความเสี่ยงในเรื่องของการปรับเปลี่ยนระบบการทำงาน และวิธีการผลิตใหม่ เป็นผลให้เกิด ความไม่พอใจของพนักงาน , ความล่าช้าในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความเสี่ยงของการประสบความสำเร็จ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การนำเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ และระบบการจัดการที่ทันสมัย เข้ามาช่วยเพื่อการลดค่าใช้จ่าย และประเมินสถานการณ์ต่างๆจึงมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น

แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่เหมาะสมตามเงื่อนไขข้างต้นในการวิเคราะห์ปัญหานี้ ด้วยเหตุผลที่ว่า

1. ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการวิเคราะห์ แก้ไขปัญหาโดยวิธีอื่น เช่น การทดลอง, การออกแบบและสร้างแบบจำลอง, การออกแบบและสร้างงานจริง และอื่นๆ เนื่องจากปัจจุบัน แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผล รวมถึงมีการสร้างออกมาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ง่ายต่อการใช้ด้วย
2. สะดวกในการวิเคราะห์ปัญหาในระบบอุตสาหกรรมการผลิตที่ซับซ้อน และการเพิ่มผลผลิตปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต
3. ใช้เวลาน้อยกว่าในการแก้ไขปัญหา หรือการปรับปรุงพัฒนาการทำงานของระบบให้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น
4. ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการแสดงผลลัพธ์ที่ออกมา โดยการใช้ภาพแสดงการเคลื่อนไหว
5. มีความเสี่ยงต่ำเนื่องจากความผิดพลาดจากการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงขบวนการต่างๆ

การศึกษาและการทำสารนิพนธ์ในที่นี้ ได้เลือกรูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยคนและเครื่องจักรมีความสัมพันธ์กัน เช่น คนงานจำเป็นต้องควบคุมเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยจะต้องคุมเครื่องจักรพร้อมๆกันหลายๆเครื่อง , คนงานจะมาทำการแก้ไขเครื่องจักรเมื่อเกิดการขัดข้องขึ้น เป็นต้น ซึ่งลักษณะการทำงานเช่นนี้มักมีอยู่ทั่วไปในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยเฉพาะในประเทศไทย โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) นี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการเพิ่มผลผลิตในระบบการตรวจสอบคุณภาพ

อย่างไรก็ตามแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) ยังสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ในกระบวนการผลิตได้อีกมากโดยสามารถแบ่งประเภทของการวิเคราะห์ออกเป็น

1. การวิเคราะห์ปริมาณคนและเครื่องจักร เช่น จำนวนคนและเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตที่กำหนด, การประเมินต้นทุน, การวางแผนแรงงานในการผลิต เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ ความสามารถ เช่น ปริมาณการผลิต, เวลาที่ใช้ในการผลิต, การหาจุดคอขวดในกระบวนการผลิต เป็นต้น

3. การวิเคราะห์กระบวนการทำงาน เช่น แผนการผลิตหรือขั้นตอนในการทำงาน, การควบคุมวัสดุคงคลัง, การซ่อมบำรุง, การควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ และความสามารถของระบบการตรวจสอบคุณภาพในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศของโรงงานตัวอย่าง โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ และเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับสภาพการทำงานจริง

2. วิเคราะห์การเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงระบบตรวจสอบคุณภาพในห้องทดสอบเครื่องสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศ จากแบบจำลองสถานการณ์

3. เพื่อเป็นแนวนโยบายในการวางแผนการเพิ่มผลผลิต โดยศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตระหว่าง วิธีการทำงานที่ออกแบบใหม่กับวิธีการทำงานในสภาพปัจจุบัน ด้วยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา บริษัทไดกินอินดัสทรี (ประเทศไทย) จำกัด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. เนื่องจากอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศมีขนาดใหญ่ และมีหลายหน่วยงาน ในการศึกษาวิจัยขอศึกษาเฉพาะในส่วนของระบบการตรวจสอบคุณภาพ

2. ระบบการตรวจสอบคุณภาพประกอบด้วยงานที่สำคัญหลายขั้นตอนด้วยกัน แต่ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะการจัดระบบเฉพาะห้องทดสอบเครื่องสำเร็จของสายการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบ Condensing Unit เท่านั้น

3. เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตของระบบการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ จังหวัดชลบุรี เป็นกรณีศึกษา

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินการ

1. สืบรวจงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพและวิธีการทำงานของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานของระบบเดิม
3. ศึกษาวิธีการและหาแนวทางในการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพให้มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วยวิธีการศึกษาทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รวบรวมข้อมูลลักษณะเครื่องปรับอากาศ ลักษณะเครื่องจักรที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพ เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแต่ละชนิดวิเคราะห์ห้ข้อมูลหาผลสรุป
5. สร้างแบบจำลองระบบตามผลสรุปของข้อมูล และแปลงแบบจำลองให้อยู่ในรูปของแบบจำลองคอมพิวเตอร์
6. ทดสอบ และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง รวมทั้งความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง
7. วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลอง และเปรียบเทียบข้อแตกต่างของผลที่ได้จากแบบจำลองกับระบบเดิม
8. สรุปผลที่ได้และข้อเสนอแนะ
9. จัดรูปเล่มสารนิพนธ์

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นในการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานเครื่องปรับอากาศมีข้อสมมติฐานดังนี้

1. วิธีการหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการผลิต คือ การลดเวลาสูญเสียที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต และเครื่องจักรต่าง ๆ ลง และสลายจุดคอขวดของกระบวนการผลิตซึ่งพบที่ระบบตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการทดสอบเครื่องสำเร็จของโรงงานตัวอย่าง ดังนั้นการลดเวลาสูญเสียที่ห้องทดสอบดังกล่าว ถือว่าเป็น การเพิ่มผลผลิตของโรงงานโดยรวม
2. ในการศึกษานี้ถือว่าระบบการตรวจสอบคุณภาพมีความสมบูรณ์ถูกต้อง โดยการปฏิบัติงานรายวัน จะไม่มีผลกระทบต่อแบบจำลองในการศึกษานี้
3. วิธีการ และตัวแปรต่างๆที่ใช้แสดงในสารนิพนธ์ ฉบับนี้ได้จากข้อมูลจริง แต่มีการดัดแปลงข้อมูลโดยใช้ค่าคงที่ อย่างไรก็ตามการประมวลผลข้อมูล และแนวโน้มของข้อมูล ต่างๆยังมีความเป็นไปได้ในลักษณะเดิมอยู่

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. สามารถเสนอการทำงานในห้องทดสอบของระบบตรวจสอบคุณภาพใหม่ที่เหมาะสมและรวดเร็ว เมื่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเปลี่ยนแปลงไป
2. เพื่อใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่วนหนึ่ง ในระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนบริหารการผลิต
3. การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ช่วยวางแผนกระบวนการตรวจสอบใหม่อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถสร้างและกำหนดรูปแบบการตรวจสอบคุณภาพใหม่ลดเวลาสูญเสียจากการตรวจสอบคุณภาพให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพิ่มระดับความพอใจของผู้บริหาร เนื่องจากแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และมีความยืดหยุ่น
5. สามารถสร้างรูปแบบการตรวจสอบคุณภาพที่ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในการผลิตที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เตรียมแผนฉุกเฉินที่สามารถเปลี่ยนแปลง และทดสอบก่อนที่จะทำการใช้งานจริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ควบคุมการผลิตหรือผู้วางแผน ให้ผลพลอยได้ในแง่ของการจัดการการผลิต
6. ช่วยลดต้นทุนในการผลิต ที่เป็นผลมาจากการลดเวลาสูญเสีย ทำให้สามารถแข่งขันกับสภาวะที่เปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจได้ดียิ่งขึ้น
7. เป็นระบบสนับสนุนส่วนหนึ่งในระบบสารสนเทศในการบริหารการผลิตรวม เพื่อให้ได้ระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง
8. เป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีลักษณะเดียวกันต่อไป
9. สามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) มาใช้เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในหน่วยงานหรือองค์กร โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่น้อย ประหยัดเวลา และได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล
10. เป็นการนำวิธีการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้วิเคราะห์ และแก้ไขระบบกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม หรือพัฒนาประยุกต์ใช้กับหน่วยงานต่างๆ เช่น โรงพยาบาล, การบริการ และ การประกอบการธุรกิจอื่นๆ

1.7 นิยามคำศัพท์

พนักงาน หรือคนงาน (operators) หมายถึง บุคคลที่ถูกกำหนดให้ทำงานเฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผ่านไปตามสายงานการผลิต

งานย่อย (work elements) หมายถึง งานประกอบชิ้นส่วนหรืองานผลิตแต่ละงานที่กำหนดให้พนักงานทำการประกอบหรือผลิต และเมื่อนำงานย่อยทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกันตามแผนผังลำดับก่อนหลังก็จะเป็นกระบวนการผลิตภัณฑ์

เวลายานย่อย (work element time) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยแต่ละงาน เวลายานย่อยนี้ควรจะเป็นเวลามาตรฐาน (standard time) ซึ่งจะหาได้จากการศึกษาการทำงาน

สถานีงาน (work station) หมายถึง บริเวณที่ทำงานย่อยงานเดียว หรืองานย่อยหลายงานรวมกัน ซึ่งจะต่อเนื่องกันเป็นอนุกรมไปตามสายงานการผลิต สถานีงานจะมีพนักงานประจำอยู่หนึ่งคน แต่ในบางครั้งก็อาจจะมีพนักงานประจำอยู่หลายคนก็ได้

เวลาสถานีงาน (work station time) หมายถึง ผลรวมของเวลายานย่อยที่ทำในสถานีงานเดียวกัน ซึ่งอาจจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาวงรอบก็ได้ แต่จะมากกว่าเวลาวงรอบไม่ได้

เวลาวงรอบ (cycle time) หมายถึงเวลาสูงสุดที่กำหนดให้พนักงานที่อยู่ในแต่ละสถานีงานทำงานย่อยต่าง ๆ ที่มอบหมายให้เสร็จ เวลาวงรอบจะเท่ากันในทุกสถานีงาน และจะต้องไม่น้อยกว่าเวลาดำเนินการย่อยสูงสุดในสายงานการผลิต หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า เวลาวงรอบ คือเวลาที่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแต่ละหน่วยจะออกจากสายงานการผลิต

เวลาสูญเปล่า (idle time) หมายถึง เวลาที่เหลืออยู่ในแต่ละสถานีงานหลังจากที่พนักงานได้ทำงานย่อยที่ได้รับมอบหมายเสร็จแล้ว

เวลาสูญเปล่ารวม (total idle time) หมายถึง ผลรวมของเวลาสูญเปล่าในแต่ละสถานีงานที่มีอยู่ทั้งหมดในสายงานการผลิต

แผนผังลำดับก่อนหลัง (precedence diagram) หมายถึง แผนผังลำดับก่อนหลังของงานย่อยทั้งหมดในสายงานการผลิต ซึ่งประกอบด้วยวงกลมที่แสดงถึงงานย่อย และลูกศรที่แสดงถึงลำดับงานโดยงานย่อยที่อยู่ตรงหัวลูกศรจะต้องทำหลังจากงานย่อยที่อยู่ตรงหางลูกศร

ประสิทธิภาพสายงานผลิต (line efficiency) หมายถึง ตัวเลขที่บอกถึงความสมบูรณ์ของการสมดุลของสายงานการผลิตซึ่งจะมีค่าไม่เกิน 100%

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มผลผลิต

2.1.1 ความหมายของการเพิ่มผลผลิต (definitions of productivity)

การผลิต คือ การนำสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต (input) มาผ่านกระบวนการผลิต (process) เพื่อให้ได้ผลผลิต (output) ตามที่เราต้องการ ผู้ที่ทำการผลิต จะต้องทราบว่าสิ่งที่ป้อนเข้าไปในการผลิตมีอะไรบ้าง อย่างละเท่าใด และจะทำให้เราได้ผลผลิตออกมาอย่างไรและเท่าใด สิ่งป้อนเข้าไปในการผลิตที่สำคัญ ๆ ก็คือ วัตถุดิบและแรงงาน ส่วนสิ่งที่ได้ออกมาก็คือผลผลิต หรือสินค้า

คำว่า “การเพิ่มผลผลิต” นั้นที่จริงหมายถึง การเพิ่มอัตราผลผลิต โดยที่อัตราผลผลิต (productivity) มักจะเป็นที่เข้าใจสับสนกับคำว่าผลผลิต (output หรือ production output) และการผลิต (production) อยู่เสมอ

ผลผลิต คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ได้จากกระบวนการผลิตหรือบริการ

อัตราผลผลิต คือ มาตรฐานสมรรถนะการทำงานผลิตหรือบริการ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรในการผลิตหรือบริการด้วย ทรัพยากรเหล่านี้ได้แก่ (1) ทุน ซึ่งประกอบด้วยอาคารและที่ดิน และเครื่องจักร อุปกรณ์ (2) แรงงาน และ(3) วัสดุ

คำนิยามดั้งเดิมของอัตราผลผลิต ซึ่งให้ไว้เมื่อปี ค.ศ.1950 โดยองค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจในประเศยุโรประบุว่า

อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนที่ได้จากการหาผลผลิตด้วยหนึ่งในปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในลักษณะนี้อาจกล่าวถึงอัตราผลผลิตของเงินทุน การลงทุนหรือวัตถุดิบ แล้วแต่ที่กำลังพิจารณาผลผลิตเกี่ยวข้องกับเงินทุน การลงทุน หรือวัตถุดิบ ฯลฯ

อัตราผลผลิตตามความหมายดั้งเดิมนี จึงเป็นอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตที่ได้ออกมากับมูลค่าทรัพยากรที่ป้อนเข้า เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\text{อัตราผลผลิต} = \frac{\text{มูลค่าผลผลิตที่ได้ (output)}}{\text{มูลค่าทรัพยากรที่ใช้ (input)}} \quad (2.1)$$

มูลค่าผลผลิต หมายถึง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต มิใช่ปริมาณ การผลิตแต่อย่างใด หากคงปริมาณการผลิตไว้เท่าเดิมจะเพิ่มอัตราผลผลิตได้ในสถานการณ์ที่คุณภาพของผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

อัตราผลผลิต จะบอกให้ทราบว่า การทำงานต่าง ๆ มีประสิทธิภาพได้ ประสิทธิภาพเป็นอย่างไร ถ้าจะดูอัตราผลผลิตของช่วงเวลาต่าง ๆ กัน จะทราบได้ว่าประสิทธิภาพของการทำงานนั้น ๆ ดีขึ้นหรือแย่ลงอย่างไร ถ้าดูอัตราผลผลิตของหน่วยงานหนึ่งเปรียบเทียบกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่คล้าย ๆ กันก็จะทราบได้ว่า หน่วยงานนั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือแย่กว่างานอื่น ๆ ใด

“อัตราผลผลิต” เป็นคำที่มีความหมายตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่า “ประสิทธิภาพ” กล่าวคือ

“ประสิทธิภาพ” ในทางวิศวกรรมจะอธิบายด้วยสูตรดังนี้

$$\text{Efficiency} = \text{Output} / \text{Input} \quad (2.2)$$

แต่ความหมายของอัตราผลผลิตนั้น เป็นความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่าง ๆ กัน โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตที่ได้และทรัพยากรที่ใช้ จึงไม่ได้วัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่จะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และโดยหลักการที่ต้องแล้วจะต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ (วันชัย วิจิรวนิช. 2539 :18-22)

ในการเปรียบเทียบความหมายของประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ และอัตราผลผลิต กล่าวได้ว่า ประสิทธิภาพแสดงถึงการใช้ทรัพยากรว่าดีระดับใดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ต้องการ ขณะที่ประสิทธิภาพแสดงผลผลิตระดับที่ต้องการได้อย่างไรจากทรัพยากรที่ใช้ ความหมายของ อัตราการเพิ่มผลผลิต จึงเป็น ความหมายร่วมของประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ เนื่องจากประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์การใช้ทรัพยากร ขณะที่ประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับผลงานที่ต้องการ

2.1.2 ประเภทของการเพิ่มผลผลิต

การทำให้เกิดการเพิ่มอัตราผลผลิตนั้น ประกอบด้วยทางเลือก 5 ประการ คือ (ดูรูปที่ 2.1) (วันชัย วิจิรวนิช. 2539 :24-25)

1. ผลผลิตเพิ่ม ทรัพยากรที่ใช้เท่าเดิม (Output เพิ่ม Input เท่าเดิม)
2. ผลผลิตเพิ่มขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลง (Output เพิ่ม Input ลดลง)
3. ผลผลิตเพิ่มขณะที่ใช้ทรัพยากรสูงขึ้น แต่ใช้อัตราที่ต่ำกว่า (Output เพิ่ม Input เพิ่มน้อยกว่า)
4. ผลผลิตคงที่ ขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลง (Output คงที่ Input ลดลง)

5. ผลผลิตลดลง ขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลงในอัตราสูงกว่า (Output ลดลง Input ลดลงมากกว่า)

1. Output เพิ่ม Input เท่าเดิม	
2. Output เพิ่ม Input ลดลง	
3. Output เพิ่ม Input เพิ่มน้อยกว่า	
4. Output คงที่ Input ลดลง	
5. Output ลดลง Input ลดลงมากกว่า	

รูปที่ 2.1 แสดงแนวทางการเพิ่มอัตราผลผลิต

ที่มา : วันชัย วิจิรวณิช. 2539:22

2.1.3 เวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพ

ในการทำงานซึ่งจะต้องใช้เวลา ถ้าเราจะพิจารณาประเภทเวลาที่เราใช้ในแต่ละกิจกรรม เราจะพบว่าเราสามารถแบ่งประเภทเวลาเป็นเวลาสำหรับงานประจำและเวลาสำหรับธุรกิจ หรือจะแบ่งประเภทเวลาเป็นเวลางานกับเวลาพักผ่อน ในที่นี้เราจะแบ่งเวลางานเป็น 3 ประเภท คือ (วิจิตร ตันขสสุทธิ. 2524: 17-22.)

1. เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง
2. เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน
3. เวลาไร้ประสิทธิภาพ

การทำงานต้องใช้เวลาและจะมีส่วนที่เรียกว่าเวลาจริงหรือเวลาที่ต้องใช้จริง ๆ ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยปราศจากความสูญเสียเวลาทำงานด้วยสาเหตุใด ๆ หรืออีกนัยหนึ่งคือเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยโดยไม่เสียเวลาอะไรเลยนอกจากการผลิต

เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน คือเวลาที่ใช้ไปในการทำงานแต่ไม่เกิดผลงานอะไร เป็นส่วนของงานที่เกิดขึ้นเพราะความบกพร่องของการทำงานหรือระบบงาน ส่วนของงานที่เป็นเวลาส่วนเกิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกินนั้น เป็นส่วนที่เกิดขึ้นเสมอตามธรรมชาติของการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งปกติที่เกิดขึ้นได้ทั่ว ๆ ไป ถึงกับมีการกล่าวกันว่าการทำงานที่สมบูรณ์แบบ โดยใช้เวลาเพียงเวลาทำงานจริงเท่านั้นเป็นสิ่งผิดปกติของการทำงาน หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือ การทำงานทุกอย่างถ้าจะมีความบกพร่องบ้างก็จะเป็นเรื่องปกติวิสัย อย่างไรก็ตามโดยแนวทางการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เราก็อยากให้เกิดการทำงานที่ผิดปกติคือ ทำงานให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เวลาที่สูญเปล่าอันเกิดจากการทำงานที่เป็นส่วนเกินนี้มีสาเหตุส่วนใหญ่มาจาก

- 1) การออกแบบกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์
- 2) วิธีการทำงาน

เวลาไร้ประสิทธิภาพ คือ เวลาที่ไม่ได้ทำอะไรและไม่ได้เกิดผลผลิตใด ๆ ในการดำเนินการโดยทั่วไปอีกเช่นกัน จะพบว่ามักจะมีรายการรบกวนขณะกำลังทำงานให้ต้องหยุดงาน เกิดเวลาประเภทที่เรียกว่า เวลาไร้ประสิทธิภาพขึ้น เวลาที่เสียไปนี้เป็นการสูญเปล่าอีกประเภทหนึ่งซึ่งมีสาเหตุเกิดจาก

- 1) ความบกพร่องของฝ่ายจัดการ
- 2) ความบกพร่องของฝ่ายแรงงาน

จากความหมายของเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าการทำงานทั่ว ๆ ไป หรือการทำการผลิตใด ๆ จะมีองค์ประกอบของเวลาที่เป็นส่วนของเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพทั้งสิ้น การค้นหาเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพเพื่อจะได้พยายามขจัดทิ้งไป ผลที่ตามมาคือการเพิ่มผลผลิตเพราะได้แปลว่าเราจะลดเวลาส่วนเกินได้โดยไม่ยาก ในขณะเดียวกันการค้นหาเวลาไร้ประสิทธิภาพเป็นเรื่องง่าย คือ พิจารณาเวลาประเภท “รอ” “หยุด” “หลง” “หลีก” “เลี้ยว

2.1.4 องค์ประกอบที่ชะลอการเพิ่มผลผลิต

รายละเอียดขององค์ประกอบต่างๆที่มีส่วนในการชะลอการเพิ่มผลผลิต ประกอบด้วย (ดูรูปที่ 2.2) (วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:17-22)

2.1.4.1 งานส่วนเกินเนื่องด้วยผลิตภัณฑ์

ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีส่วนทำให้ส่วนของงานที่ต้องทำนั้นเพิ่มมากขึ้น เช่น

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาจมีผลทำให้เราไม่สามารถใช้ขบวนการผลิต หรือวิธีการทำงานที่ประหยัดได้ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมหนัก เช่น อุตสาหกรรมงานโลหะ หรืออุตสาหกรรมขนาดกำลังผลิตสูงนั้น การออกแบบจะมีอิทธิพลสูงมาก

2) การผลิตภัณฑ์มากชนิดเกินไปทำให้ขาดการใช้มาตรฐานของส่วนประกอบทำให้การผลิตแต่ละชุดมีปริมาณต่ำไม่สามารถใช้เครื่องจักรชนิดเฉพาะการผลิตได้ จึงใช้เครื่องจักรชนิดการผลิตทั่ว ๆ ไปทำให้ผลิตได้น้อยขึ้นลง

3) การมีมาตรฐานคุณภาพที่ไม่ถูกต้อง ไม่ว่าจะกำหนดมาตรฐานสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป อาจมีผลทำให้ต้องทำงานเพื่อการควบคุมคุณภาพมากขึ้นโดยไม่จำเป็น การกำหนดงานให้มีข้อกำหนดสูงขึ้นทำให้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษขึ้น เสียเวลามากขึ้น หรือการใช้วัสดุที่มีคุณภาพต่ำเกินไป ก็มีผลทำให้ทำงานยากขึ้น

4) การออกแบบส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องตัดวัสดุส่วนเกินทิ้งจะทำให้เราต้องเพิ่มเวลาทำงานและเวลาในการขจัดส่วนของวัสดุที่เป็นของเสียทิ้งด้วย

ดังนั้นงานขั้นแรกในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตก็คือต้องจัดการออกแบบและกำหนดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดการทำงานส่วนเกินขึ้น รวมถึงการขจัดปัญหาความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมาตรฐานจากลูกค้า โดยการทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานแทน

2.1.4.2 งานส่วนเกินเนื่องจากวิธีการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ

ขบวนการผลิตหรือวิธีการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ มีลักษณะดังนี้

- 1) ใช้ชนิดหรือขนาดของเครื่องจักรที่ไม่ถูกต้อง ให้ผลิตผลต่ำกว่าที่พึงได้
- 2) ขบวนการผลิตไม่เป็นไปโดยถูกต้อง เช่น ไม่ป้อนงานด้วยความเร็วอัตราการเคลื่อนที่ อุณหภูมิ ฯลฯ ที่เหมาะสม เครื่องจักร หรือโรงงานอยู่ในสภาพที่เลว
- 3) ใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง
- 4) การวางแผนโรงงานที่ไม่ดีทำให้ต้องมีการเคลื่อนย้ายวัสดุเกินความจำเป็น เสียทั้งแรงงานและเวลา
- 5) ใช้วิธีการทำงานที่ทำให้เสียเวลาและแรงงานในการเคลื่อนย้ายวัสดุเกินความจำเป็น เสียทั้งแรงงานและเวลา

2.1.4.3 เวลาไร้ประสิทธิภาพเนื่องจากความบกพร่องของฝ่ายแรงงาน

เวลาไร้ประสิทธิภาพในวัฏจักรของการผลิตที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องของฝ่ายแรงงาน

1) จากนโยบายทางการตลาด ทำให้โรงงานต้องผลิตสินค้ามากขึ้นชนิดเกินไป มีผลทำให้การผลิตในแต่ละชนิดมีปริมาณต่ำ เครื่องจักรเกิดการหยุดชะงักขณะที่ต้องเปลี่ยนแปลงการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต่างชนิดกัน แรงงานที่ขาดประสิทธิภาพ จะทำให้การผลิตของผลิตภัณฑ์ได้ช้าลง

2) การขาดการกำหนดมาตรฐานของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์มีผลทำให้วัฏจักรการผลิตต่ำและเสียเวลาสูญเปล่ามาก

3) การออกแบบที่ไม่เหมาะสมตามความต้องการ ตั้งแต่เริ่มต้นมีผลถึงต้องเปลี่ยนแปลงการออกแบบ ทำให้งานหยุดชะงัก ต้องเสียชั่วโมงการทำงานของแรงงานและเครื่องจักรโดยเปล่าประโยชน์

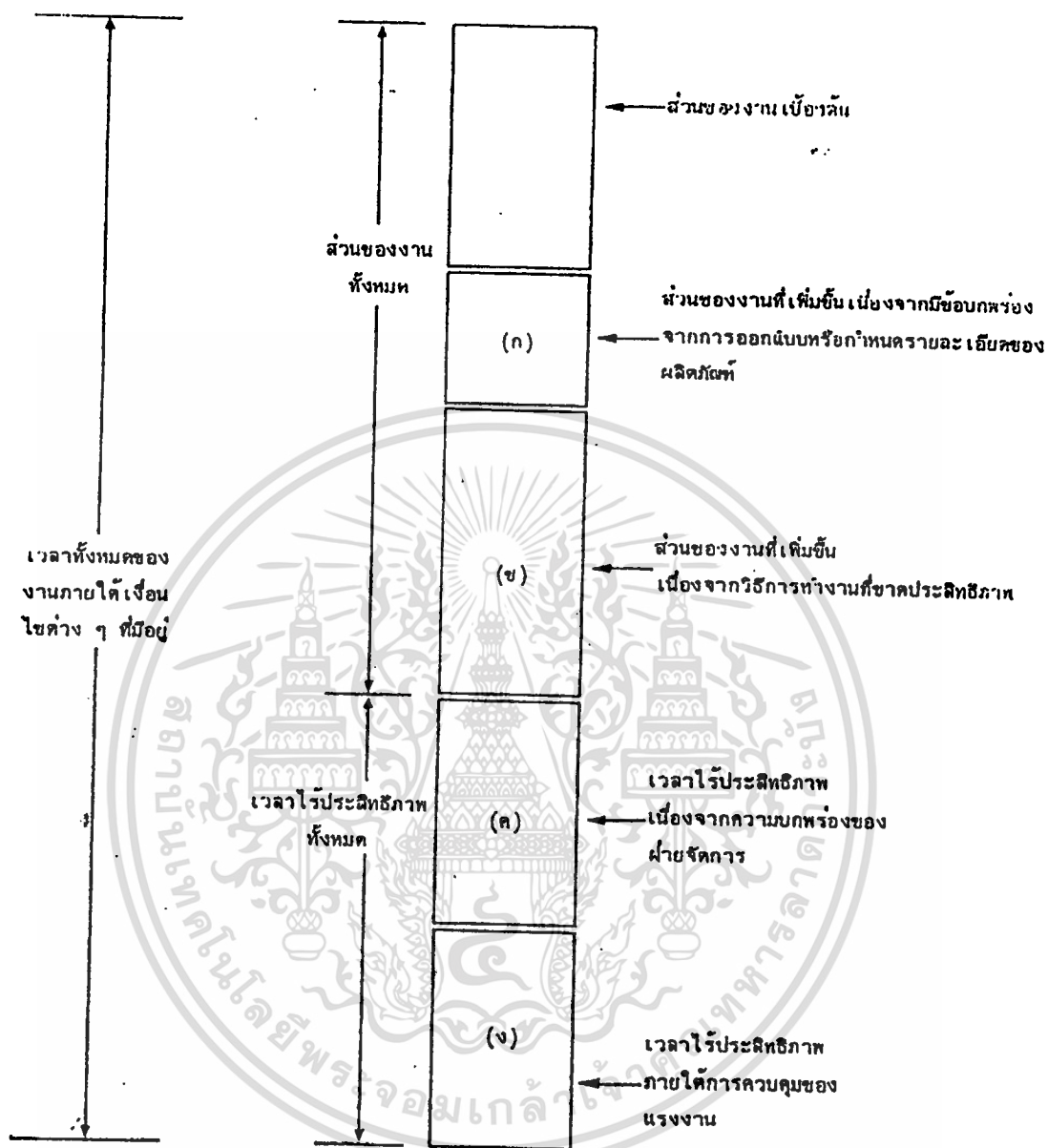
- 4) การขาดการวางแผนการจัดลำดับของงานมีผลทำให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง
- 5) เกิดการบกพร่องในการจัดหาวัสดุ เครื่องมือ และเครื่องอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ ทำให้เกิดการรอกหยุดชะงักงานระหว่างที่สิ่งที่ต้องการเกิดการขาดแคลน
- 6) บกพร่องในการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต ทำให้ต้องมีการหยุดเนื่อง จากเครื่องจักรชำรุด
- 7) เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตไม่ได้รับการดูแลในสภาพที่ดี ทำให้เกิดผลผลิตเสีย มาก มีผลทำให้ต้องเสียเวลาในการต้องทำผลิต ภัณฑ์นั้นใหม่หรือปรับปรุงของเสียนี้ให้ดีขึ้น
- 8) การขาดการจัดสภาพการทำงานที่ดี ทำให้แรงงานไม่สามารถทำงานได้โดย สม่ำเสมอ
- 9) ขาดการวางมาตรการที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้เป็นการเสียเวลาทำงาน

2.1.4.4 เวลาไร้ประสิทธิภาพภายใต้การควบคุมของแรงงาน

ฝ่ายแรงงานเองสามารถสร้างเวลาไร้ประสิทธิภาพได้อย่างไร

- 1) คนงานอาจหยุดงานโดยขาดเหตุผลที่ดี เช่น มาสาย ไม่ยอมเริ่มงานตามเวลาเก็ยจ ครันขณะทำงาน หรือแก้งทำงานให้ช้าลง
- 2) คนงานอาจจะทำโดยไม่ระมัดระวัง มีผลทำให้ของเสียหายต้องเสียเวลาทำงานมาก ขึ้น
- 3) คนงานไม่รักษากฎเกณฑ์ การรักษาความปลอดภัย ทำให้เกิดอุบัติเหตุโดยประมาท ทำให้เสียเวลาทำงานได้

ถ้าเราสามารถพิจารณาส่วนของงานและเวลาให้เกิดประสิทธิภาพทั้งหมดและลดเวลาที่ เสียไปสำหรับการทำงานที่ไม่จำเป็น ขจัดเวลาไร้ประสิทธิภาพได้ ผลที่ได้รับก็คือ การเพิ่มผลผลิตที่ สูงสุดตามต้องการ



รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของงานส่วนเกิน และงานไร้ประสิทธิภาพที่ชะลอการเพิ่มผลผลิตทั้งหมด

ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:22

2.2 การศึกษาการทำงานเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน

การเพิ่มผลผลิตที่ได้ผลในระยะยาวก็คือการพัฒนากระบวนการผลิตแบบใหม่และการติดตั้งโรงงานที่ทันสมัยกว่าพร้อมด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมากกว่า อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องเป็นภาระตามมาคือ การลงทุนที่สูงขึ้นพร้อมทั้งการเสียเงินตราต่างประเทศเนื่องจากเราไม่สามารถผลิตเครื่องจักรได้เอง จึงต้องสั่งซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์จากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้อัตราการว่างงานน้อยลง ทำให้คนว่างงานมีมากขึ้น การศึกษาการทำงานเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ด้วยการวิเคราะห์กระบวนการทำงานที่เป็นอยู่อย่างมีระเบียบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้ดีขึ้น ดังนั้น การศึกษาการทำงาน จึงเป็นการเพิ่มผลผลิตโดยไม่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายการลงทุนมากนัก (ดูตารางที่ 2.1) (วิจิตร ตันขลุทธ์. 2524:24-28)

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงเปรียบเทียบ ระหว่างบทบาทของการศึกษาการทำงาน กับวิธีการต่าง ๆ เพื่อการเพิ่มผลผลิต

หลักการที่ใช้	ชนิดการปรับปรุงงาน	วิธีการ	ค่าใช้จ่าย	ระยะเวลา	หวังผล	ขอบเขตของการปรับปรุง	การเพิ่มผลผลิต	บทบาทของการศึกษาการทำงาน
	1. การพัฒนากระบวนการเบื้องต้นใหม่หรือการปรับปรุงกระบวนการที่มีอยู่เดิม	- การวิจัย - การประยุกต์การวิจัย - โรงงานจำลองตามโครงการ	สูง	เป็นปี	ไม่มีขอบเขต			การศึกษาวិธีการทำงานช่วยปรับปรุงการทำงานให้ก้าวหน้าขึ้นและทำให้การซ่อมบำรุงระยะช่วงการออกแบ่งง่ายขึ้น
การลงทุน	2. ติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีกำลังผลิตสูงกว่าหรือปรับปรุงโรงงานเก่าให้ทันสมัยยิ่งขึ้น	- การจัด - การวิจัยทาง - ขบวนการผลิต	สูง	ทันที	ภายหลังจากการติดตั้ง	ไม่มีขอบเขต ไม่แน่นอน		การศึกษาวิธีการทำงานการจัดวางแผนโรงงานช่วยทำให้การทำงานง่ายขึ้น
การบริหารที่ดีขึ้น	3. การลดส่วนของงานเนื่องด้วยผลิตภัณฑ์	- การวิจัย - ผลิตภัณฑ์ - ผลิตภัณฑ์	ไม่สูง	เป็นเดือน	เป็นเดือน	มีขอบเขต จำกัดและต้องดำเนินการ		การศึกษาวิธีการทำงานการปรับปรุงออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยให้การผลิตทำได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานกับการศึกษาเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์และจะดำเนินการฟ้องดำเนินคดีตามกฎหมายต่อไป

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หลักการ ที่ใช้	ชนิดการ ปรับปรุงงาน	วิธีการ	ค่าใช้จ่าย	ระยะเวลา หวังผล	ขอบเขตของ การปรับปรุง การเพิ่มผลผลิต	บทบาทของการ ศึกษาการทำงาน
		พัฒนา ผลิตภัณฑ์	1&2		4&5	
		- การบริหาร ด้านคุณภาพ การศึกษาวีธี การทำงาน				
		- การวิเคราะห์ คุณค่า				
การบริหาร ที่ต้น	4. การลดส่วน ของงานเนื่อง ด้วยขบวนการ การผลิต	- การวิจัย ขบวนการ ผลิต - โรงงาน จำลองย่อย - การวางแผน ขบวนการ การศึกษาวีธี การทำงาน	ต่ำ	ทันที	มีขอบเขตจำกัด	การศึกษาวีธีการทำงาน ลดเวลาและงานสูญ เปล่าจากการเคลื่อน ไม่จำเป็น
		- การวิเคราะห์ คุณค่า - การอบรม พนักงาน				
	5. การลดเวลา ไร้ประสิทธิ ภาพ	การวัดงาน - นโยบาย การตลาด	ต่ำ	เริ่มช้า แต่ได้ ผลเร็ว	มีขอบเขตจำกัด	การวัดงาน การวัดเวลาและตั้ง มาตรฐานเวลาเพื่อการ (ก) วางแผนและควบคุม (ข) ใช้ประโยชน์ของ โรงงาน (ค) ควบคุมค่าแรงงาน (ง) วางโครงการผลตอบ แทนเพื่อจูงใจ
		- การกำหนด มาตรฐาน - การพัฒนา ผลิตภัณฑ์				
		- การวางแผน และควบคุม การผลิต				
		- การควบคุม วัสดุ				
		- การวางแผน				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

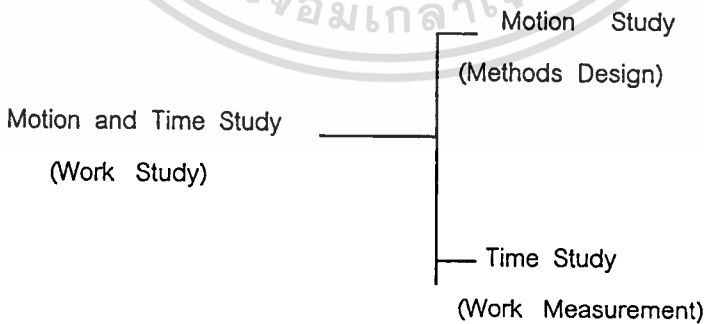
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หลักการ ที่ใช้	ชนิดการ ปรับปรุงงาน	วิธีการ	ค่าใช้จ่าย	ระยะ เวลา หวังผล	ขอบเขตของ การปรับปรุง การเพิ่มผลผลิต	บทบาทของการ ศึกษาการทำงาน
		- นโยบาย บุคลากร - การปรับปรุง เงื่อนไขการ ทำงาน - การอบรม พนักงาน - โครงการผล ตอบ แทนเพื่อจูงใจ				

ที่มา : วิจิตร ตัณฑสุทธี. 2524:26-28

“การศึกษาการทำงาน (Work study) เป็นคำที่ใช้แทนถึงวิธีการต่าง ๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน (method design) และ “การวัดผลงาน (work measurement) “ซึ่งใช้ในการศึกษาอย่างมีระเบียบถึงการทำงานของคน และพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐกิจของการทำงานเพื่อการปรับปรุงการทำงานนั้น ๆ ให้ดีขึ้น” (ดูรูปที่ 2.3)
(วิจิตร ตัณฑสุทธี. 2524:24)



รูปที่ 2.3 แสดงแนวทางการแบ่งประเภทการศึกษาการทำงาน

ที่มา : วิจิตร ตัณฑสุทธี. 2524:24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน คือ การนำเอาวิธีการศึกษาการทำงานมาใช้กับงานเพื่อแก้ปัญหาในโรงงานใด ๆ หรือสถานที่อื่นใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหานั้น ซึ่งมีอยู่มากมายตั้งแต่งานที่ใหญ่และซับซ้อนซึ่งอาจรวมถึงการปฏิบัติงานของทั้งโรงงาน จนกระทั่งถึงงานเล็ก ๆ เช่น การเคลื่อนไหวของคนงานแต่ละคน ดังนั้นในขั้นตอนของวิเคราะห์ปัญหาจำเป็นจะต้องมีการแบ่งแยกประเภทของงานแต่ละประเภทออกมา และต้องเข้าใจเทคนิคในการจัดบันทึกต่างๆในการศึกษาการทำงาน เพื่อการนำไปใช้ที่เหมาะสมต่อไป อันจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การใช้วิธีการศึกษาการทำงาน ในระยะแรก ๆ ก็เพื่อการประหยัดแรงงานทางตรงของโรงงานเท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อบุคลากรระดับต่าง ๆ ได้เรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ วิธีการและเทคนิคของการศึกษาการทำงาน ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางอื่นอีกมาก โดยตระหนักว่า หลักการของมันสามารถครอบคลุมและนำไปใช้กับงานทุกชนิดซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้กำลังคนและเครื่องจักร ทั้งนี้เพราะ

1. อัตราค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้นในปัจจุบัน มีผลให้ต้นทุนค่าแรงเพิ่มขึ้น
2. ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีผลให้ค่าเสียหายของอุปกรณ์การผลิตเพิ่มขึ้น (Overhead Cost)

ดังนั้น หลักการของ การศึกษาการทำงาน จึงสามารถนำมาใช้ลดต้นทุนการผลิตได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

หลักการสุมตัวอย่างของงานและการใช้กล้องถ่ายภาพ หรือกล้องถ่ายภาพยนตร์จะช่วยทำให้สามารถศึกษาการทำงานของแรงงานทางอ้อม และงานซึ่งไม่ใช่งานซ้ำซาก เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของคนงานและการใช้สอยของเครื่องจักร และหลักการเดียวกันนี้สามารถนำไปใช้ศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าที่ในสำนักงาน และการให้บริการอย่างอื่น เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและลดต้นทุนทางด้านธุรการลง ธุรกิจอื่น ๆ เช่น ธนาคาร ที่ทำการไปรษณีย์ โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ตต่าง ๆ

จากนิยาม และหลักการปฏิบัติที่มีระบบของการศึกษาการทำงานในหัวข้อข้างต้นทั้งหมด พอจะสรุปได้ว่า การศึกษาการทำงานนั้นมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. พัฒนาวิธีการและระบบที่ดีที่สุดในการทำงาน
2. การจัดตั้งระบบและวิธีการทำงานเป็นมาตรฐาน
3. หาเวลามาตรฐานในการทำงาน
4. ช่วยเหลือในการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง

2.2.1 มาตรฐานของงานและวิธีทำงาน

“มาตรฐาน” คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นหลักสำหรับเทียบกำหนด ดังนั้นถ้าไม่มีมาตรฐาน

กระบวนการเทียบกำหนดจะเกิดขึ้นไม่ได้ มาตรฐานจึงเป็นบรรทัดฐานที่ใช้ในการควบคุมระบบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานต่าง ๆ เช่น ระบบการผลิตจะมีมาตรฐานวัตถุดิบ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานการผลิต มาตรฐานเวลาทำงาน มาตรฐานของงาน มาตรฐานของแบบสั่งงาน มาตรฐานเครื่องจักร มาตรฐานการออกแบบ ฯลฯ มาตรฐานเหล่านี้จะถูกใช้ในการควบคุมคุณภาพ ควบคุมกระบวนการทำงาน ควบคุม การออกแบบ และควบคุมเครื่องจักร

การทำงานที่ไม่มีวิธีการแน่นอนหรือไม่มีมาตรฐานของงาน ย่อมเกิดผลงานที่ไม่แน่นอน บางวันทำงานได้ดี บางวันทำงานไม่ได้ดี เมื่อผลผลิตไม่แน่นอน การวางแผนงานก็ลำบาก การกำหนดวันส่งงานให้ถูกต้องก็ทำได้ยาก ความไม่แน่นอนเป็นความสูญเสียดังกล่าวมาแล้ว กรณีนี้ก็เช่นกัน เราจึงพยายามใช้กระบวนการการศึกษาการทำงานปรับใช้มาตรฐานของงานที่ให้ผลงานดีที่สุด และกำหนดให้เป็นมาตรฐานในการวางแผนการผลิต กำหนดอัตราค่าจ้าง คิดค้น ต้นทุนการผลิตในการพัฒนางาน และการสอนงาน การกำหนดมาตรฐานของงานจึงเป็นส่วนของ งานการเพิ่มผลผลิต เพราะจะเกี่ยวข้องกับมาตรฐานเวลา และใช้เป็นหน่วยวัดสำหรับกระบวนการวัดผลงานของวงจรการเพิ่มผลผลิต การทำงานของพนักงานจำนวนมากในลักษณะงานที่ คล้ายกัน ทั้ง ๆ ที่งานเหมือนกันแต่ไม่มีมาตรฐานของการทำงาน ต่างคนต่างทำตามวิธีการของ ตนเองและผลงานก็ แตกต่างกันมาก ทำให้ยากแก่การกำหนดอัตราผลผลิตที่แน่นอน และยาก แก่การวางแผนรับงาน ไปสั่งจากลูกค้า ดังนั้นถ้าเราสามารถกำหนดมาตรฐานชิ้นส่วนอะไหล่ของ รถยนต์ทุกยี่ห้อให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน เราจะพบว่าราคาอะไหล่ต่าง ๆ จะถูกลงอย่างมาก เพราะจะสามารถทำการผลิตแบบเป็นมวลสาร คือ ผลิตได้ในแต่ละครั้งเป็นจำนวนมาก ๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง จึงเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ไม่ยากเลยว่า การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์จะ ช่วยให้เกิดการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมได้ (วันชัย วิจารณ์ช. 2539 :24)

2.2.2 การตรวจสอบวิธีทำงาน

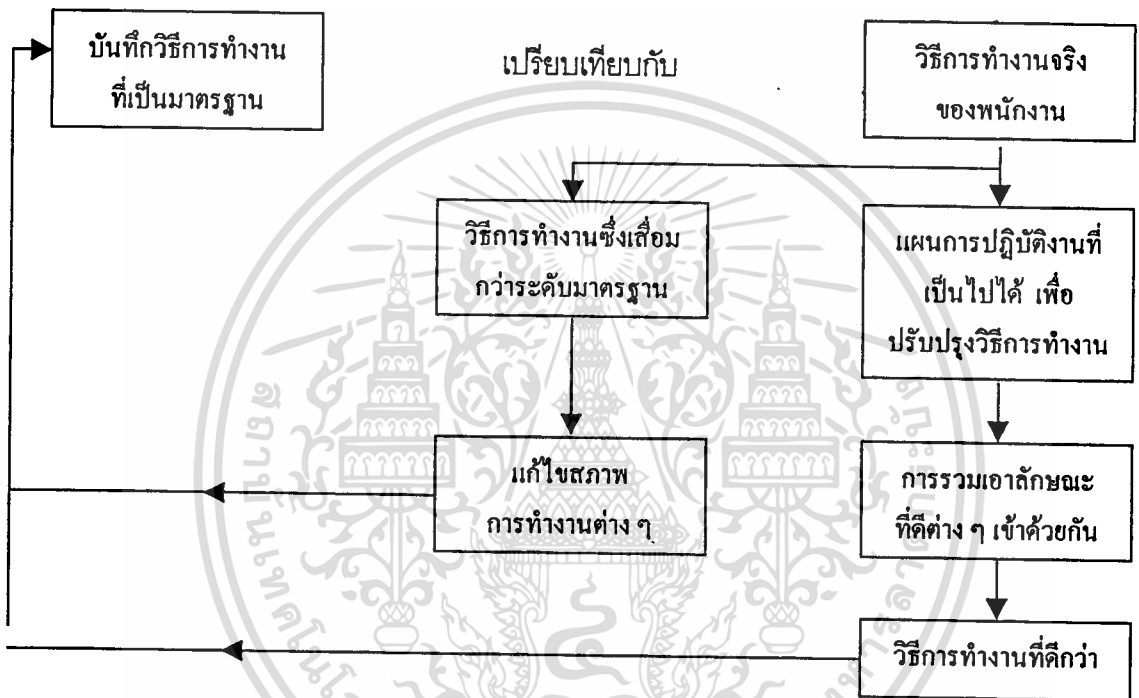
ก่อนที่จะจับเวลา ต้องตรวจสอบวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติเสียก่อน ถ้าจับเวลาเพื่อหา เวลามาตรฐานต้องมีการศึกษาวิธีการมาก่อนแล้ว และเขียนวิธีปฏิบัติมาตรฐานเรียบร้อย ถ้าเป็น ดังนี้ก็จะง่ายที่จะนำเอาวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติและวิธีที่เขียนไว้มาเปรียบเทียบกัน และถ้าขณะ ศึกษาผู้ปฏิบัติกล่าวว่าไม่สามารถปฏิบัติตามที่เคยทำได้ ต้องพิจารณาวิธีการทำงานของเขาให้ ละเอียด ปกติโดยทั่วไปมักพบว่าผู้ปฏิบัติทดลองจะปฏิบัติไม่เหมือนกับที่เคยทำ เขาอาจใช้เครื่อง มือแตกต่างออกไป ตั้งเครื่องจักรผิดจากเดิม ใช้อัตราแตกต่างกว่าเดิม หรือเรื่องอื่น ๆ ที่แตกต่างไป เช่น เพิ่มงานเข้าไปอีก ขณะเดียวกันอาจเป็นไปได้ว่า เครื่องมือเช่น มีดกึ่งอาจหักหรือต้องลับมุม มีดให้ถูกต้อง เวลาที่จะจับจะรวมเวลาเหล่านี้อยู่ ต้องไม่นำไปคิดในการแปลงไปหาเวลามาตรฐาน

ในงานซ้ำ ๆ ที่มีช่วงของวัฏจักรสั้น เช่น งานบนสายพานลำเลียง (ประกอบหลอดไฟ ห่อ ขนมัง) ถ้าคนงานเปลี่ยนวิธีทำงานเล็กน้อย เช่น ปิดแขนหรือมือให้ผิดจากที่เคยปฏิบัติ ผู้สังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การณัก็ยากจะจับได้ การที่จะวิเคราะห์ให้ละเอียดต้องใช้เครื่องมือพิเศษเข้าช่วย เช่น กล้องถ่าย
 หนึ่ง

การติดตามวิธีการทำงานจริงกับวิธีการทำงานที่ออกแบบไว้สามารถทำอย่างเป็นระบบ
 ได้ (ดูรูปที่ 2.4) อันจะทำให้มีการพัฒนาวิธีการทำงานดีขึ้นอยู่เสมอ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญา
 คม และ เนื้อโสม ดิงส์ญชลี.2528:24)



รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนของการตรวจสอบวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบ

ที่มา : รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ เนื้อโสม ดิงส์ญชลี.2528:24

2.2.3 แบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆ

หลังจากที่ผู้ศึกษาได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดในการทำงาน และพอใจวิธีการทำงานนั้นว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดเท่าที่เป็นไปได้แล้ว ต่อไปก็คือแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆ

งานย่อยเป็นงานส่วนหนึ่งในงานทั้งหมดที่คัดออกมาเพื่อให้วิเคราะห์สังเกตและวัดผลสะดวก

วัฏจักรของงาน (a work cycle) เป็นงานย่อยหลาย ๆ งานติดต่อกันซึ่งรวมกันขึ้นมาเป็นงานชิ้นหนึ่ง (job) และงานย่อย ๆ เหล่านี้อาจมีงานย่อยบางงานที่ไม่เคยพบในวัฏจักรแรก ๆ เกิดแทรกขึ้น เช่นทุก ๆ 5 วัฏจักรมีแทรกปนอยู่ 1 งานย่อย

วัฏจักรงานเริ่ม ที่งานย่อยชิ้นแรกของการทำงานจนกระทั่งมาเริ่มซ้ำที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่งซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของวัฏจักรที่สอง

งานย่อยแบ่งออกเป็น 8 ชนิด คือ (วิจิตร ตันขสสุทธิ. 2524:259.)

- 1) งานย่อยที่ซ้ำ ๆ (repetitive element) เป็นงานย่อยซึ่งเกิดในทุกวัฏจักรของงาน
ตัวอย่าง : การหยิบชิ้นส่วนเข้าประกอบ หยิบชิ้นงานไปยังที่จับ วางงานที่เสร็จแล้วข้าง
- 2) งานย่อยบางครั้ง (occasional element) เป็นงานย่อยซึ่งไม่เกิดขึ้นทุก ๆ วัฏจักรแต่อาจจะเกิดเป็นระยะ ๆ ที่สม่ำเสมอ
ตัวอย่าง : การปรับเครื่องมือ การรับฟังคำแนะนำของหัวหน้างาน งานย่อยบางครั้งเป็นงานที่ช่วยประโยชน์เป็นบางส่วนในงาน อาจจะไม่นำไปรวมในเวลามาตรฐานก็ได้
- 3) งานย่อยคงที่ (constant element) เป็นงานย่อยที่ระยะเวลาทำงานค่อนข้างแน่นอนไม่ว่าจะทำงานครั้งไหนก็ตาม
ตัวอย่าง : การกดสวิทช์ การวัดศูนย์กลาง การขันสกรู
- 4) งานย่อยค่าแปร (variable element) เป็นงานย่อยที่ระยะเวลาทำงานแปรเปลี่ยนไปตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ วัสดุ วิธีการ (ขนาด น้ำหนัก ฯลฯ)
ตัวอย่าง : การเลื่อยซุงด้วยเลื่อยมือ (เวลาเปลี่ยนความแข็งและศูนย์กลางของไม้) เก็บกวาดพื้น (แปรตามพื้นที่) ลากรถเข็น (ขึ้นกับระยะทาง)
- 5) งานย่อยทำด้วยมือ (manual element) เป็นงานย่อยที่ใช้คนทำงาน
- 6) งานย่อยทำด้วยเครื่องจักร (machine element) เป็นงานย่อยที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ
ตัวอย่าง : อบท่อ เฝาระเบียง ทำขวดแก้ว อัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปตัวถังรถ
- 7) งานย่อยบังคับ (governing element) เป็นงานย่อยที่มีระยะเวลาสั้นกว่างานย่อยอื่นที่อยู่ในงานชิ้นเดียวกัน
ตัวอย่าง : กลิ้งท่อนเหล็กให้ได้ศูนย์ ขณะที่ต้องวัดขนาดเป็นระยะ ๆ ; ต้มน้ำในกาขณะที่เตรียมชงชาและถ้วย
- 8) งานย่อยปะปน (foreign element) เป็นงานย่อยที่พบในขณะที่ศึกษา แต่หลังจากวิเคราะห์แล้ว พบว่าไม่จำเป็นในการทำงานเลย
ตัวอย่าง : ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ การใช้กระดาษทราย ขัดปลายของไม้อัดในขณะที่ประกอบยังไม่เสร็จจะทำให้ชิ้นส่วนบางส่วนหลุดหายไปก่อนที่การประกอบจะเสร็จสิ้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ชัดว่า จากคำจำกัดความที่กล่าวข้างต้น งานย่อยซ้ำ ๆ จะต้องเป็นงานย่อยคงที่หรืองานย่อยแปรค่า หรืองานย่อยคงที่อาจจะอยู่ในกลุ่ม งานย่อยซ้ำ ๆ หรืองานย่อยบางครั้งก็ได้

2.3 การศึกษาเวลา

ในการศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานนี้ต้องทำหลังจากได้กำหนดวิธีการทำงานแล้ว ทั้งนี้เพราะว่าถ้าหากยังไม่ได้วิธีการทำงานที่ดีที่สุดแล้ว อาจจะค้นพบวิธีการทำงานนั้นภายหลังโดยคนงานเองหรือจากผู้เชี่ยวชาญก็ได้ ทำให้ต้องหาลเวลามาตรฐานใหม่ หลังจากที่ได้อวิธีที่ดีที่สุด กำหนดเป็นมาตรฐานแล้วแต่ถ้าปริมาณงานยังผลิตไม่คงที่ และถ้านำไปใช้กำหนดในการจ่ายค่าแรงตามเงินจูงใจ จะทำให้คนงานพบว่าเวลาที่กำหนดไม่สามารถทำได้หรือไม่ก็รู้สึกว่าได้สบายมากคือมีเวลาเหลือเฟือ ถ้าเป็นเช่นนั้นคนงานอาจจะทำงานเพียงแค่มากที่สุดเท่าที่ฝ่ายบริหารกำหนดทั้ง ๆ ที่จริงเขาสามารถทำงานได้มากกว่านั้นและไม่สอบถามถึงเวลามาตรฐานที่กำหนดมาว่าแท้จริงเป็นอย่างไร ทำนองเดียวกันถ้าทางฝ่ายบริหารกำหนดเวลามาตรฐานบ่อย ๆ (ทำการหาเวลามาตรฐานบ่อยครั้ง) อาจทำให้ขวัญและความเชื่อมั่นของคนงานลดไป เพราะฉะนั้นต้องให้แน่ใจก่อนว่าวิธีการทำงานนั้นถูกต้องแล้ว

คนที่เหมาะสม (qualified workers) สำคัญมากในการเลือกมาศึกษาต้องแยกความแตกต่างของตัวแทนคนงาน (representative work) และคนงานที่เหมาะสมก่อน ตัวแทนคนงานหมายถึงคนงานซึ่งมีความชำนาญและความสามารถในการทำงานอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยของกลุ่ม แต่อาจจะไม่ใช่คนงานที่เหมาะสมก็ได้ คนงานที่เหมาะสม คือคนงานที่มีการศึกษา เฉลียวฉลาด มีสภาพร่างกายแข็งแรง มีความชำนาญ มีความรู้ที่จะทำงานชิ้นนั้นให้เสร็จตามปริมาณและคุณภาพที่กำหนด

เหตุที่ให้เลือกคนงานที่เหมาะสมในการหาเวลามาตรฐาน โดยเฉพาะนำไปประยุกต์การใช้แผนการให้เงินจูงใจแล้ว มาตรฐานนี้สามารถทำได้โดยไม่เหน็ดเหนื่อยถ้าคนงานที่เหมาะสมเท่านั้นเวลาที่ได้จากการจับเวลาจริง ๆ นั้นจะต้องนำไปปรับแต่งด้วยองค์ประกอบบางอย่างเสียก่อน องค์ประกอบเหล่านี้ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้ศึกษา จากประสบการณ์พบว่าความถูกต้องจากการใช้องค์ประกอบเข้าไปปรับแต่งจะใช้ได้สำหรับอัตราการทำงานของคนงาน ซึ่งใกล้เคียงกับการทำงานของคนงานที่เหมาะสมตามปกติ ในการจับเวลาของคนงานที่มีอัตราการทำงานช้าหรือไม่ชำนาญ หรือคนที่มีอัตราการทำงานเร็วมาเป็นมาตรฐาน มีผลทำให้เวลามาตรฐานผิดแปลกไปมาก ไม่ประหยัดซึ่งไม่ยุติธรรมกับคนงาน และอาจมีผลทำให้คนงานตำหนิภายหลังได้

เมื่อเลือกคนงานที่จะจับเวลาในงานชิ้นแรกได้แล้ว ต้องแจ้งวัตถุประสงค์ของการศึกษา และต้องการให้ทำอะไรให้คนงานคนนั้นทราบพร้อม ๆ กับหัวหน้างานและตัวแทนคนงาน ต้องขอให้คนงานนั้นทำงานตามอัตราที่เขาเคยทำงาน พักเท่าที่เขาเคยพัก และให้เขาอธิบายถึงความยากลำบากที่เขาเคยพบมา (วิธีการนี้ไม่จำเป็นถ้าหากโรงงานนั้นเคยทำการศึกษาคำการทำงานมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อน เรื่องนี้เหมาะสำหรับคนงานใหม่เท่านั้น) และสำคัญอย่างมากที่ทำให้ผู้ควบคุมงานปล่อยให้คนงานคนนั้นทำงานอย่างอิสระ ทั้งนี้เพราะคนงานบางคนถ้ามีผู้ควบคุมงานนั่งเฝ้าดูอยู่แล้วมักจะทำงานผิดพลาด

ถ้าหากเป็นวิธีการทำงานใหม่ ต้องให้คนงานที่ฝึกใหม่ทดลองทำเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนจนเขาเข้าใจและฝึกจนชำนาญดีพอ จึงค่อยดำเนินการเริ่มต้นจับเวลา เพราะต้องใช้เวลานานพอสมควรกว่าผู้ปฏิบัติจะคุ้นเคยและปรับตัวเข้ากับงาน จนสามารถทำงานได้เต็มที่ โดยเหตุนี้จึงต้องให้คนงานที่ทำงานชิ้นนั้นฝึกงานจนชำนาญด้วยเวลาที่นานพอสมควร จึงค่อยจับเวลาการทำงานภายหลัง ซึ่งการรามาต้นจับเวลาสำหรับการทำงานในรูปแบบใหม่ต้องมีการวางแผนให้ลงตัวทั้ง ผู้จับเวลาและผู้ถูกจับเวลาด้วย

ตำแหน่งที่ผู้จับเวลายืนคอยจับเวลาก็มีส่วนสำคัญมาก เขาควรจะยืนในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นทุกสิ่งซึ่งผู้ปฏิบัติทำ (โดยเฉพาะมือทั้งสองข้าง) โดยที่ไม่เป็นการรบกวนสมาธิหรือเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติ ไม่ควรยืนตรงหน้าหรือยืนใกล้ ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติรู้สึกว่ามีคนอื่นจ้องมองการทำงานอยู่ ปัญหานี้มักได้รับฟังจากคนงานเสมอ ตำแหน่งที่ผู้จับเวลายืนที่เหมาะสมนั้น ควรยืนข้าง ๆ ของผู้ปฏิบัติเอียงไปทางด้านหลังเล็กน้อยห่างประมาณ 2 เมตร ในตำแหน่งนี้ผู้ปฏิบัติจะมองผู้จับเวลาก็เพียงหันหัวเล็กน้อย และสามารถพูดจาตอบคำถามที่เกี่ยวกับการปฏิบัติในบางส่วนได้ นาฬิกาและแผ่นไม้กระดาน (study board) ควรถือในแนวที่สามารถบันทึกและจับเวลาได้ง่าย ในขณะที่จับเวลาต่อเนื่อง (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ เนื้อโสม ดิงสัญชสี.2528 :110)

2.3.1 ประเภทของการศึกษาเวลา

เทคนิคที่จะศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานมานั้นมีอยู่ด้วยหลายวิธี ทั้งนี้แล้วแต่ผู้ที่มีประสบการณ์ และมีความชำนาญในวงการอุตสาหกรรม การบริหารจะคิดค้นขึ้นมาใช้ ซึ่งพอจะรวบรวมแยกออกได้เป็นวิธีที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

Direct time study คือ การศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงานอาจจะมีการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ช่วย

Predetermined motion -time systems คือ การหาเวลาโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่าง ๆ ตามวิธีผู้คิดค้นขึ้น

Work sampling คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

Standard time data and formular คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีต และสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เครื่องมือในการศึกษาเวลา

เครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการศึกษาเวลาซึ่งต้องใช้เสมอ มีดังนี้

เครื่องมือบันทึกเวลา (Electronic Timer)

แผ่นกระดาน (A Study Board)

แบบฟอร์มบันทึก (Time Study Forms)

เครื่องถ่ายภาพยนตร์

เครื่องเก็บข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และสมองกลส่วนอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน

คอมพิวเตอร์

เครื่องมือวัดรอบความเร็ว

เครื่องมือวัดขนาด

เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์

ไมโครมิเตอร์

2.3.3 ขั้นตอนของการศึกษาเวลา

สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง เป็นลำดับขั้นในการเข้าไปทำการศึกษบันทึกการจับเวลา ได้

แก่

1. ทำความเข้าใจกับคนงาน และหัวหน้าคนงาน

การศึกษาเวลาโดยอาศัยการจับเวลา มักมีผลโดยตรงต่อคนงานทางด้านจิตใจ ทำให้เวลาที่ได้มักเร็ว หรือช้าไปเสมอ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจ และอธิบายให้คนงานทราบถึงเหตุผลของการจับเวลาว่าต้องการศึกษาดูเวลาเฉลี่ยของการทำงาน ไม่ใช่จับความเร็วของการทำงานของเขา หัวหน้าคนงานจะช่วยได้มาก ในการอธิบายให้คนงานเข้าใจ และดูว่างานที่ทำนั้นถูกต้องตามวิธี และความเร็วตามที่ต้องการ

2. แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย ๆ (Elements)

การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย เพื่อความสะดวกในการจับเวลา และเพื่อความละเอียด ดังนั้นจะเห็นว่าหน่วยงานย่อยนี้ต้องไม่เล็กเกินไป หรือใหญ่เกินไปจนซับซ้อน หน่วยงานย่อยของงานนี้ต่างจากหน่วยย่อยของการเคลื่อนที่ ในเรื่องของ การศึกษาวิธีทำงาน (Motion Study) เหตุผลที่ต้องแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Elements) เพราะ

- เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ เหตุการณ์จริง ซึ่งเกิดขึ้นทุกๆ รอบการทำงาน ซึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

- งานย่อยบางงานอาจถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการหาเวลามาตรฐานของงานชนิดอื่น โดยไม่ต้องเสียเวลาบันทึกใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงาน โดยอาจมีการเปลี่ยนแบบ หรือขั้นตอนเวลามาตรฐานอาจหาได้ง่ายโดยการเปลี่ยนงานย่อยเพียงบางตัวเท่านั้น
- ซึ่งให้เห็นถึงการเสียเวลาในการปฏิบัติงาน เช่น Inspection element ใช้เวลานานเกินควร เป็นต้น เร็วกว่าอีกช่วงหนึ่ง
- สามารถให้ค่าเผื่อสำหรับความเครียดกับงานย่อยต่าง ๆ ได้
- ใช้ในการสับเปลี่ยนงานของคนงานในสายการผลิต ได้โดยย้ายหน่วยงานย่อยก่อนหลังได้ เพื่อให้ผลลัพธ์เท่าเดิม เช่น การประกอบรถยนต์

3. สังเกตและทำการบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน

นาฬิกาที่ใช้ในการจับเวลาควรเป็นแบบทศนิยมของนาฬิกาหรือชั่วโมง นั่นคือ 1 รอบแบ่งเป็น 100 ช่อง ดังนั้น 1 ช่อง = 0.01 นาที หรือ 0.0001 ชั่วโมง และ 1 รอบ = 1 นาที หรือ 0.01 ชั่วโมง เพื่อความสะดวกในการคำนวณ การจับเวลาอาจทำได้ 3 วิธี ดังนี้

- การบันทึกเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous timing)

การจับเวลาแบบติดต่อกันโดยไม่หยุด นั่นคือ เริ่มจับเวลาตั้งแต่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยงานแรก และเวลาของงานย่อยต่อ ๆ ไป ก็ดูจากเข็มนาฬิกาจนครบวัฏจักร เวลาของงานย่อยที่แท้จริงจะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป ลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

$$T = R_f - R_b \quad (2.3)$$

T = เวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย นาที

R_f = เวลาที่สิ้นสุดการทำงานของงานย่อย นาที

R_b = เวลาเริ่มต้นของงานย่อย นาที

เวลาเริ่มต้นของงานย่อยใด ๆ หมายถึง เวลาที่สิ้นสุดของงานย่อยที่ทำก่อนงานย่อย ๆ นั่นคือ $R_{b3} = R_{f2}$ หรือ $R_{b5} = R_{f4}$ นั่นคือ

$$T_x = R_{fx} - R_{fx-1} \quad (2.4)$$

เมื่อ X คือ ค่างานย่อยใด ๆ ที่ต้องการคำนวณหาเวลาที่ใช้แท้จริงในการทำงานย่อย ๆ นั้น

- การบันทึกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive timing หรือ Snap back timing)

การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นที่ 0 ดังนั้นเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย โดยไม่ต้องหักออก วิธีนี้มีประโยชน์ตรงที่ว่าคนจับเวลาสามารถ หักเวลาควมล่าช้า หรือ Motion ที่ผิดพลาดไปได้ และไม่ต้องเสียเวลามาคำนวณเวลาจริงของแต่ละงานย่อย

- การบันทึกเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

โดยการใช้นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน นำมาเชื่อมโยงกันโดยกลไกบังคับอัตโนมัติ เมื่อกดกลไกบังคับให้นาฬิกาเรือนที่ 1 เดินเมื่อเริ่มต้นของงานย่อยใด ๆ นาฬิกาเรือนที่ 2 จะหยุดนิ่งเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 จะหยุดอยู่ที่ 0 แต่พอการทำงานหมดในงานย่อยนั้น ๆ แล้ว ผู้ศึกษาเวลาก็จะกดกลไกบังคับให้นาฬิกาเรือนที่ 1 หยุดอยู่กับที่ และกลไกบังคับนี้จะทำให้นาฬิกาเรือนที่ 2 เดินทันที เป็นการจับเวลาสำหรับงานย่อยที่จะบันทึกเวลาต่อไป และเมื่อผู้บันทึกเวลาได้อ่านเวลาจากเข็มนาฬิกาเรือนที่ 2 จับเวลาเสร็จของงานย่อยใด ๆ ผู้จับเวลาก็จะกดปุ่มบังคับให้เข็มนาฬิกาเรือนที่ 2 หยุดเดิน และหยุดอยู่กับที่ นาฬิกาเรือนที่ 1 ก็เริ่มเดินต่อไป เวลาที่บันทึกไว้ได้จึงเป็นเวลาสำหรับงานย่อยนั้น ๆ โดยแท้จริง ไม่ต้องนำไปคำนวณต่อเพื่อหาเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อยอีกต่อไป

4. คำวนหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการหาจับเวลา (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ เนื้อโสม ดิงสัญชลี.2528:111-113)

เหตุที่ต้องการจำนวนรอบที่เหมาะสม เพราะการจับเวลาย่อยมีการคลาดเคลื่อน และอาจจะมิงงานย่อยแปลกลบกลม (Foreign element) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้น การจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2-3 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เป็นเวลามาตรฐานได้ การจับเวลานานพอสมควร นอกจากจะให้ค่าแน่นอนแล้ว ยังทำให้เรารู้สึกถึงการคลาดเคลื่อน (Variance) ของการจับเวลาด้วย

เราจะสมมุติว่า ค่าแตกต่างในการบันทึกเวลาในแต่ละครั้งเกิดขึ้นจากสาเหตุของโอกาส (chance) เพียงอย่างเดียว

ดังนั้น ค่า Standard Error ของ Mean ของแต่ละงานย่อย ย่อมเท่ากับ

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2 + \sigma^2 \dots \sigma^2}{N^2} \quad (2.5)$$

$$= \frac{N' \sigma^2}{N^2}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{N'}} \quad (2.6)$$

โดยที่ $\sigma_{\bar{x}}$ = Standard deviation of distribution of means
 σ' = Standard deviation of universe of each element
 N' = Actual number of observation of the element

แต่ค่า Standard deviation (σ) ก็คือค่า root-mean - square deviation ของค่าที่อ่านจากค่าเฉลี่ยของมันนั่น คือ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

แทนค่า \bar{X} ในสูตร (2.9) จะได้

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{N} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}\right)^2}$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2} \quad (2.8)$$

ถ้า
แทนค่า σ ในสูตร (2.10) จะได้

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}}{\sqrt{N}}$$

(2.9)

ในการจับเวลาของงานชิ้นหนึ่ง ๆ ผู้ทำการจับเวลาจะต้องทำการตัดสินใจว่าจะให้ข้อมูลที่
ที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่าใด โดยปกติแล้วในเรื่องของการศึกษาเวลา เรามักจะตั้งค่า
ความคลาดเคลื่อนไว้ $\pm 5\%$ โดยให้ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% นั่นก็คือ เรามีโอกาสอย่าง
น้อย 95% จาก 100 ที่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 5\%$ จากค่าที่เป็น
จริง

จากการสมมุติว่าข้อมูลที่ได้มีลักษณะของการแจกแจงเป็นแบบปกติ(Normal
distribution) ดังนั้น เราจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$0.05\bar{X} = Z_{0.975} \times \sigma_X \quad (2.10)$$

$$0.05 \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} = 1.96 \times \sigma_X$$

แทนค่า σ_X จากสูตร(2.11) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$0.05 \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} = 2 \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}}{\sqrt{N'}}^2$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n X_i} \right]^2 \quad (2.11)$$

สูตรนี้ใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูลเท่านั้น

ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (no. of cycle) ที่มีจำนวนน้อยกว่า 30 ค่า S^2 หรือ Sample variance จะแปรค่าสูงมาจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่งทำให้การแจกแจงของข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นระฆังแบน ในกรณีนี้ควรใช้ t-distribution แทน ซึ่งทำให้ค่า Sample Standard error มีสูตรดังนี้

$$S_x = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N-1} \quad (2.12)$$

และ

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{N}}$$

ค่าสถิติ t นี้ได้จาก

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S_{\bar{x}}} \quad (2.13)$$

ซึ่งค่าของ t นี้ แปรผันตามขนาดของข้อมูล หรือ degree of freedom ถ้าเราต้องการให้ค่า X คลาดเคลื่อนจากค่า μ ไม่เกิน $\pm 5\%$ ภายในระดับความเชื่อมั่น 95

2.3.6 เวลามาตรฐานของการทำงานกับเครื่องจักร

ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด เครื่องจักร โรงงาน และอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นส่วนที่ลงทุนมากที่สุด ต่อมาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาการทดแทนเครื่องจักรเหล่านี้ ก็เป็นส่วนที่ใช้จ่ายในโรงงานมากที่สุดด้วย (ยกเว้นวัดดูดิบ ซึ่งซื้อจากภายนอกไม่ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในโรงงาน) มากกว่าค่าแรงในโรงงานบางแห่ง โดยเหตุนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดในการใช้เครื่องจักรเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ก่อนที่จะให้คนงานทำงานของแต่ละคนไปนั้น ผู้ศึกษาการทำงานต้องพิจารณาถึง การใช้เครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน ในแผนกต่าง ๆ และเครื่องจักรก่อน โดยเฉพาะเครื่องที่ราคาแพงมาก แล้วเขาจะพิจารณาเห็นเองว่าจะควรประยุกต์ใช้การศึกษาการทำงานที่ใด และเห็นชัดเจนยิ่งขึ้นว่าการเพิ่มผลผลิตจากแรงงานหรือการใช้เครื่องจักรให้เกิดประโยชน์อย่างใด ซึ่งหลักการและความหมายของค่าในการศึกษาการใช้เครื่องจักรให้เกิดประโยชน์ รวมถึงความสัมพันธ์ของค่าเหล่านั้นสามารถดูได้จากรูปข้างล่าง (ดูรูปที่ 2.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเครื่องจักรเดินจริงได้จากการศึกษาบริเวณงาน แต่อย่างไรก็ตามเครื่องจักรถึงแม้จะทำงานจริงก็มิได้เป็นงานที่ให้ผลดีที่สุดที่เครื่องจักรนั้นทำได้ จึงต้องเพิ่มหลักการอีกคือ เวลาเครื่องจักรเดินที่มาตรฐาน (Machine running time at standard) เป็นเวลาที่เดินเครื่องในการทำงานจริง ๆ ถ้าเครื่องจักรทำงานด้วยสภาพดีที่สุด (ดูรูปที่ 2.6) (วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:300-302)

เวลาเครื่องจักรทั้งหมด (Machine maximum time) เป็นเวลาที่เครื่องจักรสามารถทำงานทั้งหมดเวลา เช่น 168 ชม. ในหนึ่งสัปดาห์หรือ 24 ชม. ในหนึ่ง 1 วัน

เวลาเครื่องจักรที่มีไว้ทำงาน (Machine a available time) เป็นเวลาซึ่งเครื่องจักรสามารถทำงานได้เท่าที่ต้องการ-เวลาทำงานในแต่ละวันหรือสัปดาห์บวกกับล่วงเวลา

เวลาเครื่องจักรว่างงาน (Machine idle time) เป็นเวลาซึ่งเครื่องจักรสามารถทำงานได้แต่ไม่ได้ใช้เนื่องจากไม่มีงานป้อน ไม่มีคนงาน หรือขาดแคลนวัตถุดิบ

เวลาดังเครื่องจักร (Machine ancillary time) เป็นเวลาซึ่งเครื่องจักรหยุดชั่วคราว มิได้ผลิตเนื่องจากเปลี่ยนของ ตั้งเครื่องมือ ทำความสะอาด ฯลฯ

เวลาเครื่องจักรเสีย (Machine down time) เป็นเวลาที่เครื่องไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากเสีย ต้องเวลาซ่อมแซม

เวลาเครื่องจักรเดินจริง (Machine running time) เป็นเวลาซึ่งเครื่องจักรทำงานได้งานจริง

รูปที่ 2.5 แสดงความหมายของประเภทเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร
ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524: 302

เวลาเครื่องจักรทั้งหมด			
เวลาเครื่องจักรที่มีไว้ทำงาน			ไม่ทำงาน
เวลางานที่ทำในแต่ละวัน/อาทิตย์		ทำล่วงเวลา	
เครื่องจักรทำงานจริง ๆ	Machine idle time	Machine ancillary time	Machine down time
เครื่องจักรทำงานอย่างมาตรฐาน	ทำได้ประสิทธิภาพต่ำ		

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะเวลาแต่ละประเภทที่เครื่องจักรถูกใช้.

ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524: 302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คนงานคุมเครื่องจักรทำงานหลายเครื่อง

2.4.1 ปริมาณงาน และเวลาเหลือของเครื่องจักร

ปริมาณงานเป็นอัตราส่วนของเวลาที่คนงานทำงานด้วยอัตรามาตรฐานต่อเวลาของวัฏจักรทั้งหมดในระหว่างช่วงเวลาเครื่องจักรควบคุม

ปริมาณงานนี้บางที่ใช้คำอื่น เช่น "ปริมาณงาน (work load)" ตัวอย่างที่ง่ายที่สุดของเครื่องจักรหนึ่งเครื่องและคนคุมหนึ่งคนดังในรูปที่ ถ้าเวลาวัฏจักรหนึ่ง 10 นาที และปริมาณงานที่ทำด้วยแรงงานมีหนึ่งนาที ปริมาณงาน (load factor) จะเป็น 1 ส่วน 10 หรือ 10%

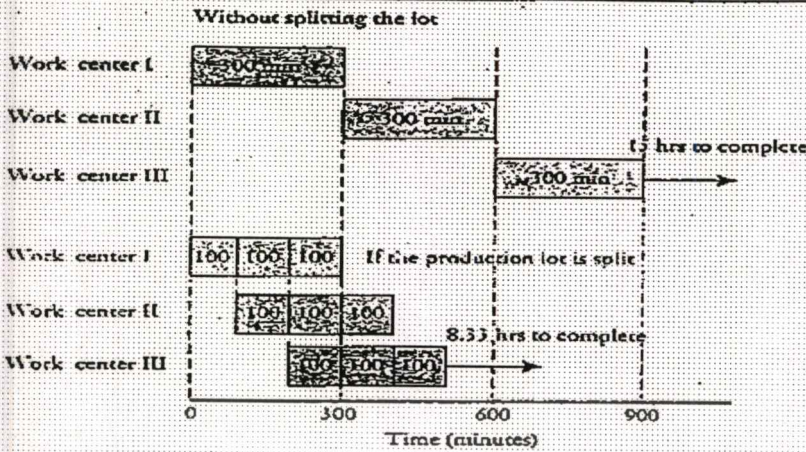
ส่วนกลับของปริมาณงาน ก็แสดงถึงจำนวนเครื่องจักรที่คนงานสามารถควบคุมได้ตามทฤษฎี ในตัวอย่างที่กล่าวนี้ก็คือ เครื่องจักร 10 เครื่อง แต่ในทางปฏิบัติต้องมียังมีองค์ประกอบอื่น ๆ นำเข้ามาคิดก่อน โดยเหตุนี้ปริมาณงาน (load factor) จึงเป็นการคิดอย่างหยาบ ๆ ครั้งแรกเท่านั้นจะทำให้คนงานคุมเครื่องจักรก็เครื่อง บางครั้งถ้างานย่อยต่าง ๆ ประกอบด้วยงานเหมือน ๆ กัน เช่น การเอาชิ้นส่วนที่เสร็จออกจากเครื่องซึ่งหยุดอย่างอัตโนมัติ การป้อนงานชิ้นใหม่เข้าไปเครื่องจักรเหมือนกัน และทำงานชิ้นเดียวเหมือน ๆ กัน อาจจะเป็นไปได้ที่คนงานหนึ่งคนจะคุมเครื่องจักรได้ตามที่คำนวณจากทฤษฎี

อย่างไรก็ตามโดยทั่ว ๆ ไป มักมีข้อแตกต่าง ๆ ในการทำงาน และต้องเอาใจใส่ขณะเครื่องจักรทำงานซึ่งมีผลทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามที่คาดคิดไว้จึงเกิดความล่าช้า ความล่าช้านี้เรียกว่า เวลาเหลือของเครื่องจักร (machine interference)

เวลาเหลือของเครื่องจักร คือ การเข้าคิวของเครื่องจักร (หรือวิธีผลิต) เพื่อซ่อมแซมดูแลตัวอย่าง เช่น เมื่อคนงานคนหนึ่งรับผิดชอบดูแลเครื่องจักรหลาย ๆ เครื่อง ก็คล้ายกับทำงานเป็นทีมที่เมื่อ มีความล่าช้าเกิดขึ้นอย่างสุ่มที่จุดใด ๆ มีผลกระทบต่อผลผลิตของทีม

ในการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรหลายเครื่องหรือการทำงานเป็นทีม ก่อนอื่นผู้ศึกษาการทำงานต้องพิจารณาวิธีการทำงานและขั้นตอนการทำงานซึ่งมีผลทำให้เกิดความสมดุลงที่ดีที่สุด นั่นคือเกิดการเหลื่อมกันน้อยสุด แล้วจึงค่อยใช้เทคนิคการศึกษาเวลาหาปริมาณเวลางานที่เหลื่อมกันออกมา (ดูรูปที่ 2.7) ถ้ามีงานเพียงสองสามคนในทีม หรือถ้ามีคนงานหนึ่งคนทำงานคุมเครื่องเพียง 2-3 เครื่อง สามารถใช้วิธีง่าย ๆ โดยพลอตการทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ และพิจารณายังแผนภูมิการปฏิบัติงานระหว่างคนกับเครื่องจักร (Worker and Machine process chart) (ดูรูปที่ 2.8) พร้อมกันกับไดอะแกรมของวัฏจักร (Standard operation routine sheet) (ดูรูปที่ 2.9)

The Effect of Lot Splitting on the Starting and Completion Times at Subsequent Work Centers



รูปที่ 2.7 แสดงการใช้เวลาเหลือของเครื่องจักร

ที่มา : สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:12

WORKER AND MACHINE PROCESS CHART

Subject Charted Milling slot in regulator clamp Chart No. 897
 Drawing No. J-1492 Part No. J-1492-1 Chart of Method Proposed
 Chart Begins Loading mchs. for milling Charted By C. A. Anderson
 Chart Ends Unloading milled clamps Date 8-27 Sheet 1 of 1

ELEMENT DESCRIPTION	OPERATOR	B.&S. Hor. Mill	
		MACHINE 1	MACHINE 2
Stop machine #1	.0004		
Return table mch. #1 5 inches	.0010	Unloading	.0024
Loosen vise remove part and lay aside (mch. #1)	.0010		Mill Slot .0040
Pick up part and tighten vise mch. #1	.0018		
Start machine #1	.0004	Loading	.0032
Advance table and engage feed mch. #1	.0010		Idle
Walk to machine #2	.0011		
Stop machine #2	.0004		
Return table machine #2 5 inches	.0010	Mill Slot	.0040
Loosen vise remove part and lay aside (mch. #2)	.0010		Unloading
Pick up part and tighten vise mch. #2	.008		
Start machine #2	.0004		Loading
Advance table and engage feed mch. #2	.0010	Idle	
Walk to machine #1	.0011		
Idle man time per cycle	.0000	Idle hours machine #1	.0038
Working man time per cycle	.0134	Productive hours mch. #1	.0006
Man-hours per cycle	.0134	Machine #1 cycle time	.0134
	Idle hours machine #2	.0038	
	Productive hours mch. #2	.0006	
	Machine #2 cycle time	.0134	

รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการใช้ Chart man-machine ในการเก็บข้อมูล

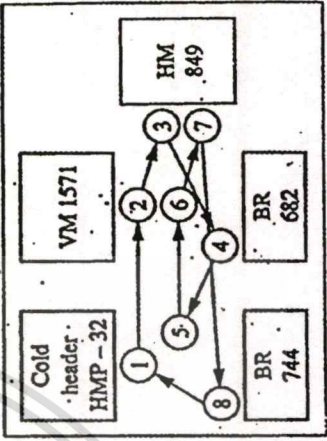
ที่มา : สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard operations routine sheet

Item no. name of items	Disk hub	Standard operations routine sheet	Date of manufacturing	Feb 5, 1987	Required daily quantity	524	Manual operation Machine processing	Walking	ULI															
										Worker's group	Cell 143	480 minutes/required quantity (cycle time)	55 sec											
Process	ID rough milling ID finish milling	Time (sec)	Operations time (seconds)																					
			Manual	Machine	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120
1/5	Remove materials from cold header	3																						
2/6	Rough mill outer end ID	13	27																					
3/7	Rough mill inner end ID	12	21																					
4	Finish mill outer & inner ID	14	70																					
8	Finish mill outer & inner ID	14	70																					

Layout of cell 143



รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างการใช้ Chart Standard operation routine sheet

ที่มา: สมโรจน์ โกมลวนิช, 2545:93
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การสลายพันธะระบบคน/เครื่องจักร

ความแน่นอนของพันธะที่มีต่อคนงานในระบบคน/เครื่องจักรอาจมาจากปัจจัยหลายประการ คน ๆ นั้นอาจถูกพันธนาการอยู่ ณ สถานที่ทำงานในแง่ภูมิศาสตร์คืออาจจะไปไม่ได้เลยที่เขาจะปลีกตัวจากสถานที่ประจำแม้เพียงชั่วคราวเดียว เขาอาจจะถูกพันธนาการโดยวิธีการที่ใช้คือ อาจเป็นไปไม่ได้ที่จะเปลี่ยนแปลงลำดับการปฏิบัติงาน และเขาอาจถูกพันธนาการในแง่ของเวลา คืออาจจะต้องปฏิบัติงานบางอย่าง ณ เวลาที่ตายตัว

ระดับความแน่นอนที่คนงานถูกพันธนาการอาจจะได้รับการ “วางแผน” ไว้ก็ได้ นั่นคือคนและเครื่องจักรถูกพันธนาการอยู่ด้วยกันในระบบคน/เครื่องจักร โดยที่รู้และตั้งใจ แต่ในหลายกรณี ความแน่นอนนี้เป็นไปโดย “ไม่ได้วางแผน” ไว้เลย ในบางกรณีความแน่นอนที่ไม่ได้วางแผนไว้นี้เกิดขึ้นจากความผิดพลาดในระบบเทคนิค โดยมักจะต้องใช้เพียงการเคลื่อนไหวง่าย ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามความแน่นอนชนิดไม่ได้วางแผนนี้ สามารถลดลงได้โดยการใช้เทคโนโลยีที่เชื่อถือได้ในการปฏิบัติงานมากกว่าที่เป็นอยู่

อาจเสนอทางเลือกได้สามทางสำหรับปัญหาพันธนาการคน/เครื่องจักร ซึ่งแน่นอน

- 1) การสลายพันธนาการอย่างเด็ดขาดโดยอาศัยการหันไปใช้เครื่องจักร
- 2) การใช้อุปกรณ์หนุนช่วย (auxiliary equipment) ทางเทคนิค เพื่อปล่อยผู้ปฏิบัติงานให้เป็นอิสระจากเครื่องจักร
- 3) การสลายพันธนาการโดยอาศัยการติดต่อและความร่วมมือระหว่างผู้ปฏิบัติงานเรา อาจจะพิจารณาทางเลือกแต่ละทางนี้ให้ละเอียดขึ้น
 - การสลายพันธนาการอย่างเด็ดขาดโดยอาศัยการหันไปใช้เครื่องจักร

การสลายชนิดนี้ต้องใช้เงินทุนสูง เพราะฉะนั้นขบวนการผลิตที่จะแก้ไขด้วยวิธีนี้จะต้องมีลักษณะเป็นการผลิตปริมาณมาก มีวัฏจักรสั้นมากจริง ๆ และมีพันธะผูกพันแน่นอนและซ้ำซากจำเจอย่างยิ่งยวด ในกรณีเช่นนั้นการใช้เครื่องจักรหมายถึงการจัดการยุ่งเกี่ยวของมนุษย์ออกไปโดยสิ้นเชิง

- อุปกรณ์หนุนช่วยทางเทคนิคสำหรับพนักงานคุมเครื่อง

หลักการนี้จะนำมาใช้ได้โดยการจัดให้มี มูลภัณฑ์กันชน (buffers stocks) และแมกกาซีน (magazines) รวมอยู่ในระบบคน/เครื่องจักร แบบเบ็ดเสร็จ (integrated) เพื่อที่จะลดความสัมพันธ์ที่มีลักษณะขึ้นต่อกันระหว่างคนและเครื่องจักร (กันชนเป็นจุดพักที่วางตำแหน่งไว้ระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงานติดต่อกันสองขั้นตอนในสายการผลิต แมกกาซีนเป็นจุดสะสม (point of accumulation) ที่ตั้งอยู่ในขั้นตอนหนึ่ง ๆ และจัดให้มีการป้อนวัสดุให้กับเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ) หลักสำคัญก็คือเพื่อสร้างขบวนการที่สามารถรองรับความแปรปรวนในอัตราเร็วที่สายการผลิตในช่วงต่าง ๆ กันระหว่างการเคลื่อนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสลายพันธะโดยอาศัยการติดต่อกันและความร่วมมือ

ท้ายที่สุดการสลายอาจทำได้ถ้าโดยการหมุนเวียนงานและความร่วมมือซึ่งกันและกัน และโดยความเห็นชอบของฝ่ายจัดการนั้น ทำให้คนงานสามารถสลับเปลี่ยนงานและหน้าที่ระหว่างกัน (วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:404-407)

2.4.3 การประยุกต์ใช้มูลักษณ์กันชน และแมกกาซีนเพื่อแก้ปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต

มีระบบการผลิตจำนวนไม่น้อย โครงสร้างพื้นฐานของระบบเทคนิคเป็นปัจจัยชี้ขาดตัวอย่างเช่น ในสายการประกอบรถยนต์ ระยะเวลาและองค์ประกอบของวัฏจักรของงานจะถูกบังคับโดยระบบเทคนิคอย่างสิ้นเชิง ถ้ารถยนต์ 500 คัน จะต้องผลิตภายใน 500 นาที ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนจะมีเวลาหนึ่งนาทีในการทำงานของตน ไม่สามารถทำให้เป็นอย่างอื่นได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งวัฏจักรของงานจะเปลี่ยนไปได้ ก็ต่อเมื่อแนวความคิดของระบบเทคนิคนั่นเอง (คือ การจัดการทำงานในรูปของสายการประกอบ) เปลี่ยนไป

การปฏิบัติงานคน/เครื่องจักรที่มีวัฏจักรสั้น ๆ เช่น ในการอัดเพลลาเยื้องศูนย์กลาง (eccentric shaft) เป็นตัวอย่างหนึ่งของความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขระบบเทคนิคทั้งระบบ เพื่อที่จะได้ใช้วัฏจักรเวลาที่มีระยะเวลานานพอกับขนาดกำลังผลิตที่สบายสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการนำเทคนิคมูลักษณ์กันชนและแมกกาซีนจึงเข้ามาจึงมีความจำเป็นในกรณีดังกล่าว

ทั้งมูลักษณ์กันชนและแมกกาซีนนี้มีลักษณะเด่นอยู่ที่ "การสะสมผลิตภัณฑ์เอาไว้เพื่อการดำเนินงานที่ต่อเนื่อง" ซึ่งแบบทางเทคนิคของทั้งสองอย่างนี้อาจเหมือนกันหมดก็ได้

เนื่องจากกันชนและแมกกาซีนอยู่คนละจุดในระบบคน/เครื่องจักร ลักษณะเฉพาะของมันในฐานะที่เป็นตัวสะสมเวลาจึงได้รับอิทธิพลจากช่องว่างของเวลาของคนทำงานที่เป็นคนละอย่างชนิดกันในขบวนการผลิต (ดูรูปที่ 2.10)

เทคนิคมูลักษณ์กันชนนั้นทำให้เป็นไปได้ที่จะสะสม : (วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:408)

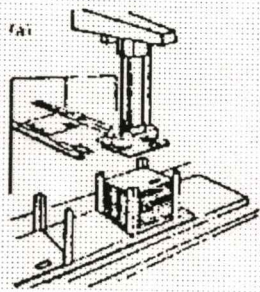
ก) เวลาพักรอกที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ปฏิบัติงานสองคนในด้านตรงข้ามกันชนนั้นทำงานด้วยอัตราเร็วต่างกัน

ข) เวลาพักรอกที่เกิดขึ้นเพราะปริมาณงานที่ทำที่สถานีสองแห่งไม่เท่ากัน

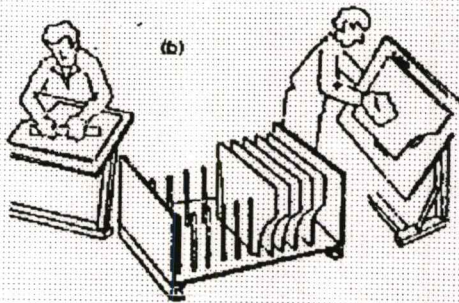
ส่วนแมกกาซีนนั้นจะทำให้เป็นไปได้ที่จะสะสม :

ก) เวลาพักรอกที่เกิดขึ้นเพราะผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งทำงานด้วยอัตราเร็วที่ต่างจากอัตราเร็วของขบวนการเทคนิคอันนั้นทั้งขบวนการ ; และ

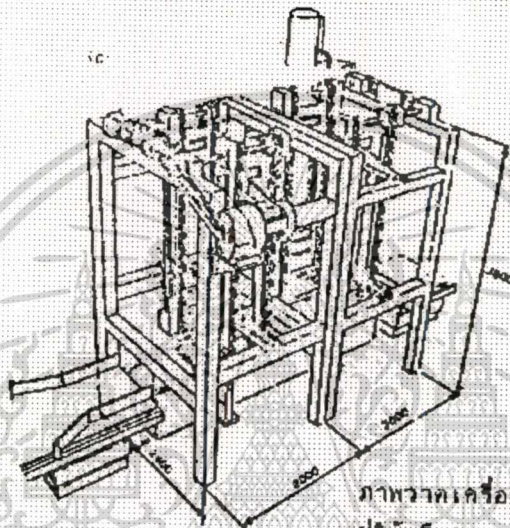
ข) เวลาพักรอกที่เกิดขึ้นเพราะผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งจำต้องรอในขณะที่เครื่องจักรทำงาน ส่วนของเครื่องอยู่



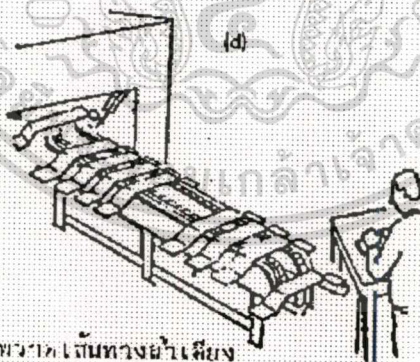
ภาพวาดแบบยกขาหนีที่พื้นเสมอ



ภาพวาดสถานีทำงานซึ่งมีชั้นเลื่อนได้ (sliding rack) หรือที่เก็บ (storage space) อย่างง่าย ๆ



ภาพวาดเครื่องเรียงเป็นตั้งสูง (high-stacking machine) ให้ใช้เป็นกันชน



ภาพวาดเส้นทางฆ่าเสียง ให้ใช้เป็นกันชน (buffering track)

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างของการสร้างสต็อกกันชนในการปฏิบัติงานผลิต

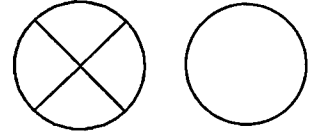
ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:407

2.4.4 โครงสร้างลักษณะของการเกิดคอขวดในกระบวนการผลิต

1. คอขวดอยู่หน้า

Y process faster than X

(Y จะผลิตไม่เต็มกำลังการผลิต)



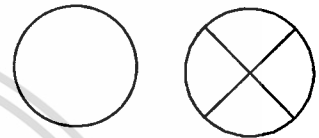
X(bottleneck) Y

2. คอขวดอยู่หลัง

Y runs slower

X should be paced to match the rate of Y

Otherwise inventory will build up



X Y (bottleneck)

(X ควรผลิตเท่าที่ Y ต้องการ)

3. ไม่มีคอขวด

X and Y to run at pace of demand

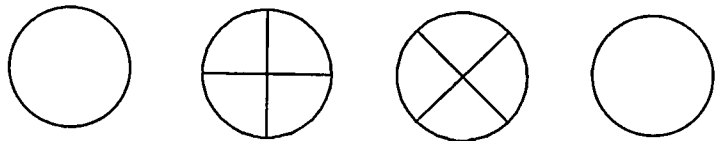
(ผลิตเท่ากันทั้ง 2 หน่วย ตามความต้องการของตลาด)



X (10) Y(10)

4. ผลิตต่อเนื่องคอขวดเกิดที่จุดต่ำสุด

The least constraint bottleneck should be activated to meet requirement of the most constraint bottleneck



10 ชั้น

5 ชั้น

2 ชั้น

10ชั้น

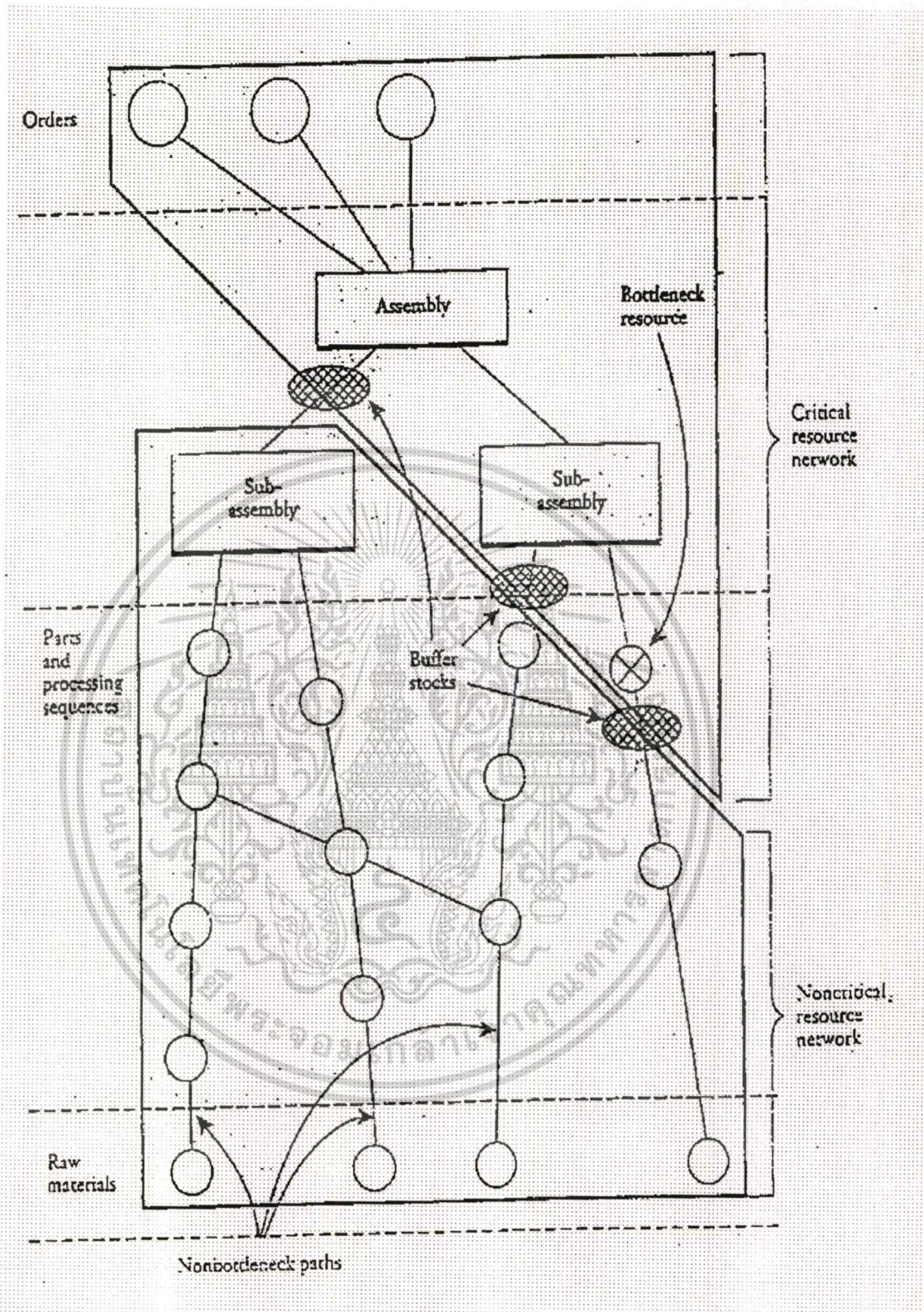
(ผลิตได้เท่ากับกำลังการผลิตต่ำสุดคือ 2 ชั้น)

ดังนั้นจึงมีการนำแนวคิดของมูลภัณฑ์กันชนดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ แก้ปัญหาคอคอดดังนี้ (ดูรูปที่ 2.11)

1. แบ่งจุดเชื่อมโยงระหว่างรอยต่อของการเกิดคอคอดออกเป็น 2 ชนิด คือ
 - 1.1 ส่วนที่ต้องรับของต่อจากจุดคอคอด หรือกระบวนการผลิตที่เป็นคอคอด (Critical resource network)
 - 1.2 ส่วนที่ไม่ต้องรับของต่อจากจุดคอคอด หรือกระบวนการผลิตที่ไม่เป็นคอคอด (Noncritical resource network)
2. สร้างมูลภัณฑ์กันชนไว้หน้ากระบวนการผลิตที่เป็นคอคอดทุกฟังก์ชันการผลิต
3. สร้างมูลภัณฑ์กันชนไว้หน้าสายการประกอบ ที่เป็นจุดเชื่อมต่อที่ต้องรับ ชิ้นส่วนการประกอบจากจุดคอคอด (Critical resource network) และหลังสายการประกอบที่ไม่ต้องรับชิ้นส่วนจากจุดคอคอด (Noncritical resource network)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงการใช้มุลักษณ์ที่กันชนเพื่อแก้ปัญหาคอขวด

ที่มา :สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 รูปแบบของการผลิต และการวางแผนผังสถานประกอบการ (Production Process Design)

ถ้าพิจารณาในด้านการบริหารการผลิตแล้ว การวิเคราะห์การลดต้นทุนจากรูปแบบของการผลิตจะใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด หากไม่พิจารณาจากชนิดของอุตสาหกรรม และ รูปแบบของอุตสาหกรรม โดยจะสามารถแบ่งได้เป็นสามประเภท ตามลักษณะของการผลิต และขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการผลิต และบริการ กรรมวิธีในการผลิต และบริการ และลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การวางแผนผังแบบตามผลิตภัณฑ์ (Job Shop)
2. การวางแผนผังแบบตามกระบวนการ (Flow Shop)
3. การวางแผนผังแบบตามผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ (Project Shop)

ซึ่งในแต่ละรูปแบบของการผลิต และการวางแผนผังการผลิต จะมีสาระสำคัญ และความแตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะสำคัญของ การวางแผนผังสถานประกอบการแบบต่างๆ

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และบริการ	Production Process Design		
	Flow Shop	Job Shop	Project Shop
สินค้าคงเหลือ	อัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือทั้งที่เป็นวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตมีค่าสูง ทำให้ปริมาณของสินค้าคงเหลือต่ำ	อัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือทั้งที่เป็นวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตมีค่าต่ำ ดังนั้นจึงมีปริมาณของสินค้าคงเหลือในกระบวนการผลิตมาก	ปริมาณของสินค้าคงเหลือมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต อาจเกิดปัญหาสินค้าคงเหลือมีอยู่ในสต็อกนานเกินไป
การใช้พื้นที่ของสถานประกอบการ	ใช้พื้นที่ในสถานประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพ อัตราการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ใช้ทำงานมีค่าสูง	อัตราการผลิตต่อหน่วยพื้นที่การใช้งา นมีค่าต่ำ ต้องการพื้นที่ในการเก็บสินค้าคงเหลือในกระบวนการผลิตมาก	อัตราการผลิตต่อหน่วยพื้นที่การใช้งา นมีค่าต่ำ
เงินทุน	ต้องการเงินทุนมากในการซื้อเครื่องจักรเครื่องมือที่ทำงานเฉพาะอย่าง	เครื่องจักรเครื่องมือต่างๆ มีลักษณะใช้งานได้ทั่วไปและสามารถใช้งานร่วมกันได้ การลงทุนจึงไม่สูงนัก	ความต้องการเงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักรเครื่องมือมีไม่สูง เนื่องจากเครื่องจักรเครื่องมือโดยทั่วไปสามารถใช้งานร่วมกันได้
ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์	มีต้นทุนคงที่สูง ค่าแรงงานต่อหน่วยและค่าวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าต่ำ	มีต้นทุนคงที่ต่ำ ค่าแรงต่อหน่วย ค่าวัตถุดิบและค่าเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยมีค่าสูง	ค่าแรงต่อหน่วยและค่าวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าสูง และมีต้นทุนคงที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ผลิตภัณฑ์และบริการ	Production Process Design		
	Flow Shop	Job Shop	Project Shop
ลักษณะของผลิตภัณฑ์และ บริการ	เหมาะสำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์และบริการที่มีรูปแบบมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง มีปริมาณการผลิตมาก และมีอัตราการผลิตค่อนข้างคงที่	เหมาะสำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์และบริการที่มีการใช้เครื่องจักรเครื่องมือร่วมกัน มีปริมาณการผลิตไม่สูงนัก และมีอัตราการผลิตเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน	เหมาะสำหรับการ ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณ น้อย ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมี ลักษณะพิเศษเฉพาะตัว
การเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ ในระหว่างการผลิต	เคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้น ทำการ ผลิตด้วยลำดับขั้นตอนการ ผลิตที่แน่นอนและเหมือนกัน	เคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดหรือ แต่ละชิ้นมีลำดับขั้นตอนใน การผลิตแตกต่างกัน	ผลิตภัณฑ์ไม่มีการ เคลื่อนที่ เครื่องจักรเครื่องมือที่จำเป็นในการผลิตจะถูกเคลื่อนย้ายมายังสถานที่ประกอบหรือผลิต
สภาพความชำนาญของผู้ ปฏิบัติงานที่กองการ	ต้องมีความสามารถพิเศษ เฉพาะงาน ทำงานลักษณะ เหมือนเดิมซ้ำๆกัน	ช่างเฉพาะอย่างที่ไม่ จำเป็น ต้องมีความชำนาญ งานมากนัก หัวหน้างานไม่ จำเป็นต้องดูแลอย่างใกล้ชิด	ต้องมีความคล่องตัว ในการทำงานสูง สามารถ ทำงานเฉพาะอย่างที กำหนดในสถานที่ต่าง ๆ ได้ดี
เจ้าหน้าที่สนับสนุน (supporting staff)	ต้องการเจ้าหน้าที่ในการ จัดวางแผนด้านวัสดุ กำลังคน การวิเคราะห์งานและการบำรุง รักษาเครื่องจักรเครื่องมือ	ต้องการเจ้าหน้าที่ที่มี ความชำนาญในการจัดลำดับ การผลิต การเคลื่อนย้ายวัสดุ และผลิตภัณฑ์การวางแผน และควบคุมสินค้าคงเหลือ	ต้องการเจ้าหน้าที่ที่มี ความชำนาญในการจัด ลำดับขั้นตอนการผลิตและ มีความชำนาญในการประ- สานงานในการผลิต
การเคลื่อนย้ายวัสดุและ ผลิตภัณฑ์	การเคลื่อนที่ของผลิต- ภัณฑ์เป็นระบบที่แน่นอน ดังนั้นสามารถใช้เครื่องมือ เคลื่อนย้ายแบบอัตโนมัติได้ ง่าย	ชนิดและปริมาณของ ผลิตภัณฑ์ที่ทำการเคลื่อน ย้ายมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ มักต้องใช้อุปกรณ์เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อนกัน	ชนิดและปริมาณของ วัสดุที่ทำการเคลื่อนย้ายไม่ คงที่ โดยทั่วไปจะมีปริมาณ น้อย มักจะต้องการเครื่อง มือพิเศษเพื่อเคลื่อนย้าย วัสดุหรือส่วนประกอบของ ผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะ

ที่มา : พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล.2543:208-209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการวางรูปแบบการผลิต และการวางแผนผังการผลิตพื้นฐานข้างต้นแล้ว อาจจะมีการวางแผนผังแบบผสมโดยอาศัยแบบการวางแผนผังพื้นฐานดังกล่าว ซึ่งในความเป็นจริงนั้นสถานประกอบการส่วนใหญ่จะมีการการผลิต และบริการหลายประเภทโดยการใช้รูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบการผลิตดังกล่าว โดยจัดเป็นแผนผังกระบวนการผลิตแบบผสม (Hybrid Layout)

2.4.6 การออกแบบงานกลุ่ม (group work) ในการผลิต

ในการออกแบบการผลิต หรือวางแผนผังสถานประกอบการนั้น โดยทั่วไปจะหาวิธีการที่เป็นมาตรฐานไม่ค่อยได้ เนื่องจากอาจจะมีข้อจำกัดต่างๆกันในแต่ละสถานประกอบการ ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบใดดีที่สุดในการผลิตแต่ละชนิด หนึ่งหัวใจของระบบการผลิต ก็คือการไหล หรือการเคลื่อนย้ายของวัสดุ (Material Flow) การออกแบบระบบการผลิตที่ดี จะทำให้การเคลื่อนย้ายของวัสดุเป็นไปอย่างราบรื่น และมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการออกแบบดีอย่างเดียวยังไม่เป็นการรับประกันว่างานที่ออกว่าจะมีคุณภาพ และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานหรือไม่ เพราะการให้ได้มาซึ่งคุณภาพและความปลอดภัยนั้น จำเป็นต้องมีการประสานงานกันอย่างลงตัวในงานแต่ละส่วนผลิต และต้องมีระบบการวางแผนควบคุมการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้งานเป็นไปในลักษณะดังกล่าว การออกแบบงานให้มีลักษณะที่เล็ก และเป็นสัดส่วนจึงมีความจำเป็นมากขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของการออกแบบงานเป็นลักษณะของงานกลุ่ม (วิจิตร ตันทสุทธิ. 2524:408-409)

งานกลุ่มในการผลิตอาจมีประโยชน์หลายประการ คือ

1. สะดวกในการกำกับควบคุม และดูแล เนื่องจากมีการตั้งวัตถุประสงค์และวัตถุประสงค์ที่ได้รับ ในแต่ละกลุ่ม จึงเป็นการง่ายกว่ามากที่จะกำหนดวัตถุประสงค์สำหรับกลุ่ม เมื่อเทียบกับสำหรับงานของแต่ละบุคคล และนี่เป็นประโยชน์ที่สำคัญในการสร้างงานที่มีคุณภาพ
2. มีความยืดหยุ่นสูง ในการสร้างช่องทางที่จะแปรเปลี่ยนกิจกรรมการทำงานของแต่ละบุคคลเพิ่มขึ้น และความรู้สึกมีส่วนร่วมในขบวนการที่ใหญ่กว่าจะมีมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อคนแต่ละคนมีพันธะผูกพันอยู่กับงานอันจำกัดของแต่ละคน
3. คนที่ทำงานในกลุ่มมีโอกาสดีกว่าที่จะร่วมมือกันอย่างต่อเนื่องในการปรับปรุงวิธีการ และขจัดงานที่ไม่จำเป็นทิ้งไป ทักษะคิดที่จะเปลี่ยนไปในขณะที่น้ำใจในทีมพัฒนายิ่งขึ้นไป
4. สมรรถนะ (capacity) ขององค์ประกอบการที่จะดัดแปลงตนเองตามความเปลี่ยนแปลงจะมีเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะองค์การที่ต้องอยู่ในสถานของการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ฝ่ายจัดการฝ่ายเดียวไม่อาจควบคุมจัดการและติดตามขบวนการดัดแปลงตามความเปลี่ยนแปลงนี้ได้ อย่างครบถ้วน ดังนั้นองค์การนั่นเองจะต้องมีสมรรถนะที่สร้างไว้อย่างมั่นคงในตัวเพื่อดัดแปลงตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กล่าวมานี้เป็นส่วนหนึ่งของเหตุผลที่สำคัญที่สุดที่อธิบายว่าเพราะเหตุใดงานกลุ่มในการผลิตปัจจุบันจึงได้ขยายฐานออกไปเรื่อยในการออกแบบองค์การทำงานแต่งงานกลุ่มจะไม่มีลักษณะเฉพาะที่ตายตัว เหมือนรูปแบบพื้นฐานข้างต้น แต่จะมีพบมากในลักษณะของการออกแบบงานที่เน้นการใช้เครื่องจักรหลายเครื่อง และมีการจำกัดแรงงานในระบบ ที่เรียกว่า Cell Manufacturing System

2.4.7 การออกแบบงานในระบบเซล (Cell Manufacturing System)

งานในระบบเซลเป็นรูปแบบงานหนึ่งในระบบงานกลุ่มที่เน้นความคล่องตัวยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน การควบคุมและหลักการจำกัดแรงงาน โดยจะพบมากในกลุ่มงานที่ต้องมีการทำงานอย่างต่อเนื่องกับเครื่องจักรหลายเครื่องๆ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการผลิตแต่ละครั้งนาน เป็นการใช้เวลาของคนงานให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด และสอดคล้องกับการผลิตในช่วงเวลานั้นๆ ได้

ลักษณะที่สำคัญของแผนผังกระบวนการผลิตแบบแยกเป็นหน่วย มีดังต่อไปนี้
(กตัญญู หิรัญญสมบุรณ์.2542:215-219)

1. ใช้กับการผลิตแบบ Repetitive ซึ่งเป็นการผลิตส่วนประกอบที่เป็น Module ก่อน โดยใช้แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์และนำ Module เหล่านั้นมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการ จึงจัดเป็นแผนผังกระบวนการผลิตแบบผสม (Hybrid Layout)

2. การผลิต Module จะใช้หลักการของ Group Technology กล่าวคือ จัดกลุ่มงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน ซึ่งจะทำให้การจัดเครื่องจักรอุปกรณ์ร่วมกันเป็น Cell เพื่อทำการผลิต Module แต่ละกลุ่ม (Family) โดยให้การไหลของชิ้นงานในแต่ละ Cell มีการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด ระยะทางสั้นที่สุด ส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดใหญ่ที่เคลื่อนย้ายลำบากจะจัดวางอยู่ระหว่าง Cell ทำการผลิตที่ต้องการใช้เครื่องจักรนี้ตามหลัก Point of Use การผลิต Module ในแต่ละ Cell นี้จะใช้แผนผังกระบวนการผลิตตามผลิตภัณฑ์คล้ายกับสถาน Assembly Line ย่อย ๆ จึงสามารถใช้หลักการสมดุลสายการผลิตในแต่ละสายการผลิตใน Cell นั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดีขึ้น

3. ในสายการประกอบ (Assembly Line) ที่นำเอา Module มาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเป็นการวางแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการของบรรดา Cell การผลิต Module เพื่อผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า

4. การใช้คนงานใน Cellular Layout นี้จะใช้หลักการที่ให้นักงานคนหนึ่งควบคุมหลายเครื่องจักรซึ่งต้องอาศัยการอบรมฝึกฝนแรงงานที่ดี การทำงานของคนงานจะมีลักษณะเป็น U-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิพนธ์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shaped Manufacturing Cell ที่สามารถนำความชำนาญของคณาจารย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และในขณะเดียวกันกระบวนการผลิตที่มีความยืดหยุ่นในระดับหนึ่งด้วย

ข้อดี ของแผนผังกระบวนการผลิตแบบแยกเป็นหน่วย ได้แก่

1) ลดเวลาในการเคลื่อนย้ายและลำเลียงชิ้นงานในกระบวนการผลิต เพราะการผลิตแต่ละ Module จะผ่าน Cell ซึ่งออกแบบมาด้วยแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์ โดยที่วัตถุดิบหรือชิ้นงานจะไหลผ่านขั้นตอนต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอไม่รอสะสมให้จำนวนชิ้นงานจะไหลผ่านขั้นตอนต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอไม่รอสะสมให้จำนวนชิ้นงานมากเพียงพอแล้วจึงค่อยลำเลียง เช่นในแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการ ซึ่งการที่ชิ้นงานเคลื่อนไปที่ละเล็กที่ละน้อย จะช่วยทำให้งานเสร็จเร็วกว่า และต้นทุนสินค้าคงคลังจะต่ำลงด้วย

2) ลดเวลาการตั้งเครื่องใหม่ เนื่องจากเครื่องจักรรูปทรงเป็น Cell โดยใช้หลัก Group Technology ซึ่งพยายามจัดกระบวนการผลิตที่คล้ายกันให้เรียงลำดับกันทำให้การตั้งเครื่องใหม่ง่ายขึ้นใช้เวลาน้อยลง จึงตั้งเครื่องใหม่ได้บ่อยขึ้นสามารถผลิตในลักษณะที่เป็น Lot เล็ก ๆ ได้ดีกว่า ซึ่งเหมาะกับการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-time Production)

3) ลดงานระหว่างทำใน Cell ที่ผลิตจะมีการสมดุลสายการผลิตซึ่งจะช่วยให้งานไม่ติดขัดไม่เกิดปัญหาคอขวดคั่งค้างที่จุดใดจุดหนึ่ง การไหลของชิ้นงานจึงรวดเร็วไม่ทำให้เกิดงานระหว่างทำสะสม จึงมีผลให้ประหยัดพื้นที่ในการเก็บของงานระหว่างทำระหว่างเครื่องจักร เครื่องจักรสามารถอยู่ใกล้กันมากขึ้นทำให้การขนย้ายงานระหว่างทำมีระยะทางสั้นลงด้วย

4) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคณาจารย์ ด้วยการนำ U-Shaped Manufacturing ซึ่งใช้คณาจารย์คนเดียวทำงานหลายอย่าง ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้แรงงาน เมื่อปริมาณการผลิตสินค้าแต่ละชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

5) ลดภาวะในการควบคุม การไหลของงานเป็น Lot เล็ก ๆ จะไม่จำเป็นต้องทำงานเอกสารจำนวนมาก เพียงการควบคุมด้วยตาเปล่าก็สามารถติดตามความก้าวหน้าของงานได้แล้ว

ข้อเสีย ของแผนผังกระบวนการผลิตแบบแยกเป็นหน่วย ได้แก่

1) จะเหมาะกับการผลิตที่มีปริมาณปานกลางและมีประเภทการผลิตหลากหลายปานกลางเท่านั้น ถ้าปริมาณหรือประเภทการผลิตน้อยเกินไปจะไม่จำเป็นที่จะใช้แผนผังกระบวนการผลิตแบบนี้ เพราะจะยุ่งยากในการจัดเครื่องจักรใน Cell เกินจำเป็น

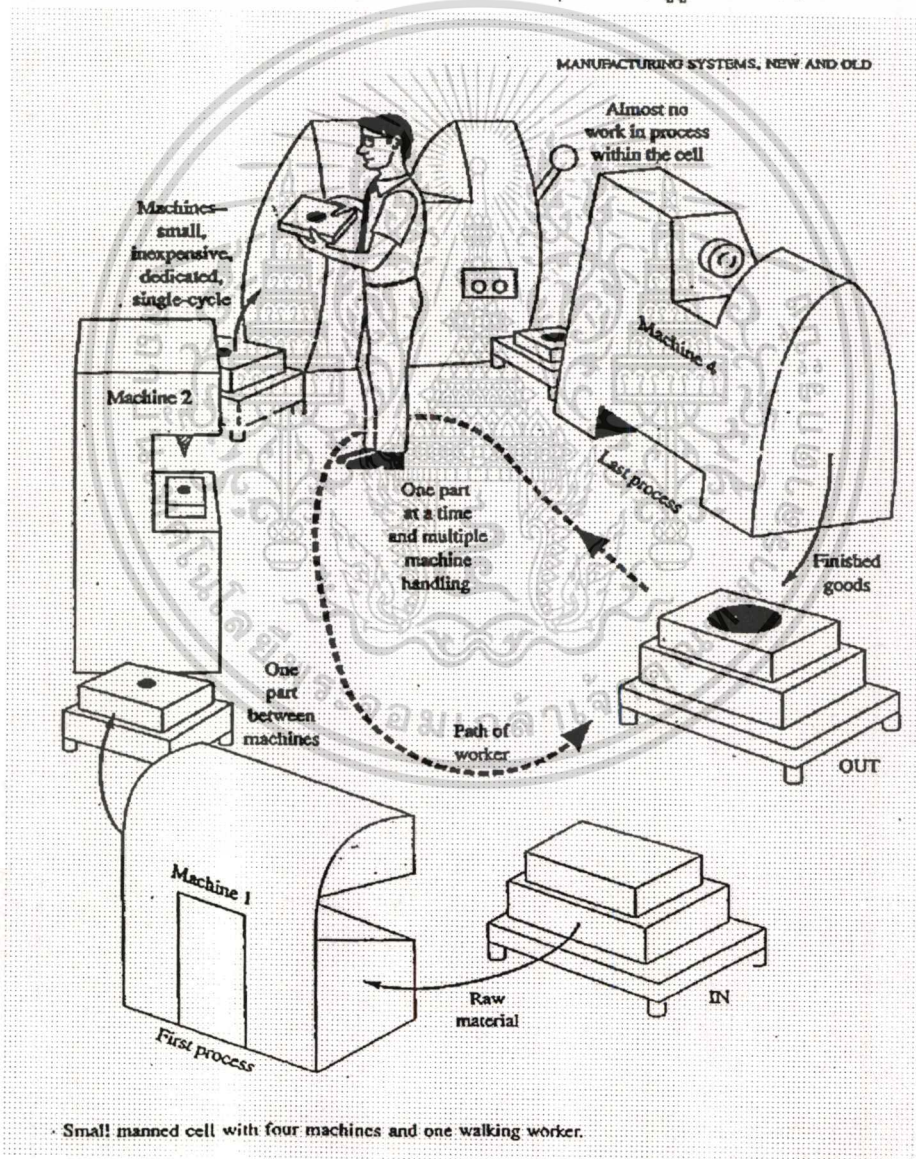
2) สมดุลสายการผลิตยาก โดยเฉพาะระหว่าง Cell ต่าง ๆ เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Mix) จะทำให้บาง Cell ทำงานช้า บาง Cell ทำงานเร็ว จึงต้องปรับสมดุลสายการผลิตใหม่ ซึ่งต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนหนึ่ง

3) เสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการอบรมคณาจารย์เพิ่มขึ้น คณาจารย์ต่อด้านการทำงานหลายหน้าที่ ต้องทำความเข้าใจกับคณาจารย์และสหภาพแรงงานให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ต้องลงทุนเพิ่มในเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพราะแผนผังกระบวนการผลิตแบบแยกเป็นหน่วยนี้มักใช้เครื่องจักรขนาดเล็กหลายเครื่องมากกว่าที่จะใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่เครื่องเดียว ดังนั้นจึงต้องซื้อเครื่องมากกว่าที่จะใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่เครื่องเดียว ดังนั้นจึงต้องซื้อเครื่องจักรหลายเครื่องเพื่อใช้ในแต่ละ Cell หลาย Cell จึงสิ้นเปลืองเงินทุนค่อนข้างมาก

การออกแบบในระบบเซลจะเน้นที่การสลายพันธะระหว่างคนงานและเครื่องจักรให้ได้มากที่สุด ภายใต้เงื่อนไขการใช้แรงงานที่จำกัดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นรูปแบบของการเคลื่อนไหวของคนงานจะเป็นในลักษณะรูปตัว U เพื่อให้คนงานสามารถเข้าถึงงานได้ง่ายที่สุด และเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด ทำให้เกิดความคล่องตัว และความปลอดภัยมากในการทำงาน รวมถึงยังช่วยให้เกิดความประหยัดเนื่องจากการใช้พื้นที่ที่น้อยที่สุดด้วย (ดูรูปที่ 2.12)

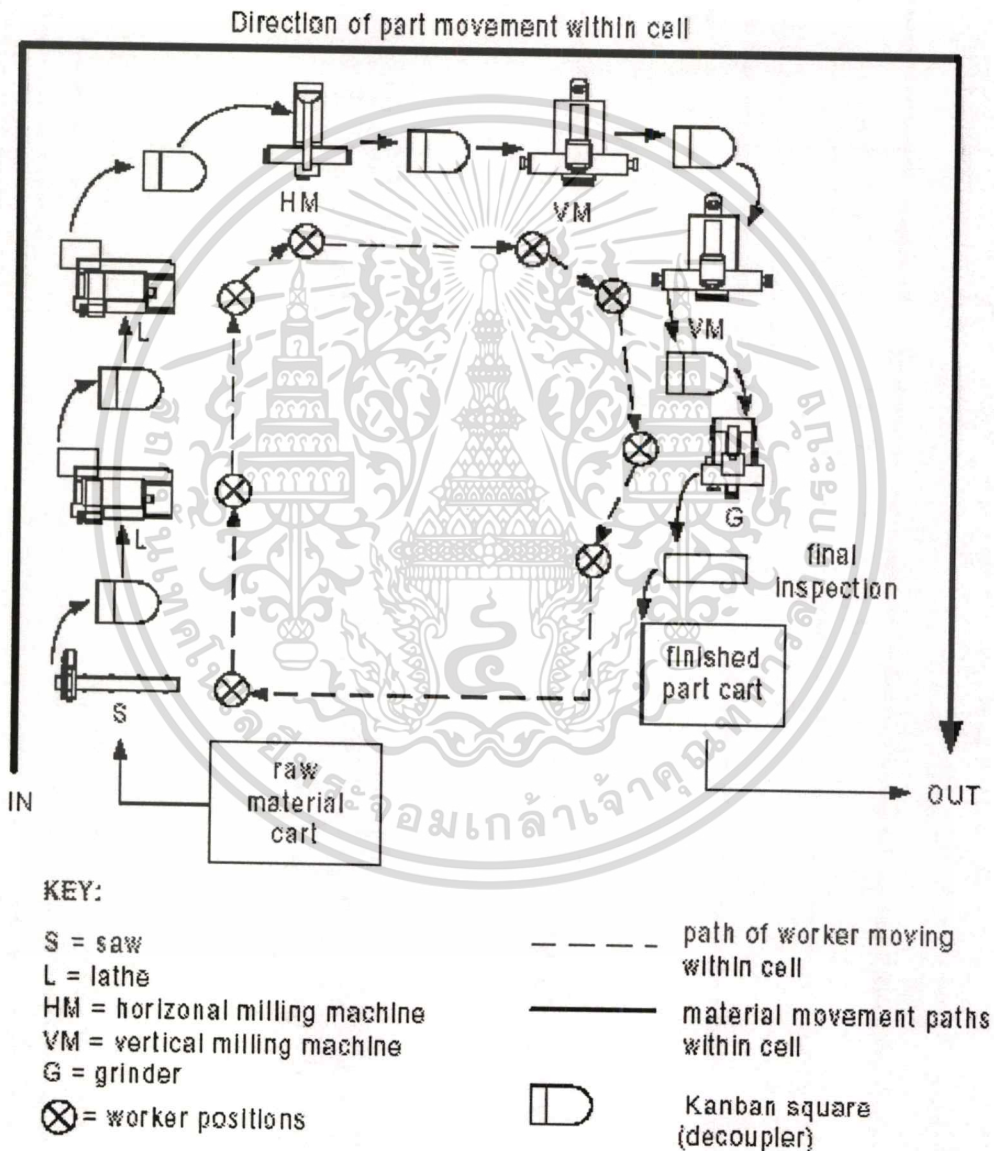


รูปที่ 2.12 แสดงภาพการเดินในระบบงานกลุ่ม หรือระบบเซล ที่เดินเป็นรูปตัว U

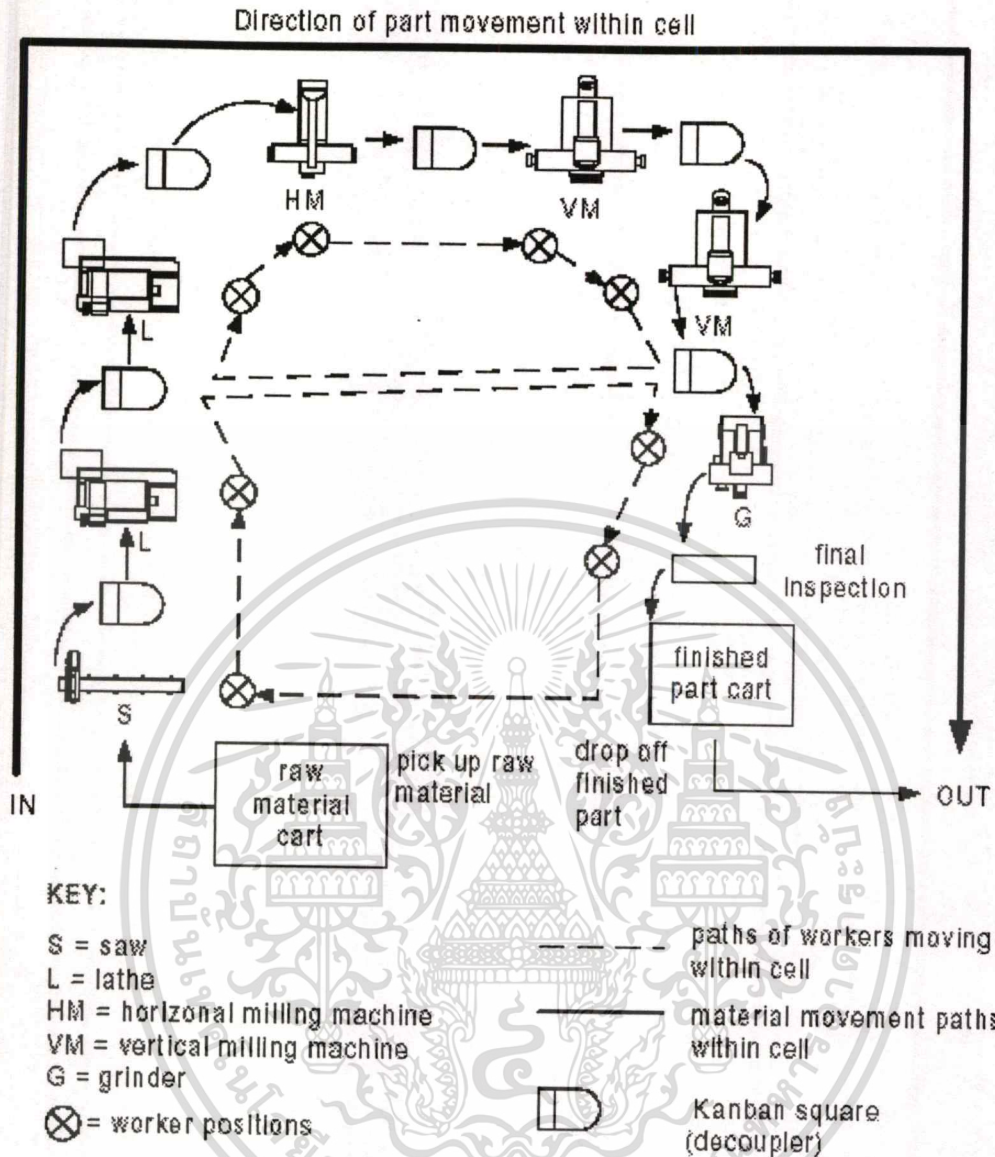
ที่มา : สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องใช้คนงานหลายคนทำงานต่อเนื่องกันในระบบ การออกแบบงานในระบบเซลล์สามารถเข้ามาช่วยสร้าง และออกแบบวางแผนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ช่วยให้คนงานที่ทำงานด้วยกันในระบบงานกลุ่มสามารถทำงานประสานงานกันอย่างคล่องตัว และมีประสิทธิภาพมาก เป็นการลดอุบัติเหตุในขณะทำงานได้ดี เพราะการทำงานสามารถจัดเป็นระบบที่ได้มาตรฐานได้ไม่ยากด้วย (ดูรูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14)



รูปที่ 2.13 แสดงการออกแบบระบบงานกลุ่มระหว่างคนงาน 1 คนกับเครื่องจักรหลายเครื่อง
ที่มา : สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:89



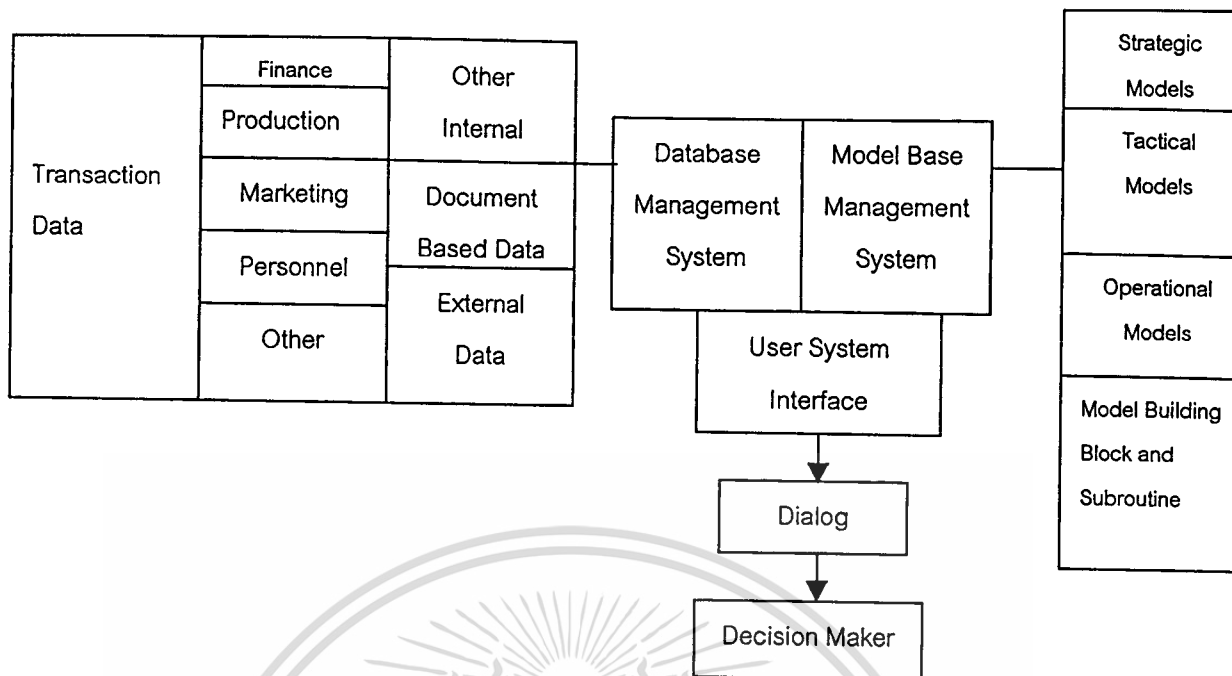
รูปที่ 2.14 แสดงการออกแบบระบบงานกลุ่มระหว่างคนงาน 2 คนกับเครื่องจักรหลายเครื่อง
 ที่มา : สมโรจน์ โกมลวนิช. 2545:90

2.5 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System)

วิวัฒนาการในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบข้อมูลข่าวสารได้รับการพัฒนาและใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผล (Transaction Processing Systems) ระบบสารสนเทศ (Management Information Systems) และระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems) ระบบการจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผลและระบบสารสนเทศเป็นระบบที่มีรูปแบบการให้ข่าวสารโดยตรงเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการบริหารงาน แต่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีจุดประสงค์หลักในการสร้างระบบช่วยในการตัดสินใจสำหรับงานที่มีโครงสร้างที่ไม่มีรูปแบบและกึ่งมีรูปแบบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดของระบบช่วยการตัดสินใจ เริ่มมีการคิดค้นเมื่อประมาณต้นปี 1970 โดย Michael S. Scott Molton ผู้บุกเบิกทางด้านความคิดนี้ ได้เสนอเรียกระบบนี้ในบทความของเขาว่า ระบบการตัดสินใจ (Management Decision systems) จากนั้นมาได้มีองค์กรและหน่วยงานต่างๆ ทำการวิจัยและพัฒนาาระบบช่วยการตัดสินใจ ด้วยหลักการนำข้อมูล (Data) และแบบ (Model) ผสมกันใส่เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้กับปัญหาซึ่งไม่มีโครงสร้างการหาคำตอบที่แน่นอน (Unstructured Problems) กระบวนการหาคำตอบเพื่อช่วยในการตัดสินใจ จะเป็นลักษณะแบบผู้ใช้งานตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interactive Computer Based Systems) ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ผู้ใช้ค้นหาคำตอบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างสะดวกและค่อนข้างมีหลักเกณฑ์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.15 (Andrew M. McCosh.1978)

1. Data Subsystem เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ โดยจัดให้เป็นระเบียบ สามารถแก้ไขเพิ่มเติม เรียกใช้ได้สะดวกและรวดเร็ว
2. Model Subsystem เป็นระบบที่ประกอบด้วยแบบจำลองการตัดสินใจ ช่วยในการให้ความคิด หาผลลัพธ์ และหาทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลและฐานความรู้ที่ถูกสร้างขึ้น
3. User System Interface เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานติดต่อกับระบบการตัดสินใจ เช่น การนำเข้าข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การแสดงผลในลักษณะต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.15 แสดงความสัมพันธ์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ที่มา : Andrew M. McCosh.1978:256

2.5.1 ระบบข้อมูล (Data Subsystem)

ระบบฐานข้อมูลมีความสำคัญต่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจอย่างยิ่ง ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นจะต้องง่ายต่อการใช้งานและสามารถนำเข้าสู่แบบจำลองเพื่อทำการประมวลผลต่อไป แหล่งข้อมูลสำคัญสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ แบ่งออกเป็น

1. ข้อมูลพื้นฐานภายในองค์กร (Internal Data) หมายถึง ข้อมูลทั่วไปที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการบริหารงานภายในองค์กร เช่น กำลังการผลิตของเครื่องจักร จำนวนคนงาน เวลาการทำงาน เป็นต้น
2. ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง (Transaction Data) หมายถึง ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการทำงานเป็นประจำอาจจะมีลักษณะประจำวัน ประจำคาบหรือประจำสัปดาห์ เช่น ปริมาณการผลิตประจำวัน ปริมาณวัตถุดิบที่เบิกใช้ประจำวัน เป็นต้น
3. ข้อมูลภายนอก (External Data) หมายถึง ข้อมูลอื่น ๆ ภายนอกองค์กรที่มีอิทธิพลต่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจ อาทิเช่น ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลทางการตลาด เป็นต้น ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ อาจจะเก็บอยู่ในรูปเอกสาร บันทึก จดหมายหรือสัญญาก็ได้

ข้อมูลทุกประเภทดังกล่าวข้างต้นนั้นจะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบ กล่าวคือ มีระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) ที่ดี ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้งาน

2.5.2 การจัดการแบบจำลองพื้นฐาน (Model Base Management)

แบบจำลองในระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งอาจจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือขั้นตอนการประมวลผลต่าง ๆ ตามลักษณะการตัดสินใจในปัญหานั้นๆ

แบบจำลองการตัดสินใจมีหลายชนิดขึ้นกับ จุดประสงค์ ความน่าจะเป็น และการใช้งาน แบบจำลองที่แบ่งตามจุดประสงค์ส่วนใหญ่มี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ Optimization model เป็นแบบจำลองที่ใช้หาจุดสูงสุดหรือต่ำสุด เช่น ต้องการจะรู้จักกิจกรรมหรือการกระทำที่ทำให้องค์กรได้รับกำไรสูงสุดหรือทำให้ต้นทุนต่ำสุด เป็นต้น ส่วนรูปแบบที่สองมีลักษณะเป็น Descriptive model เป็นแบบจำลองที่อธิบายถึงพฤติกรรมของระบบ โดยแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่มีลักษณะเหมือนจริง และมีเหตุผล Descriptive model จะอธิบายพฤติกรรมของระบบเท่านั้นแต่ไม่สามารถแนะนำกิจกรรมหรือการกระทำที่ดีที่สุดได้

แบบจำลองที่แบ่งตามลักษณะความน่าจะเป็นแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ แบบจำลองสำหรับระบบที่ไม่แน่นอน หรือที่เรียกว่า Probabilistic model เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยคำนึงถึงลักษณะความน่าจะเป็นของระบบ โดยการนำเข้าข้อมูลในรูปของความน่าจะเป็นและสร้างผลลัพธ์ที่เป็นความน่าจะเป็นด้วย ส่วนแบบจำลองสำหรับระบบที่แน่นอนหรือเรียกว่า Deterministic model ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ให้ค่าผลลัพธ์เพียงค่าเดียวจากการประมาณค่าตัวแปรในแบบจำลองแต่ละครั้ง ปัจจุบันแบบจำลองที่แน่นอนได้รับความนิยมมากกว่าแบบจำลองในรูปของความน่าจะเป็น ทั้งนี้เพราะเข้าใจได้ง่าย ใช้เวลาสร้างน้อย และให้ผลลัพธ์ที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองแต่ละชนิดประกอบด้วยลักษณะสำคัญต่าง ๆ ดังนี้

1. Strategic models เป็นแบบจำลองสำหรับผู้บริหารระดับสูง เพื่อช่วยในการหาจุดประสงค์ขององค์กร แนวความคิดที่จะบรรลุจุดประสงค์และแนวนโยบายการควบคุมและดูแลองค์กร ข้อมูลที่ใช้ใน Strategic models ส่วนใหญ่จะมาจากแหล่งข้อมูลภายนอก ความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้บริหาร เวลาที่ใช้วิเคราะห์ของแบบจำลองลักษณะนี้จะมีระยะเวลาเป็นปี ทั้งนี้ขึ้นกับความรับผิดชอบในการวางแผนกลยุทธ์สำหรับผู้บริหารแต่ละคน

2. Tactical models เป็นแบบจำลองสำหรับผู้บริหารระดับกลาง เพื่อช่วยในการกำหนดและควบคุมการใช้ทรัพยากรขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การวางแผนทางการเงิน การวางแผนความต้องการใช้แรงงาน การออกแบบโรงงานที่เหมาะสม เป็นต้น เวลาที่ใช้วิเคราะห์จะอยู่ระหว่าง 1 เดือนถึง 2 ปี ข้อมูลที่ต้องการในแบบจำลองบางส่วนจะมาจากแหล่งข้อมูลภายนอกและความคิดเห็นของผู้บริหาร แต่ข้อมูลส่วนใหญ่มาจากแหล่งข้อมูลภายในองค์กร แบบ

จำลองประเภทนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแบบ Deterministic model ซึ่งให้ผลลัพธ์ในลักษณะการหาค่าที่ดีที่สุด

3. Operational models เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับการตัดสินใจในระยะสั้น ๆ เช่น รายวัน รายสัปดาห์ เป็นต้น การใช้งานของแบบจำลองลักษณะนี้มักจะอยู่ในรูปการวางแผนและการจัดลำดับการผลิต การควบคุมพัสดุคงคลัง เป็นต้น ข้อมูลเกือบทั้งหมดได้มาจาก แหล่งข้อมูลภายในองค์กรที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน Operational models ซึ่งให้ผลลัพธ์ในลักษณะการหาค่าที่ดีที่สุด

4. Model building blocks and subroutines เป็นขั้นตอนย่อยที่ช่วยคำนวณหรือวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ประยุกต์เข้าช่วย อาทิ เช่น การโปรแกรมเชิงเส้นตรง การวิเคราะห์เชิงถดถอย กระบวนการสุ่มแบบมอนติคาโล เป็นต้น

2.5.3 ระบบติดต่อผู้ใช้โดยตรง (User System Interface)

ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ได้แก่ ส่วนที่ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบได้อย่างสะดวกและง่ายดาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย ๆ ดังนี้

1. The Action Language เป็นส่วนที่ระบุวิธีการที่ผู้ใช้สามารถใช้งานหรือติดต่อกับระบบ ประกอบด้วยหลายวิธี เช่น การใช้แป้นพิมพ์ปกติ การใช้ function key การใช้ joys tick การใช้คำสั่งโดยเสียง เป็นต้น

2. The Display or Presentation Language เป็นส่วนที่แสดงผลลัพธ์จากการทำงานของระบบ ประกอบด้วยหลายลักษณะ เช่น การแสดงผลทางจอภาพในรูปแบบ ตัวเลขข้อความ ตารางหรือกราฟ การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ การแสดงผลโดยใช้เสียง เป็นต้น

3. The Knowledge Base เป็นส่วนที่ผู้ใช้ควรจะทราบทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนนี้จะอยู่ในรูปลักษณะคู่มือการใช้หรือการเรียกคำสั่งช่วยเหลือในระหว่างการติดต่อกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

การออกแบบระบบการติดต่อและการใช้งานต้องพิจารณาถึง ประเภทของผู้ใช้ ลักษณะของงาน และรูปแบบของการตัดสินใจ เป็นหลัก

2.6 แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

แบบจำลองสถานการณ์ เป็นเครื่องมือในการทดสอบดูผลการทำงานที่เกิดจากการออกแบบหรือเปลี่ยนแปลงในระบบการผลิตก่อนที่จะมีการลงทุนทำจริง เพื่อที่จะลดความเสี่ยงด้านการลงทุน

ปัญหาในระบบการผลิตนั้นในหลาย ๆ กรณีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้คำนวณโดยตรงเพราะว่ามีตัวแปรต่าง ๆ มากมาย ซึ่งทำให้ปัญหาค่อนข้างซับซ้อน จึงทำให้ต้องอาศัยวิธีการจำลองแบบปัญหาเพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วย

แบบจำลองสถานการณ์ไม่ใช่เป็นตัวตัดสินใจ แต่จะใช้เพื่อหาข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจและจะต้องทราบด้วยว่า การจำลองแบบปัญหาไม่จำเป็นที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) แต่จะทำให้ผู้วิเคราะห์ทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างในระบบประเภทของระบบงานเพื่อนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์

2.6.1 ประเภทของแบบจำลองในการจำลองสถานการณ์

สามารถจำแนกประเภทของระบบออกเป็น 2 ชนิด คือ ระบบไม่ต่อเนื่องกัน (Discrete System) และระบบต่อเนื่อง (Continuous Systems) ซึ่งรายละเอียดของระบบแต่ละชนิดมีดังนี้

1. ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) เป็นระบบซึ่งตัวแปรสถานะภาพเปลี่ยนแปลงในปริบทที่จุดเวลาต่าง ๆ ตัวอย่างระบบเป็นช่วงคือ ธนาคารเพราะว่าตัวแปรสถานะภาพ เช่น จำนวนลูกค้าที่อยู่ในธนาคารมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีลูกค้าเข้ามาถึงธนาคาร หรือเมื่อลูกค้าเสร็จสิ้นจากการใช้บริการและออกไปจากธนาคารนั้น

2. ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) เป็นระบบซึ่งตัวแปรสถานะภาพมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลา ตัวอย่างของระบบต่อเนื่อง คือ การเคลื่อนที่ผ่านในอากาศของเครื่องบินเพราะว่าตัวแปรสถานะภาพอย่างเช่น ตำแหน่งและความเร็วสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลา

ในทางปฏิบัติแล้วจะมีระบบจำนวนส่วนน้อยที่เป็นแบบช่วงโดยเฉพาะแต่อย่างใดหรือเป็นแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะแต่อย่างใด แต่เนื่องจากระบบส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอำนาจเหนือมากกว่าการเปลี่ยนแปลงอีกชนิดหนึ่ง ดังนั้นตามปกติมันจะเป็นไปไม่ได้ที่จะจำแนกองค์ประกอบของระบบงานออกเป็นช่วง หรือแบบต่อเนื่องและรายละเอียดเฉพาะบางอย่างที่เกี่ยวกับความจริงของระบบงานส่วนใหญ่มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษารายละเอียดเหล่านั้นเพื่อจะพยายามได้รับความเข้าใจลึกซึ้งในความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ หรือเพื่อที่จะทำนายการกระทำที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขบางอย่างซึ่งถูกนำมาพิจารณา

2.6.2 ฟังก์ชันการกระจายของค่าความน่าจะเป็น (Probability Distributions)

ในการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ บางครั้งข้อมูลที่ได้มาไม่สามารถนำมาใช้งานได้เลย จำเป็นที่จะต้องหาความสัมพันธ์ในเชิงของฟังก์ชันการกระจายของค่าความน่าจะเป็น (Probability Distributions) ซึ่งอาจได้จากการสุ่มตัวอย่างหรือจากข้อมูลจริง เช่น อัตราประชากรที่เข้าสู่ระบบที่ต้องการการศึกษา, Mean time between failure เป็นต้น ฟังก์ชันการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของค่าความเป็นไปได้นี้มีลักษณะแตกต่างกันไปหลากหลาย ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของข้อมูลที่ได้ เช่น

Distribution	ตัวย่อ	Parameter
Beta	BETA	(Alpha ₁ ,Alpha ₂)
Continuous	CONT	(CumP ₁ ,Val ₁ ,CumP ₂ ,Val ₂)
Discrete	DISC	(CumP ₁ ,Val ₁ ,CumP ₂ ,Val ₂)
Erlang	ERLA	(ExpoMean,K)
Exponential	EXPO	(Mean)
Gamma	GAMM	(Beta,Alpha)
Lognormal	LOGN	(Mean,StdDev)
Normal	NORM	(Mean,StdDev)
Poisson	POIS	(Mean)
Triangular	TRIA	(Min,Mode,Max)
Uniform	UNIF	(Min,Max)
Weibull	WEIB	(Beta,Alpha)

การเก็บข้อมูลที่ถูกต้องและการใช้ ฟังก์ชันการกระจายของค่าความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ที่เหมาะสม มีความสำคัญอย่างมากที่จะทำให้แบบจำลองสถานการณ์แสดงผลลัพธ์ที่มีความความเชื่อถือ นอกเหนือจากการออกแบบระบบของแบบจำลองสถานการณ์ให้ถูกต้องตรงกับระบบความเป็นจริงมากที่สุดเพื่อลดค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

2.6.3 ขั้นตอนในการทำโครงการแบบจำลองสถานการณ์ (Approach to Simulation Project)

เพื่อให้การทำแบบจำลองสถานการณ์ประสบความสำเร็จ การวางแผนอย่างเป็นระบบ จะทำให้ผลที่ได้ตรงกับเป้าหมายที่ความต้องการและถูกต้อง ซึ่งขั้นตอนในการทำโครงการแบบจำลองสถานการณ์ สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 4 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนสามารถแบ่งเป็นรายละเอียดได้อีกดังนี้ (ดูรูปที่ 2.16)

1. การกำหนดโครงการ (Project definition)

1.1 การกำหนดเป้าหมายของโครงการ (Establish objectives) เช่น

- การเพิ่มผลผลิต 20%
- การลดสินค้าคงคลังในขบวนการผลิต (Work in process) 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การหาจำนวน AGVs (Automated Guided Vehicle Systems) ที่ต้องการ

1.2 ขอบเขตของโครงการ (Scope of Project) การกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของโครงการที่จำเป็น เพื่อบรรลุเป้าหมายของการทำโครงการอย่างถูกต้อง

1.3 ข้อมูล (Data Collection) การเก็บ, การประเมิน, การคาดคะเนข้อมูล เพื่อใช้ในการประมวล

2. การสร้างและการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ (Model building and testing)

2.1 การร่างแบบจำลองสถานการณ์ (Structure Model) การร่างแบบจำลองอย่างคร่าวๆ ก่อนการสร้างแบบจำลองแบบจำลองบนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation software)

2.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Build Model) การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ควรสร้างเป็นระบบเล็กๆ แล้วตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะๆ จนกระทั่งพัฒนาระบบใหม่เพื่อความมั่นใจในการสร้างแบบจำลองอย่างถูกต้อง

2.3 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Validate Model) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์แบบจำลองสถานการณ์ หลังการเสร็จสิ้นการสร้างแบบจำลองซึ่งสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลจริงๆ ข้อมูลในอดีต, การประเมินผลจากผู้ที่มีประสบการณ์, เปรียบเทียบกับแบบจำลองประเภทอื่น เช่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ แบบจำลองสถานการณ์ชนิดอื่น เป็นต้น

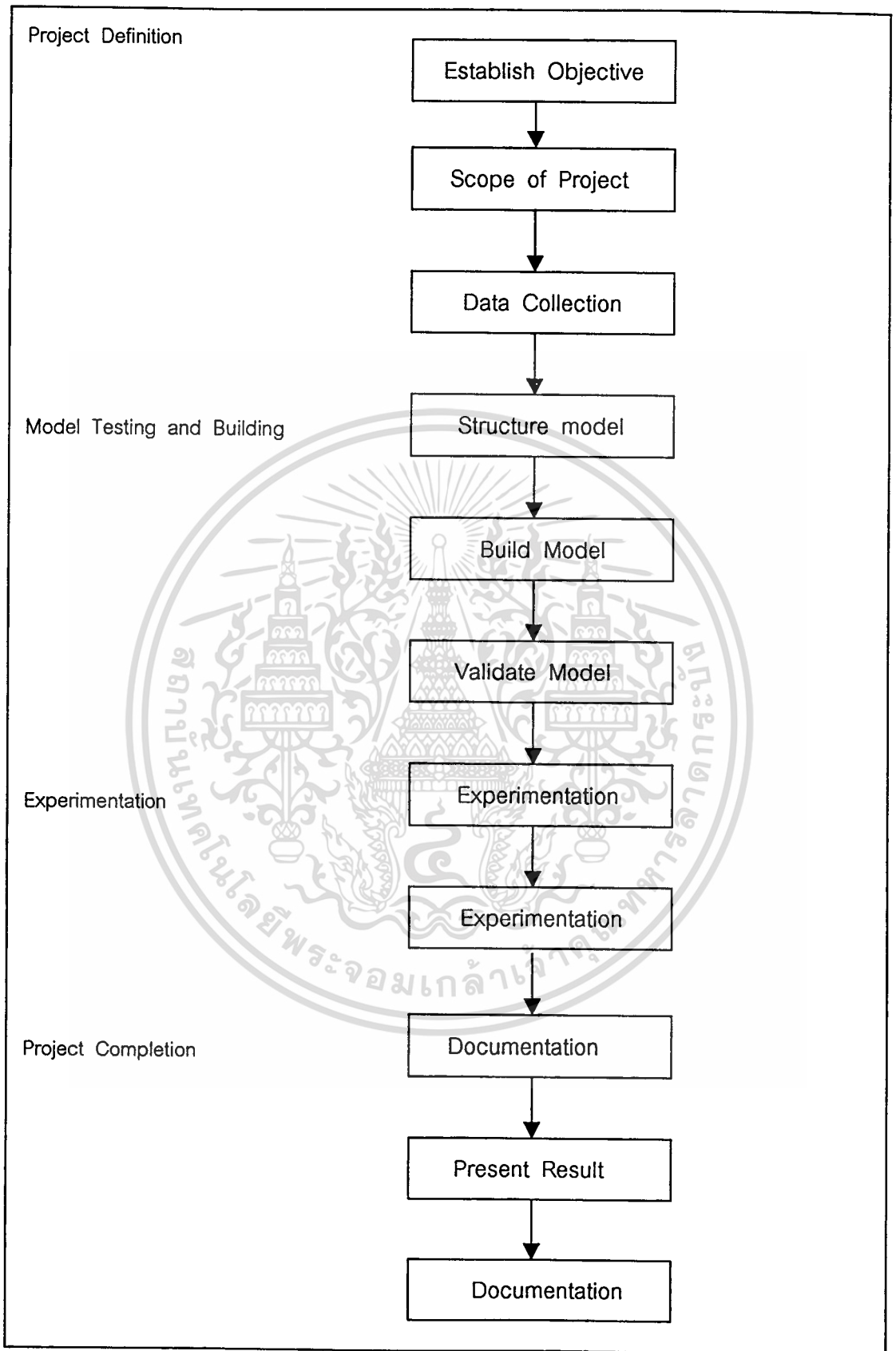
3. การประเมินผล (Experimentation) ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึง

3.1 Warm up period เป็นการประเมินผล Warm up period ที่เหมาะสม โดยเริ่มสภาวะการทำงานที่เวลาเท่ากับศูนย์ของแบบจำลองสถานการณ์ แล้วหาช่วงเวลาที่ผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงที่ หรือ Warm up period เป็นเวลาที่ทำให้ระบบอยู่ในสภาวะที่สมดุล

3.2 Run length เป็นการกำหนดระยะเวลาในการประเมินผลแบบจำลองสถานการณ์

3.3 Number of replication เป็นการกำหนดจำนวนครั้งที่ใช้ในการประเมินผลแบบจำลองสถานการณ์ด้วยการใช้ Random number ที่ต่างกัน

4. การเสร็จสิ้นโครงการทำแบบจำลองสถานการณ์ (Project completion) ควรมีทำรายงาน (Documentation) สรุปผลและข้อเสนอแนะระบบที่ทำแบบจำลองสถานการณ์ (Present Result) เพื่อพิจารณาตัดสินใจในการทำโครงการให้เกิดขึ้นจริง (Implementation)



รูปที่ 2.16 แสดงขั้นตอนในการทำโครงการแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 การประยุกต์การใช้งานแบบจำลองสถานการณ์

การศึกษาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีการพัฒนามาจากการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น (Probability) เช่น Monte Carlo Simulation เป็นต้น ต่อมาจึงได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ เช่น FORTRAN, BASIC, COBOL, MP และ PASCAL เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีหลายบริษัทต่างพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้อย่างมากมาย เช่น SIMAN, AUTOMod, ProModel, SIMFACTORY, WITNESS, XCELL และอื่นๆ จึงทำให้มีผู้สนใจนำแบบจำลองสถานการณ์นี้มาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การศึกษาเกมทางด้านทหาร, การลดวงจรการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม, การวางแผนเพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร, การลดสินค้าคงคลังในกระบวนการผลิต, การวิเคราะห์ด้านการลงทุน เป็นต้น

ตัวอย่างการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้มีผู้สนใจได้ทำการวิจัยแล้ว ได้แก่ แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงาน Motorola (USA) โดย Harry Green ในเดือนตุลาคม ปี 1992

การลดวงจรการผลิต (Cycle time) โดยการใช้ Witness Simulation ของบริษัท National Semiconductors (Maylasia) ศึกษาโดยบริษัท CIMTEK (Singapore) ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 1993

แบบจำลองสถานการณ์ของระบบ AGVs (Automated Guided Vehicle Systems) และระบบสายพาน (Conveyors) โดย Davis และ Henriksen และ Schriber ในปี 1980

ส่วนการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยเพิ่งมีวิชาที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยและมีบริษัทเอกชนบางแห่งนำมาใช้ ในระยะ 5-6 ปี ที่ผ่านมานี้เอง เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูปของแบบจำลองสถานการณ์ในเชิงธุรกิจมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป ส่วนในสถานการศึกษาหรือมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่จะเป็นแบบจำลองสถานการณ์เพื่อการศึกษาที่มีความสามารถที่จำกัดกว่าโปรแกรมสำเร็จรูปในเชิงธุรกิจและมีราคาที่ถูกลงอย่างมาก

2.6.5 ข้อดีของการใช้แบบจำลองสถานการณ์(Advantage of Simulation)

การจำลองสถานการณ์ สามารถทำให้เราได้รับความเข้าใจอย่างต่อแท่เกี่ยวกับระบบงาน ว่าตัวแปรใดในระบบงานที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อสมรรถนะของระบบงาน และยังทราบอีกด้วยว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานเกิดปฏิกริยาต่อกันอย่างไร

สมมติฐานเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เรายังไม่ทราบว่าจะสามารถหาคำตอบโดยการประมาณการ หรือสามารถได้รับการทดสอบสำหรับความเป็นไปได้ในการเกิด โดยการจำลองสถานการณ์

สามารถนำการจำลองสถานการณ์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหา และประเมินผลกับระบบงานที่มีความซับซ้อนที่ไม่สามารถจะอธิบายได้โดยวิธีการวิเคราะห์อื่น ๆ

สามารถที่จะดำเนินการทดสอบ Hardware ที่ออกแบบใหม่ ๆ การจัดวางผังทางกายภาพที่ออกแบบใหม่ ระบบการขนส่งที่ออกแบบใหม่ เป็นต้น เพื่อทราบผลลัพธ์จากการออกแบบใหม่ ก่อนที่จะมีการจัดสรรทรัพยากร หรือเครื่องมือเครื่องใช้ใหม่ ๆ เพิ่มเติมให้กับระบบงานที่จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า

สามารถประหยัดเวลาในการวิเคราะห์เพราะว่าเราสามารถควบคุมเวลาได้โดยการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นอุปกรณ์ช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งใช้เวลาเพียงไม่ถึงชั่วโมงในการวิเคราะห์ และสามารถเร่งความเร็ว หรือชะลอความเร็วในการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจะทำการศึกษา แต่ถ้าหากไปทดลองกับระบบงานจริง อาจจะต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์เป็นวัน เดือน กว่าที่จะได้ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ

สามารถใช้ในการกำหนดนโยบายใหม่ กำหนด โครงสร้างออกแบบการทำงาน มีบทบาทช่วยในการตัดสินใจสำหรับโครงการต่าง ๆ กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน กำหนดโครงการการจัดองค์การ กำหนดการไหลของข้อมูลข่าวสาร ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถทดลองโดยใช้แบบจำลองปัญหา โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือน หรือเกิดความยุ่งยากกับระบบงานจริงที่กำลังดำเนินการอยู่

มีความสะดวก รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองสถานการณ์เพื่อกำหนดแนวทางเลือกอื่น ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อการใช้งาน

การจำลองสถานการณ์ ทำให้ไม่ต้องไปทดลองกับระบบงานจริง ซึ่งเราสามารถทดลองได้กับเงื่อนไขต่าง ๆ ทุกรูปแบบ และสามารถควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทดลองให้มีความคงที่ได้

จุดคับคั่งของงานสูง (Bottle Neck) ในสายงานผลิตระบบการขนส่งสินค้า และในระบบงานอื่น ๆ สามารถจะรู้ได้โดยการจำลองแบบปัญหา

จากการจำลองสถานการณ์ยังเป็นประโยชน์สำหรับระบบงานที่ยังไม่ได้มีอยู่จริง หรือระบบงานที่เรามีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับมันอยู่อย่างจำกัด ซึ่งเราสามารถทดลองได้ในจำลองปัญหา โดยสามารถออกแบบให้เป็นไปตามแนวความคิด และเงื่อนไขของตัวแปรต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมี

เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับการศึกษ และฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึง

ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงานรวมทั้งผลที่เกิดขึ้น เมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.6.6 ข้อเสียของแบบจำลองสถานการณ์ (Disadvantage of Simulation)

แบบจำลองสถานการณ์ไม่สามารถประมวลผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดได้ (Optimum solution)

2.7 อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ (ฉัตรชัย จรัสนิมพลีกุล.2542)

ในปัจจุบัน ความต้องการของตลาดเครื่องปรับอากาศได้มีการเปลี่ยนแปลง และมีการแตกขยายตัวไปอย่างมากมาย ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความซับซ้อนของตลาดมากยิ่งขึ้น ประดิษฐ์กรรมจากการค้นคว้าใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยี จึงได้ถูกนำออกสู่ตลาดในอัตราที่รวดเร็วมาก สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศนั้น เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่อยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและตลาดให้มากขึ้น ดังนั้นตลาดเครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน จึงมีการแข่งขันที่เพิ่มสูงมากขึ้นและรุนแรง แต่ละองค์กรจึงต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหนือกว่าอย่างเร่งด่วน ทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพในอัตราการผลิต การจัดการ และการตลาด การใช้ กลยุทธ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดการเพื่อความอยู่รอด ต่อไป

2.7.1 สภาวะการณ์การผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ

การผลิตเครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน ประเทศไทยสามารถผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า และยังสามารถผลิตเพื่อการส่งออกได้ตั้งแต่ปี 2527 เป็นต้นมา การผลิตในปัจจุบันเป็นลักษณะประกอบชิ้นส่วนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เฉลี่ยประมาณร้อยละ 80 ของมูลค่าวัสดุทั้งหมด โดยชิ้นส่วนนำเข้าที่สำคัญได้แก่ คอมเพรสเซอร์ น้ำยาทำความเย็น ท่อทองแดง มอเตอร์และเทอร์โมสตัท จากญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และเยอรมัน สำหรับส่วนประกอบและชิ้นส่วนที่ผลิตได้เองภายในประเทศได้แก่ สี สายไฟ ยางแผ่น อุปกรณ์พลาสติก แผ่นอลูมิเนียม พัดลม ใบพัด คอยล์ร้อนและคอยล์เย็น (CONDENSING COIL AND COOLING COIL) เครื่องปรับอากาศที่ผลิตในประเทศส่วนใหญ่จะมีทั้งผู้ผลิตชาวไทยภายใต้เครื่องหมายการค้าของตนเอง เจาะกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลาง และการร่วมทุนกับญี่ปุ่น อเมริกา ยุโรป ภายใต้เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตในประเทศนั้น ๆ ซึ่งได้แก่ มิตซูบิชิ , แครีเรีย , ซันโย , เนชั่นแนล , ยอร์ค , ไดกิน , โกลด์สปอร์ต และแอร์โรมาสเตอร์ เจาะกลุ่มผู้มีรายได้สูง โดยมีส่วนแบ่งตลาดรวมกันถึงร้อยละ 85 ของยอดจำหน่ายทั่วประเทศ โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต จะอยู่ในระดับปานกลาง ในปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศอยู่ประมาณ 50 ราย ตารางที่ 2.3 แสดงจำนวนโรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ ที่มีทุนจดทะเบียนอยู่ในระหว่าง 1 ล้านบาท ถึง 60 ล้านบาท ซึ่งโรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศแต่ละรายจะมีการแข่งขันกันในเรื่องคุณภาพ และการพัฒนารูปแบบเครื่องปรับอากาศให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 โรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศที่มีทุนจดทะเบียนระหว่าง 1 ล้านบาท – 60 ล้านบาท

ชื่อโรงงาน	ทุนจดทะเบียน (บาท)	กำลังการผลิต (เครื่อง/ปี)	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต
1. บ.ยูนิแพปอ็ควิปเมนต์ จำกัด	50,963,000	476 474 13	คอนเดนซิ่งยูนิต แฟนคอยล์ยูนิต แอร์คูลซิดเลอร์ ยี่ห้อ : MIRAGE, UNIAIRE, PHILIPS, YORK, WHIRLPOOL
2. บ.กันยงอิเลคทริกแมนูแฟค เจอร์ริง จำกัด	42,000,000	2,800 15,000 15,000	เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า พัดลม, ตู้เย็น
3. บ.ชันโยยูนิเวอร์แซลอิเลคทริก จำกัด (มหาชน)	39,014,622	ไม่ระบุ	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ : SANYO, SINGER, MIRAGE
4. บ.แอร์โรมาสเตอร์กรุ๊ป จำกัด	36,200,000	23,000 45,000 45,000	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ : AEROMASTER คอยล์เย็น คอยล์เย็น
5. บ.ไพรัชพัฒนาอุตสาหกรรม โทรล จำกัด	27,000,000	1,000	ชิ้นส่วนและเครื่องปรับ อากาศ ยี่ห้อ: FRESH, TOYO DAIMAON
6. บ.ซี เอ็น อี เอ็นจิเนียริง จำกัด	20,000,000	2,000 3,000 500	แอร์หน้าต่าง แอร์แยกส่วนเล็ก แอร์แยกส่วนใหญ่ ยี่ห้อ: SUPREME, GREEN
7. บ.เอ พี เนชั่นแนล อิเลคทริก จำกัด	15,700,000	2,400	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ : NATIONAL

ที่มา : กองควบคุมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 แนวโน้มของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ

จากสภาวะการณ์การผลิตที่กล่าวมา ตลาดเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กและขนาดกลางที่ใช้ตามบ้านเรือน (ขนาด 12,000-25,000 บีทียู) จะเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุด โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตลาดในประเทศจะได้แก่ การขยายตัวของธุรกิจก่อสร้าง ภาวะเศรษฐกิจและสภาพอากาศ สำหรับภาวะอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ในช่วงไตรมาสที่ 2 ของปี 2544 (เม.ย.-มิ.ย.) ภาวะอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นในประเทศไทย ยังคงมีอัตราการขยายตัวที่เพิ่มขึ้นทั้งปริมาณการผลิต และการส่งออก ไม่ว่าจะเป็นสินค้าเครื่องปรับอากาศ ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็น จากข้อมูลศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ ได้รายงานตัวเลขการส่งออก ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญในช่วงครึ่งปี 2544 (ม.ค.-มิ.ย.) ของสินค้าเครื่องปรับอากาศได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สเปน สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ กรีซ และสหรัฐอเมริกา โดยประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดส่งออกที่มีอัตราการขยายตัวมากที่สุดเมื่อเทียบกับครึ่งปี 2543 ขยายตัวเพิ่มขึ้นมากในอัตราร้อยละ 48.9 เนื่องจากผู้ผลิตต่างเร่งปรับปรุงคุณภาพสินค้า โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเต็มที่ เช่นมีเครื่องฟอกอากาศภายในตัวเน้นการประหยัดไฟฟ้า ด้านการนำเข้ายังคงมีอยู่ในเครื่องปรับอากาศคุณภาพดี ที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ และเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับตลาดส่งออกมีการขยายตัวสูงมากในช่วง 3-4 ปี ที่ผ่านมา ตลาดหลักได้แก่ ญี่ปุ่น ฮองกง สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา และตลาดที่เริ่มทวีความสำคัญได้แก่ ตลาดแถบตะวันออกกลาง และอินโดจีน ทำให้คาดว่าปี 2545 จะมีการส่งออกเครื่องปรับอากาศและส่วนประกอบเพิ่มขึ้นจากปี 2544 (สุนันทา จีระเวสน์วัฒน์.2544:35)

2.7.3 ปัญหาและอุปสรรคในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ

1 อุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศของไทย ยังต้องพึ่งพารัสตุ และชิ้นส่วนอุปกรณ์จากต่างประเทศส่วนใหญ่ ในช่วงที่วัสดุขาดแคลนหรือมีราคาสูงจะมีผลกระทบต่อการผลิตและส่งออก

2 ประสบกับการแข่งขันกับประเทศคู่แข่งสำคัญ ได้แก่ มาเลเซีย สาธารณรัฐเกาหลี เม็กซิโก ในตลาดญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป เป็นต้น

3 ตลาดสหภาพยุโรปประสบภาวะเศรษฐกิจถดถอย ทำให้กำลังซื้อตกลงไปมากแต่ในระยะ 3-5 ปี ข้างหน้าคาดว่าเศรษฐกิจจะฟื้นตัวได้ซึ่งจะทำให้การส่งออกผลิตภัณฑ์เข้าไปในตลาดดังกล่าวดีขึ้นด้วย

ข้อได้เปรียบของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ คือเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถพัฒนาศักยภาพในการผลิตและการตลาดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยสามารถทำการผลิตได้อย่างมีมาตรฐานภายใต้เครื่องหมายการค้าของตนเอง

สู่ทางการขยายตลาดยังเห็นได้ชัดโดยเฉพาะตลาดแถบ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะที่ออกให้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชื่อโรงงาน	ทุนจดทะเบียน (บาท)	กำลังการผลิต (เครื่อง/ปี)	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต
8. บ.แชฟ-ไพร์ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด	9,160,000	1,000	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ: SAPPHIRE, CHILLER,CARRIER
9. บ.วิลตันเยเนอเรชั่น จำกัด	8,200,000	380	เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์เครื่อง ปรับอากาศยี่ห้อ: WILLSON,FUSION
10.บ.ไทคุนเอ็นจิเนียริง จำกัด	8,000,000	150	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ:WONDERAL, CENTRAL, WESTCOOL
11. บ.บิทไวส์(ประเทศไทย) จำกัด	7,100,000	1,000	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ:FAIR,WESTON, CENTRAL AIR
12. บ.เอช เอ วี วิศวกรรม จำกัด	4,600,000	ไม่ระบุ	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ: MECH COOL
13. บ.แอมแอร์ จำกัด	6,580,000	4,400	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ:TRANE, AMERICAN STANDARD
14. บ.ศิริพงษ์ อุตสาหกรรม เครื่องเย็น จำกัด	3,400,000	900	เครื่องปรับอากาศ
15. บ.สยามเออาร์ ไอ จำกัด	1,900,000	600	เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ:YORK, SINATOR EMPEROR, MITSUBISHI

ที่มา : กองควบคุมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะวันออกกลางที่มีอำนาจซื้อสูงและยังไม่มีเงินไขของมาตรฐานสินค้าในระดับสูง ข้อเสียเปรียบของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศคือ ผู้ผลิตบางรายได้อาศัยช่องโหว่ของกฎหมายดำเนินการผลิตไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการแข่งขันอย่างไม่เป็นธรรมขึ้นในอุตสาหกรรมนี้ แต่คาดว่าในอนาคตการแข่งขันด้านคุณภาพจะเป็นตัวจำกัดศักยภาพของผู้ผลิตที่ด้อยความสามารถไปในที่สุด นอกจากนี้ ผู้ผลิตรายย่อยยังขาดประสบการณ์ด้านการตลาดต่างประเทศ สำหรับแนวโน้มตลาดเครื่องปรับอากาศยังมีช่องทางขยายตัวที่ดีอยู่ โดยผู้ผลิตชาวไทยจะมีการพัฒนาคุณภาพการผลิตของตนเองเพื่อขยายตัวเข้าสู่ ตลาดที่ต้องการสินค้าคุณภาพดี และผู้ผลิตรายย่อยก็จะขยายฐานสู่ตลาดใหม่ ๆ ที่ยังมีความต้องการสินค้าอีกเป็นจำนวนมาก โดยสามารถเข้าไปขยายส่วนแบ่งตลาดได้

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณการผลิตและจำหน่ายเครื่องปรับอากาศ รายไตรมาส ปี 2543-2544

ไตรมาส	ปริมาณการผลิต	ปริมาณการขาย		มูลค่าการขาย	
		ในประเทศ (เครื่อง)	ส่งออก (เครื่อง)	ในประเทศ (ล้านบาท)	ส่งออก (ล้านUSD)
ไตรมาส 1/2543	1,159,139	48,869	969,358	686.3	251.5
ไตรมาส 2/2543	1,103,317	50,985	1,097,656	783.3	266.7
ไตรมาส 3/2543	632,264	40,162	594,346	501.3	155.9
ไตรมาส 4/2543	543,609	25,147	591,447	397.7	144.7
รวมทั้งปี 2543	3,441,329	165,163	3,252,807	2,368.7	818.8
ไตรมาส 1/2544	1,465,016	75,604	1,336,037	791.2	302.2
ไตรมาส 2/2544	1,289,656	90,772	1,329,358	1,007.4	284.6

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

หมายเหตุ จาก 11 บริษัท

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาณการผลิตคอมเพรสเซอร์สำหรับตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศรายไตรมาสปี 2543-2544

ไตรมาส	ปริมาณการผลิต	ปริมาณการขาย		มูลค่าการขาย	
		ในประเทศ (เครื่อง)	ส่งออก (เครื่อง)	ในประเทศ (ล้านบาท)	ส่งออก (ล้านUSD)
ไตรมาส 1/2543	1,734,532	775,346	998,065	1,442.6	87.9
ไตรมาส 2/2543	1,738,834	726,276	946,313	1,487.0	79.6
ไตรมาส 3/2543	1,482,584	556,694	754,830	1,015.2	47.7
ไตรมาส 4/2543	1,468,693	731,636	838,477	1,348.2	65.2
รวมทั้งปี 2543	6,424,643	2,789,952	3,537,685	5,293.0	280.3
ไตรมาส 1/2544	1,887,404	864,583	1,100,315	1,526.8	93.5
ไตรมาส 2/2544	2,009,324	881,412	1,151,047	1,698.6	88.5

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

หมายเหตุ ข้อมูลจาก 7 บริษัท

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน ของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็นของไทย ในช่วงไตรมาสแรกของปี 2544 (ดูตารางที่ 2.4-2.5) จะพบว่าหากกลุ่มธุรกิจสามารถมุ่งเน้นการสร้างศักยภาพในส่วนที่เป็นจุดแข็ง และอาศัยโอกาสในการหาแหล่งตลาด รวมถึงมีการร่วมมือกันอย่างจริงจังในลดข้อด้อยของธุรกิจ โดยอาศัยการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็นของไทย ย่อมมีแนวทางในขยายตัวได้อีกทั้งในตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ อย่างแน่นอน (ดูตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 วิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายใน และภายนอกองค์กร (SWOT Analysis)

SWOT กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นของไทย	
หัวข้อ	กลยุทธ์และมาตรการ
จุดแข็ง (Strengths) <ul style="list-style-type: none"> - ความหลากหลายของสินค้า - ทักษะของแรงงาน - ธุรกิจประกอบ เช่น Compressors, Copper Tube, Motors, Sheet Metal and etc. - ผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นธุรกิจขนาดกลาง และขนาดเล็กทำให้มีความคล่องตัวสูง - ความสามารถในการแข่งขัน 	<p>ควบคุมคุณภาพให้เป็นที่พอใจของลูกค้า</p> <p>เพิ่มยอดขายโดยการเปิดตลาดการค้าส่งออกต่างประเทศ</p>
จุดอ่อน (Weaknesses) <ul style="list-style-type: none"> - มาตรฐานของสินค้า - การแข่งขันด้านราคา - การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ - ขาดความรับผิดชอบของผู้ผลิตบางราย และการไม่มีบทลงโทษต่อผู้กระทำความผิด 	<p>เพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดในตัวผลิตภัณฑ์ โดยมีแนวร่วมในการพัฒนาพัฒนาและวิจัยด้านการออกแบบ</p>
โอกาส (Opportunities) <ul style="list-style-type: none"> - ตลาดสินค้าใหม่ เช่น Latin America, Eastern Europe - Air Conditioners Part Center - Nation Brand - ตลาดสินค้าสำหรับผลิตและส่งออกของ Brand Name ต่างประเทศ 	<p>ปรับปรุงกระบวนการทางศุลกากร</p>
อุปสรรค (Threats) <ul style="list-style-type: none"> - สงครามด้านราคา - มาตรฐานของสินค้า - เทคโนโลยีการผลิตต้องตามผู้ผลิตต่างประเทศ 	

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เครื่องปรับอากาศ

ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศที่สำคัญมีดังนี้ (ภาคผนวก)

- | | |
|----------------------|---|
| 1. คอมเพรสเซอร์ | 9. ท่อทองแดง |
| 2. คอนเดนเซอร์ | 10. น้ำยาฟรอน |
| 3. วาล์วเทอร์โม | 11. แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก |
| 4. ฟिलเตอร์ทรายเออร์ | 12. แผ่นพลาสติก |
| 5. อีวาพอเรเตอร์ | 13. เทอร์โมสตัต |
| 6. มอเตอร์ | 14. อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ น๊อต สกรู สี และสายไฟฟ้า |
| 7. พัดลม | |
| 8. ตัวควบคุม | |

หน้าที่ต่าง ๆ ของส่วนประกอบสำคัญของเครื่องปรับอากาศ พอสรุปได้ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ หรือเครื่องอัด เป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญอันหนึ่งของระบบเครื่องทำความเย็นซึ่งทำหน้าที่ในการดูดและอัดน้ำยาในสถานะแก๊ส โดยจะเป็นตัวอัดน้ำยาเคมีให้มีความดันสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็จะทำให้น้ำยาเคมีมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามไปด้วยและจะทำให้น้ำยาเคมีเปลี่ยนสภาพจากของเหลวหลายเป็นแก๊สที่มีความดันสูง ซึ่งคอมเพรสเซอร์ที่มีประสิทธิภาพต้องทำงานโดยมีการสูญเสียความดันจากการรั่วของแก๊สและใช้กำลังในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์น้อยที่สุด

2. คอนเดนเซอร์ หรือ อุปกรณ์ควบแน่น คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทำให้น้ำยาทำความเย็นในสถานะแก๊สที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงที่ถูกอัดตัวส่งมาจากคอมเพรสเซอร์เพื่อกลั่นตัวให้เป็นน้ำยาเหลวภายในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออก แต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่โครงสร้างของคอนเดนเซอร์จะประกอบด้วยชุดท่อทองแดงหรืออลูมิเนียมและมีครีปเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาในคอนเดนเซอร์

3. วาล์วเทอร์โม ทำหน้าที่เปลี่ยนความดันของแก๊สเหลวให้ลดลง และเปลี่ยนสถานะของแก๊สเหลวเป็นแก๊สระเหย

4. ฟिलเตอร์ทรายเออร์ ทำหน้าที่ดูดความชื้นออกจากแก๊สที่อยู่ในสภาพของเหลวโดยฟिलเตอร์จะทำด้วยสารซึ่งสามารถให้น้ำยาทำความเย็นผ่านได้แต่จะป้องกันฝุ่นผงหรือสิ่งสกปรกอื่นที่ติดมากับน้ำยาทำความเย็นในระบบไม่ให้ผ่านไปได้ ส่วนทรายเออร์หรือสารดูดซับความชื้นที่พบใช้กับทั่วไปมี ซิลิกาเจล แคลเซียมซัลเฟต อลูมิเนียมเจล เป็นต้น ซึ่งสารดูดซับความชื้นทุกชนิดที่กล่าวมานี้จะมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น ตะกอนและกรดออกจากน้ำยาที่ไหลเวียนอยู่ในระบบ เมื่อฟिलเตอร์อยู่ในตัวเดียวกันกับทรายเออร์แล้วจะเรียกรวม ๆ กันว่า ฟिलเตอร์ทรายเออร์

5. อีวาพอเรเตอร์ หรือคอยล์เย็นทำหน้าที่ดูดซับปริมาณความร้อนจากบริเวณหรือเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่น้ำยาทำความเย็นภายในระบบตรงบริเวณนี้จะเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะดูดซับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินน้ำยาเข้าไปยังน้ำยาในระบบทำให้อุณหภูมิโดยรวมอีวาพอเรเตอร์ลดลง

6. มอเตอร์ เป็นตัวทำให้พัดลมทำงานเพื่อระบายความร้อนจากคอนเดนเซอร์หรือที่เรียกว่าคอยล์ร้อนและขณะเดียวกันก็จะเป็นตัวทำให้พัดลมหมุนเพื่อระบายความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์หรือคอยล์เย็นทำให้อุณหภูมิในห้องลดลง

7. พัดลม ทำหน้าที่ระบายความร้อนและระบายความเย็นให้กับคอนเดนเซอร์

8. ตัวควบคุม ประกอบด้วยสวิทช์ที่ใช้บังคับต่าง ๆ เช่น สวิทช์ปิด-เปิดเครื่อง สวิทช์บังคับความเย็น เป็นต้น

9. ท่อทองแดง ใช้สำหรับเป็นทางเดินของน้ำยาเคมีและแก๊สภายในเครื่องปรับอากาศ ท่อทองแดงใหญ่ส่งเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น

10. น้ำยาเคมี เป็นน้ำยาที่มีคุณสมบัติในตัวของมันเองสามารถทำความเย็นได้

11. เหล็กแผ่น ใช้สำหรับประกอบตู้เครื่องปรับอากาศ

12. พลาสติก ใช้ทำหน้าปัทม์หรือกรอบหน้าของเครื่องปรับอากาศ ส่วนใหญ่โรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศจะเป็นผู้สั่งให้โรงงานพลาสติกภายในประเทศปั๊มตามแบบที่กำหนดให้กับโรงงานประกอบเครื่องปรับอากาศโดยตรง

13. เทอร์มิสตัด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยอัตโนมัติ ในขณะที่อุณหภูมิภายในห้องยังสูงอยู่น้ำสัมผัสของเทอร์มิสตัดจะต่ออยู่ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานดูดอัดน้ำยาเคมีซึ่งทำให้เกิดผลความเย็นที่อีวาพอเรเตอร์และเมื่ออุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศลดลงจนถึงจุดที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของเทอร์มิสตัดจะแยกจากทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน จนกระทั่งอุณหภูมิในห้องปรับอากาศสูงขึ้นอีกหน้าสัมผัสของเทอร์มิสตัดจะต่ออีกครั้งหนึ่งทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานใหม่ซึ่งเป็นการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยอัตโนมัติ

2.8.1 กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตสามารถแบ่งออกเป็นแผนกได้ (ดูรูปที่ 2.17) ดังนี้

แผนกเหล็ก

จะนำเหล็กและสังกะสีส่งเข้าแผนกเหล็กเพื่อทำการตัดบีม พับ เชื่อมและตกแต่งให้เรียบร้อย จากนั้นก็จะผ่านการตรวจเช็คก่อนส่งเข้าพ่นสี

แผนกสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผ่านจากแผนกเหล็กแล้วก่อนจะพ่นสีก็จะมีการทำความสะอาด ล้างน้ำยา ขัดสนิม และชุบน้ำยาป้องกันสนิม แล้วจึงพ่นสีโดยพ่นสีรองพื้นและสีจริงอีกชั้นหนึ่ง หลังจากนั้นจะส่งเข้าห้องอบสีให้แห้งแล้วตรวจสอบสี ถ้าหากยังใช้ไม่ได้ก็จะทำการจัดตกแต่งแล้วส่งกลับเข้าพ่นสีใหม่

แผนกประกอบย่อย

เมื่อพ่นโครมสีแล้วก็นำเข้าแผนกประกอบย่อยเพื่อทำการติดฉนวนต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องประกอบเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย กับโครงตู้และผ่านการตรวจสอบก่อนจะส่งเข้าแผนกประกอบจริง

แผนกประกอบจริง

แผนกนี้จะรวมเอาส่วนประกอบที่ไม่ต้องผ่านแผนกประกอบย่อยจากนั้นก็ทำการดูอากาศในตัวเครื่องทั้งหมดให้เป็นสูญญากาศ ซึ่งเรียกการทำเช่นนี้ว่า แวกคัม (VACUUM) แล้วจากนั้นจึงอัดน้ำยาเคมีเข้าเครื่องและเช็คความเรียบร้อยของระบบต่าง ๆ

แผนกควบคุมคุณภาพ

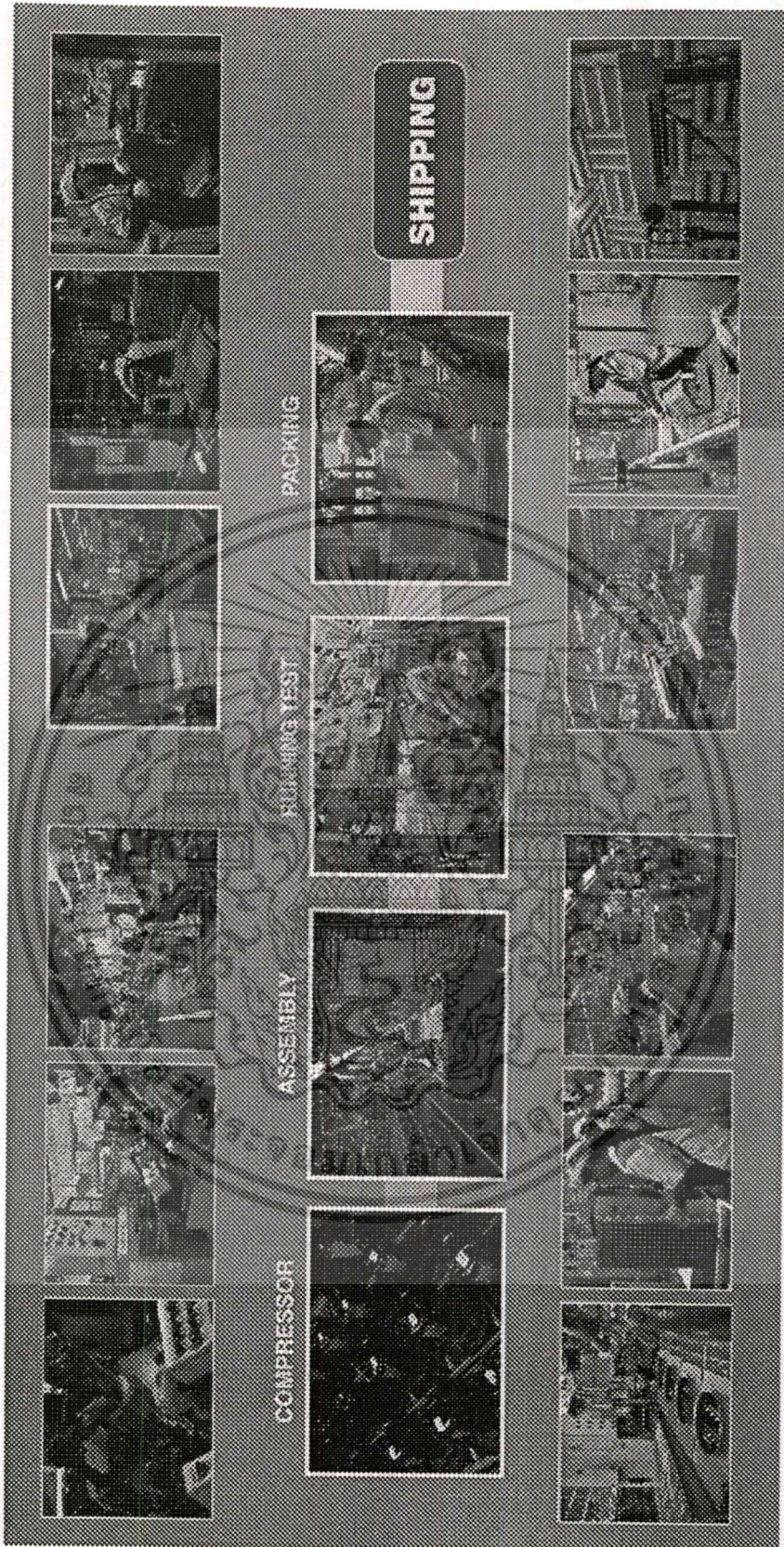
เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพจนได้มาตรฐานตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดให้มีการตรวจสอบไว้ดังนี้ คือ

1. ตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็น
2. ตรวจสอบรอยรั่วทางไฟฟ้า และทดสอบความต้านทานไฟฟ้าแรงสูง
3. ตรวจสอบหาความเร็วรอบของพัดลม
4. ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสตัท และสวิตช์ควบคุมความดัน
5. ตรวจสอบรอยรั่วของน้ำยาเคมีในวงจรของเครื่อง

หลังจากตรวจสอบเรียบร้อยแล้วก็ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งตรวจสอบสีต่าง ๆ ก่อนจะส่งเข้าแผนกบรรจุต่อไป

แผนกบรรจุ

เครื่องปรับอากาศที่ทดสอบเรียบร้อยแล้วจะบรรจุกล่องและส่งเข้าแผนกพัสดุเพื่อรอการจำหน่าย



รูปที่

2.17

แสดง

แผนงาน

ต่างๆของ

การผลิต

เครื่อง

ปรับ

อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ผลิตขึ้นภายในประเทศสามารถจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการติดตั้ง การใช้งาน และขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่กำหนดไว้เป็นตัน (1 ตัน = 12,000 บีทียู) ได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type)

เครื่องปรับอากาศแบบนี้เป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กโดยมีอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบอยู่ในเครื่องเดียวกัน ภายในตัวเครื่องประกอบด้วยวงจรการทำความเย็นและวงจรการหมุนเวียนของอากาศในตัว โดยมีผนังกันระหว่างส่วนที่หมุนเวียนของอากาศภายในห้องทางด้านอิว้าพอเรเตอร์ และส่วนที่ระบายความร้อนออกภายนอกห้องทางด้านคอนเดนเซอร์ ส่วนใหญ่เป็นระบบที่ทำความเย็นด้วยอากาศและขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบนี้มีขนาดเล็กโดยมีขนาดของการทำความเย็นระหว่าง 6,000-36,000 บีทียูต่อชั่วโมง จึงเป็นที่นิยมทั่วไปสำหรับบ้านเรือนที่อยู่อาศัย เพราะเป็นแบบที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย ซ่อมและบำรุงรักษา

การผลิต : เริ่มจากการประกอบโครงตู้ แล้วนำไปติด บีม พับเชื่อมต่อเป็นรูปโครงตู้ตามขนาดที่ต้องการ แล้วจึงนำอุปกรณ์เข้ามาประกอบในตัวเดียวกันนี้ รวมทั้งเดินสายไฟ เมื่อเสร็จจากการประกอบแล้วก็จะทำเครื่องปรับอากาศนั้นให้เป็นสูญญากาศ แล้วนำไปตรวจสอบความเรียบร้อยเพื่อกันการรั่วไหลของไฟฟ้า ต่อจากนั้นก็ทำการเชื่อมต่อขั้นสุดท้าย ได้แก่การครอบตู้เครื่องปรับอากาศแล้วจึงนำไปแผนกบรรจุหีบห่อเพื่อนำส่งไปจำหน่ายต่อไป

การติดตั้ง : เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่างควรติดตั้งบนหน้าต่างหรือกำแพงที่ติดกับอากาศภายนอกแต่โดยทั่วไปมักจะติดตามช่องวงกบหน้าต่างซึ่งมีการดัดแปลงช่องวงกบให้พอเหมาะกับตัวเครื่อง บางทีก็ต้องเจาะทำแผงกรอบไม้ และวงกบหน้าต่างจะต้องยึดด้วยเดือยเพื่อให้มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของเครื่องและการสั่นสะเทือนได้

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องปรับอากาศแบบนี้เป็นแบบที่แยกส่วนประกอบออกเป็น 2 ส่วน คือ คอยล์ร้อนและคอมเพรสเซอร์ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากห้องที่ต้องการ โดยทั่วไปประกอบขึ้นมา 1 ชุดสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร และอีกส่วนหนึ่ง คือ คอยล์เย็นและลิ้นลดความเย็น ซึ่งประกอบเป็นอีกชุดหนึ่งสำหรับพัดพาเอาความเย็นให้เกิดขึ้นภายในห้อง ส่วนนี้จะติดตั้งภายในตัวอาคาร โดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 12,000-72,000 บีทียู/ชั่วโมง และเป็นที่ยอมรับสำหรับบ้านเรือนอยู่อาศัย ตลอดจนสำนักงานต่าง ๆ เพราะเครื่องปรับอากาศแบบนี้ได้มีการดัดแปลงรูปลักษณะให้เหมาะสมกับสถานที่และง่ายต่อการติดตั้งซึ่งได้ประดิษฐ์ขึ้นมา 3 แบบด้วยกัน คือ

- แบบติดผนัง, ติดตั้งบนเพดาน

- แบบวางกับพื้น
- แบบแขวนข้างฝา

การผลิต : จะมีการประกอบรูปร่างของตัวถังที่จะทำการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน ออกเป็นตู้หนึ่งต่างหากโดยเฉพาะ และจะประกอบตู้ทำความเย็นของคอยล์เย็นต่างหากอีกตัวหนึ่ง โดยเฉพาะเช่นกัน จากนั้นจะมีการตรวจสอบการเดินสายไฟและสิ่งต่าง ๆ ภายในเพื่อป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้าของทั้งสองตู้ แล้วจึงนำไปทำให้เป็นสูญญากาศและทดสอบความเรียบร้อยของเครื่องให้ทำงานประสานกันโดยเครื่องหนึ่งระบายความร้อนออก และอีกเครื่องหนึ่งให้ระบายนเย็นเข้าห้องที่ต้องการ แล้วจึงทำการเชื่อมต่อโยงสองเครื่องให้ทำงานประสานกัน แต่จะแยกเป็นสองตู้อย่างเดิมเมื่อทำการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องดีแล้ว ก็จะมีการบรรจุหีบห่อของเครื่องทั้งสองเพื่อเตรียมส่งไปจำหน่ายอีกทีหนึ่ง

การติดตั้ง : จะติดตั้งส่วนที่ทำความเย็นหรือคอยล์ไว้ในอาคารที่ต้องการทำความเย็น และควรติดตั้งในที่ที่สามารถรับน้ำหนักตัวเครื่องได้ไม่ว่าจะติดผนังหรือแขวนเพดานเพื่อลดการสั่นสะเทือนและเสียงรบกวน สำหรับส่วนที่ระบายความร้อนหรือคอยล์ร้อนติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร และควรติดตั้งให้ไกลกับเครื่องทำความเย็นเพื่อให้ท่อน้ำยาที่ต่อระหว่างเครื่องทั้งสองใช้น้อยที่สุด และสูญเสียความดันเนื่องจากความเสียดทานน้อยที่สุดด้วย

3. เครื่องปรับอากาศแบบมีระบบควบคุมรวมกัน (Central control unit)

เครื่องปรับอากาศแบบนี้เป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ โดยทั่วไปมักใช้ระบบความเย็นด้วยน้ำ และมีท่อส่งความเย็นไปยังห้องต่าง ๆ เป็นแบบที่นิยมใช้กับอาคารพาณิชย์ โรงแรม ศูนย์การค้า หรือใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องปรับอากาศแบบนี้จะมี 2 ลักษณะ ลักษณะแรกจะมีลักษณะเป็นท่อคู่โดยที่ท่อหนึ่งสำหรับส่งความเย็นไปยังห้องต่าง ๆ ของอาคารและอีกท่อหนึ่งจะเป็นท่อที่ดูดความร้อนออกจากห้องออกไป ลักษณะที่สองจะเป็นท่อเดี่ยวซึ่งเป็นทั้งตัวส่งความเย็นและดูดความร้อนออกภายในท่อเดียวกัน เครื่องปรับอากาศแบบนี้มีการผลิตในประเทศน้อยมากส่วนใหญ่เป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งจะมีขนาดการทำความเย็นตั้งแต่ 72,000 บีทียู/ชั่วโมงไป

การติดตั้ง : การติดตั้งภายในอาคารจะต้องเลือกตำแหน่งที่สามารถจ่ายลมเย็นได้ทั่วถึง และเครื่องควรมีท่อลมและหัวจ่ายลมเพื่อให้กระจายลมได้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ เมื่อต้องการปรับอากาศภายในห้องถัดไปด้วยจะต้องต่อลมจากห้องลมไปยังห้องถัดไป ตัวเครื่องปรับอากาศควรอยู่ในทางเดินระหว่างห้องและแต่ละห้องควรมีช่องให้ลมผ่านกลับตามทางเดินระหว่างห้องไปยังเครื่องได้ด้วย

2.9 กรณีศึกษา

สำหรับโรงงานตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยนี้ เป็นโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ การประกอบกิจการในปัจจุบันนี้ ต้องเผชิญกับปัญหาการแข่งขันที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกที นอกเหนือจากนี้ ไม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแข่งขันกันเองระหว่างบริษัทแล้ว ยังขยาย ขอบข่ายไปสู่การแข่งขันกับต่างประเทศอีกด้วย ดังนั้นการบริหารงานในอนาคตจึงมีความยากลำบากยิ่งขึ้น เพื่อให้มั่นใจได้ว่าบริษัทของตนจะยังคงยืนหยัดอยู่รอดและดำรงอยู่ต่อไปในวงการของตน ทางบริษัทจึงพยายามพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา และใช้กลยุทธ์เพื่อความอยู่รอดหลาย ๆ อย่าง กลยุทธ์ที่ทางบริษัทกำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบันคือ การประกันความเชื่อถือให้กับลูกค้าของบริษัท ด้วยการนำมาตรฐานระบบคุณภาพ TIS/ISO 9000 มาใช้กับทางบริษัท อีกทั้งนโยบายคุณภาพที่ทางบริษัทได้วางไว้ว่าจะมีการใช้ระบบการปรับปรุงคุณภาพ (QUALITY IMPROVEMENT SYSTEM) อย่างต่อเนื่อง และการสร้างคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TOTAL QUALITY MANAGEMENT) ซึ่งกลยุทธ์ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นยังไม่สัมฤทธิ์ผลในการนำไปปฏิบัติใช้ แต่ในขณะนี้ความเชื่อถือจะเกิดขึ้นจากการกระทำของบริษัทเอง อันได้แก่ ผลผลิตภัณฑ์ของบริษัท การบริการ ราคา คุณภาพ และปริมาณ

2.9.1 รายละเอียดของโรงงานตัวอย่าง

ADDRESS	700/11 Bang Pakong Industrial Estate Bangna-Trad RD. Km. 57 Chonburi 20000		
CAPITAL	1,300 Million Baht		
INITIAL INVESTMENT	100% Offered from Daikin Industries Ltd.Japan 2,000 Million Baht		
HISTORY	Feb. 1990 : DIT Establishment Dec. 1990 : Building Completed Jan. 1991 : Start Operation Jul. 1991 : Chinese Standard (Room Air-Conditioner) Sep. 1992 : Japanese Industri Standard (JIS) Apr. 1995 : Chinese Standard (Compressor) Nov. 1996 : ISO 9002 Feb. 1998 : ISO 14001		
EMPLOYEE	2,290 Persons (Japanese 21) Ratio of Male and Female 44 : 56 Average age 26 years (as of April 1, 2001) Operation 2 shift (8.00-17.45, 20.00-5.45)		
LAND	205,5000 M ²		
BUILDING	First Factory	22,500	m ²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warehouse (Part)	8,000	m ²
Canopy	3,000	m ²
Canteen	2,100	m ²
Training Center	1,100	m ²
Tent House	5,000	m ²
New Warehouse (Product)	14,000	m ²

NATURE OF THE COMPANY

PRODUCT & CAPACITY

Products	Capacity (Unit/year)
Airconditioner for residential	350,000
Airconditioner for commercial use	70,000
Compressor	500,000

(Export to : Japan, Hong Kong, Singapore, Middle East, ect)

2.9.2 ผังองค์กรของโรงงาน

การจัดโครงสร้างของโรงงานตัวอย่าง จะแบ่งออกเป็นฝ่ายต่าง ๆ 8 ฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายขึ้นตรงกับกรรมการผู้อำนวยการ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละฝ่ายสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ฝ่ายผลิต มีหน้าที่ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศ เช่น ผลิตตัวคอยล์ ผลิตโครงเหล็ก และนำมาประกอบเป็นเครื่องปรับอากาศขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ทางฝ่ายผลิตยังมีหน้าที่ในการวางแผนการผลิตหลังจากที่ฝ่ายขายได้รับใบสั่งซื้อจากลูกค้าอีกด้วย

2) ฝ่ายวิศวกรรม มีหน้าที่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ให้ดีขึ้น และทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา ทำการวางแผนระบบงานและออกแบบการผลิตโดยใช้เครื่อง CNC เป็นการสนับสนุนฝ่ายผลิต

3) ฝ่ายขายและการตลาด มีหน้าที่เกี่ยวกับการหาตลาดใหม่เพื่อเป็นตัวแทนในการจำหน่ายสินค้าจากโรงงาน รับใบสั่งซื้อจากลูกค้า ทำบัญชีเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายจากการขาย

4) ฝ่ายธุรกิจต่างประเทศ มีหน้าที่เกี่ยวกับการหาตลาดต่างประเทศและติดต่อด้านการขายกับต่างประเทศ รวมทั้งมีการพัฒนาธุรกิจในด้านการส่งออกด้วย

5) ฝ่ายบริหารกลาง มีหน้าที่เกี่ยวกับงานด้านธุรการทั้งหมดของบริษัทซึ่งครอบคลุมงานด้านเอกสารต่าง ๆ งานพยาบาล งานสวัสดิการ กิจกรรมแรงงาน รวมถึงการว่าจ้างพนักงาน และนอกจากนี้ยังมีหน่วยงานคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการให้บริการทางด้านข้อมูลสนับสนุนใน

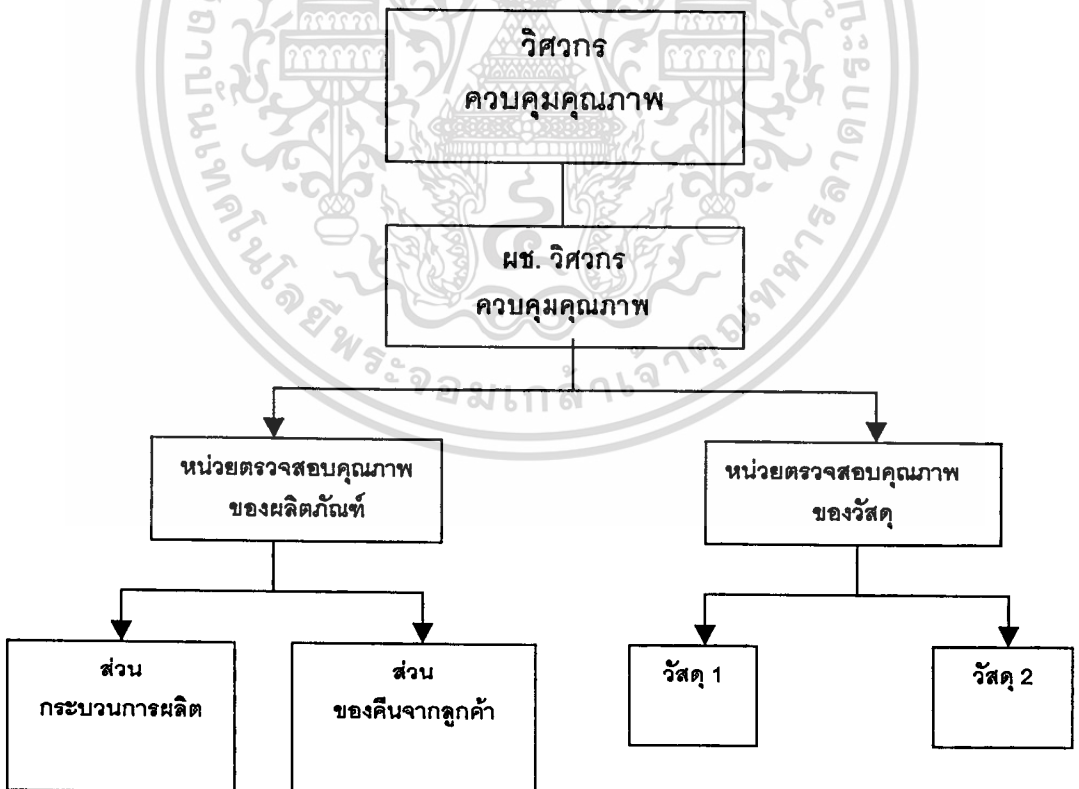
เอกสารต่าง ๆ เช่น ด้านการผลิตให้แก่ฝ่ายผลิต เป็นต้น เขาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ฝ่ายบัญชีและการเงิน มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดทำทางด้านบัญชี การรับ-จ่ายเงินของบริษัท และทำหน้าที่ตรวจสอบบัญชีของบริษัทด้วย

7) ฝ่ายจัดการคุณภาพ มีหน้าที่ในการควบคุมคุณภาพของวัสดุที่จะนำเข้ามาผลิตและประกอบเป็นเครื่องปรับอากาศ ควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จ และยังมีการส่งเสริมกิจกรรมทางด้านคุณภาพขึ้น ในฝ่ายจัดการคุณภาพนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมคุณภาพ และส่วนควบคุมเอกสาร

8) ฝ่ายจัดการวัสดุ มีหน้าที่ในการติดต่อจัดซื้อวัสดุ รวมถึงอะไหล่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งชิ้นส่วนภายในประเทศ และภายนอกประเทศ ตลอดจนการควบคุมสต็อกของวัสดุให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม รวมทั้งการเบิก-จ่ายวัสดุในคลังวัสดุด้วย

และเนื่องจากในการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นผังองค์กรที่ผู้วิจัยจะนำมาทำการศึกษาจึงเป็นผังองค์กรของฝ่ายจัดการคุณภาพ ส่วนควบคุมคุณภาพ (ดูรูปที่ 2.18) ซึ่งมีรายละเอียดของหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้



รูปที่ 2.18 แสดงแผนภูมิองค์กรของแผนกคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิศวกรควบคุมคุณภาพมีหน้าที่ในการรวบรวมการตรวจสอบ พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลสรุปของหน่วยงานที่บังคับบัญชาอยู่ วิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบ ดูแลและให้คำปรึกษาแก่ผู้ใต้บังคับบัญชา ศึกษาวิจัยกิจกรรมทางด้านคุณภาพ

2. ผู้ช่วยวิศวกรควบคุมคุณภาพ มีหน้าที่ในการจัดทำเอกสารที่เป็นมาตรฐานในด้านคุณภาพ ของขั้นตอนการทำงานที่เน้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จัดทำเอกสารการตรวจสอบวัสดุ และเครื่องสำเร็จ จัดทำเอกสารที่ช่วยในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับคุณภาพ ติดตามงานและช่วยปรับปรุงงานกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ เสนอต่อผู้บังคับบัญชา

3. หน่วยตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีหน้าที่ดูแลห้องทดสอบคุณภาพ และทำการสรุปสถิติการ REJECT เครื่องหรือชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานต่อผู้บังคับบัญชา ทำการสรุปการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบเสนอผู้บังคับบัญชาทุกเดือน ดูแลให้คำปรึกษาผู้ใต้บังคับบัญชา และยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 ส่วนกระบวนการผลิต มีหน้าที่ทำการสุ่มตรวจเครื่องที่ทำก่อนนำส่งโกดัง ทำรายงานตรวจสอบแต่ละชิ้นส่วน หรือเครื่องสำเร็จให้ผู้บังคับบัญชาทราบทุกวัน และทำการติดป้าย เมื่อทำการตรวจสอบได้ตามมาตรฐานแล้ว

3.2 ส่วนของคืนจากลูกค้า มีหน้าที่ทำการตรวจสอบแก้ไขเครื่องที่คืนจาก SERVICE และลูกค้า ทำรายงานการตรวจสอบแต่ละชิ้นส่วนหรือเครื่องสำเร็จให้ผู้บังคับบัญชาทราบทุกวัน ทำการติดป้าย เมื่อทำการตรวจสอบได้ตามมาตรฐานแล้ว

4. หน่วยตรวจสอบคุณภาพวัสดุ มีหน้าที่ทำการสรุปการ REJECT ชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานให้ผู้บังคับบัญชาทราบทุกเดือน ทำการสรุปการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ ดูแลปรึกษาแก่ผู้ใต้บังคับบัญชา และยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

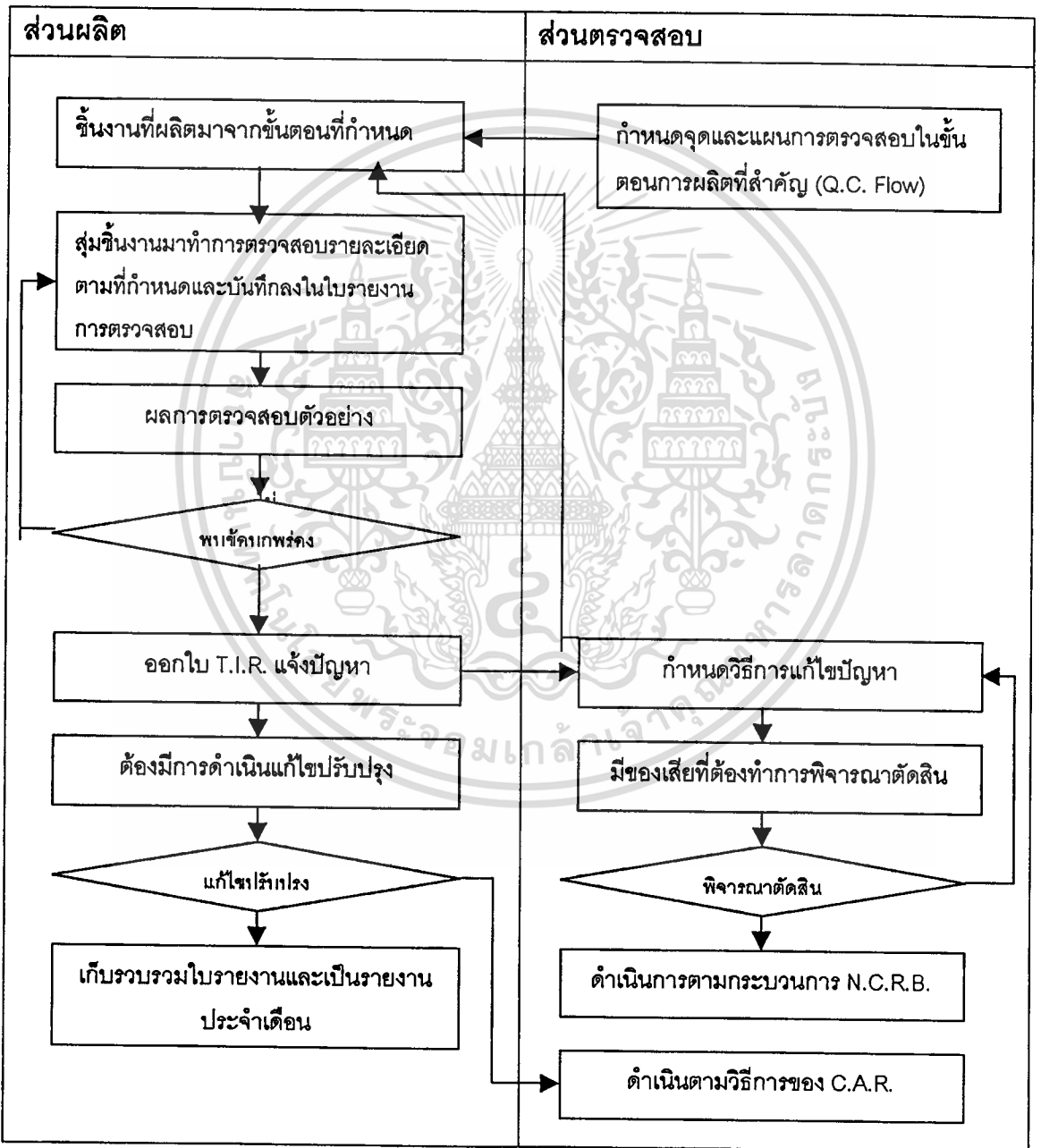
4.1 ส่วนวัสดุ 1 ในที่นี้หมายถึงชิ้นงานประเภทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด มีหน้าที่ทำการตรวจสอบวัสดุจากภายนอก ทำรายงานการตรวจสอบให้ผู้บังคับบัญชา ทำการติดป้ายชิ้นงาน

4.2 วัสดุ 2 ในที่นี้หมายถึงชิ้นงานอลูมิเนียม และโลหะ ทำหน้าที่ตรวจสอบวัสดุจากภายนอก และทำรายงานการตรวจสอบให้แก่ผู้บังคับบัญชา

2.9.3 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต

ปัจจุบันทางโรงงานมีขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต ได้ทำการกำหนดจุดตรวจสอบในกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.19 ซึ่งเป็นวิธีดำเนินการตรวจสอบในกระบวนการผลิต ที่ทางโรงงานได้ระบุไว้ในเอกสารคู่มือคุณภาพ ที่ได้จัดทำขึ้น ตามมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO -9000 และได้ดำเนินงานไปตามที่ระบุไว้ แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้ว การตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การปฏิบัติงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพนักงานในหน่วยผลิต แต่ไม่ได้กำหนดเอาไว้ให้ชัดเจน เพราะลักษณะการผลิตเป็นแบบ JOB SHOP ดังนั้น พนักงานที่ทำการผลิต จึงต้องรับผิดชอบคุณภาพงานของตนเองตามสามัญสำนึกในแต่ละ JOB ที่ตัวเองผลิต แล้วนำไปเก็บไว้ในสต็อกชิ้นงานระหว่างผลิต หรือส่งไปให้หน่วยงานผลิตอื่นต่อไป การที่จะกำหนดจุดตรวจสอบ ขึ้นมาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของงานที่ผลิตได้นั้น กระทำได้กับการตรวจสอบที่เป็นการทดสอบการทำงาน ดัง เช่นที่ทำอยู่กับการทดสอบรอยร้าว/แรงดันของชุดคอยล์ ในกระบวนการผลิตคอยล์ และการทดสอบการทำงานของเครื่องในสายการประกอบเครื่องปรับอากาศในห้องทดสอบคุณภาพ ซึ่งมีความเหมาะสมมาก เพราะการทดสอบที่กล่าวมานั้นเสมือนเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จะขาดไปไม่ได้



รูปที่ 2.19 ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 ระบบการตรวจสอบคุณภาพในห้องทดสอบ (Running Test Room) และแนวทางการเพิ่มผลผลิต

เป็นการทดสอบก่อนขั้นตอนสุดท้ายในการประกอบเป็นเครื่องสำเร็จรูปในส่วนที่เป็นเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง แบบ Condensing Unit โดยเป็นการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของระบบแอร์โดยรวมทั้งหมด ซึ่งทำให้ทราบว่าเมื่อนำชิ้นส่วนและอุปกรณ์หลักต่างๆมาประกอบเข้าด้วยกัน จะมีลักษณะการทำงานเป็นอย่างไร ได้คุณภาพมากน้อยแค่ไหนอันเป็นการทดสอบคุณภาพที่ค่อนข้างยุ่งยาก เพราะต้องอาศัยช่างที่มีประสบการณ์สูงในการเข้าทำทดสอบและใช้เครื่องทดสอบเป็นตัวทดสอบหลัก โดยจะมีหุ่นยนต์ทำหน้าที่ไหลงานให้กับเครื่องทดสอบจากนั้นพนักงานที่ทำการทดสอบจะประกอบสาย Couple และสายไฟแล้วจึง เปิดวาล์วปิดแรงดันเพื่อทำให้เป็นสุญญากาศและทดสอบความเรียบร้อยของเครื่องให้ทำงานประสานกันโดยเครื่องหนึ่งระบายความร้อนออก และอีกเครื่องหนึ่งให้ระบายลมเย็นเข้าห้องที่ต้องการ แล้วจึงทำการเชื่อมต่อโยงสองเครื่องให้ทำงานประสานกัน แต่จะแยกเป็นสองตู้อย่างเดิมเมื่อทำการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องดีแล้ว การทดสอบในห้องนี้จะเป็นลักษณะการทดสอบแบบ 100% โดยเครื่องทุกเครื่องจะทำการทดสอบแบบเดียวกันก่อนไป บรรจุลงขาย การทำงานของเครื่องทดสอบจะสร้างระบบเสมือนจริงให้กับเครื่องปรับอากาศ คือนั่นทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้จริงตามประเภท และความสามารถของแต่ละเครื่อง โดยจะเน้นการทดสอบระบบหลักๆของเครื่อง ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของระบบ
2. อัตราการไหลเวียนและแรงดัน
3. อุณหภูมิทำการ
4. การถ่ายเทความร้อน

ซึ่งวิธีการทดสอบ จะเน้นใช้การทำงานของเครื่องทดสอบเป็นหลัก ซึ่งแต่ละเครื่องจะใช้เวลานานอยู่กับระบบการทดสอบว่ามากน้อย แค่ไหน อย่างไร รวมไปถึงตัวเครื่องทดสอบที่เข้ามาทดสอบในห้องว่าเป็นรุ่นใดด้วย

พนักงานที่ปฏิบัติงานในห้องทดสอบปัจจุบันจะใช้พนักงานที่มีวุฒิการศึกษาในระดับ ปวช. และปวส. เป็นหลัก ซึ่งต้องนำมาฝึกอบรมเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การทำงานในห้องทดสอบจึงเป็นในลักษณะที่เน้นการใช้การทำงานร่วมกันระหว่างคน กับเครื่องจักรเป็นหลัก ปัจจุบันในห้องทดสอบจะมีเครื่องทดสอบตั้งอยู่ทั้งหมด 24 เครื่องแต่ปัจจุบันมีคนทำงานทั้งหมด 3 คน ดังนั้นคนทำงานอย่างต่ำ 1 คนต่อ 8 เครื่องจักร ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เท่าๆกัน และเป็นอัตรา คนต่อเครื่องจักรที่โรงงานคิดว่าเหมาะสมกับกำลังการผลิตในปัจจุบัน และเป็นจุดที่เป็นคอขวดของการผลิต ในอนาคตกำลังการผลิตของโรงงานจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นในระบบการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบจึงเป็นกุญแจสำคัญของการเพิ่มผลผลิตทั้งโรงงาน แนวทางของการเพิ่มผลผลิตในห้องทดสอบมีโอกาสทำได้ คือต้องปรับเปลี่ยนระบบการทดสอบใหม่ แต่จะมีความเสี่ยงอย่างมากในเรื่องของความสำเร็จ และการลงทุนที่มีความเสี่ยงสูงในการจะไม่ประสบความสำเร็จ หรือไม่คุ้มกับการลงทุน เพราะตัวเครื่องทดสอบ และระบบเดิมที่ใช้อยู่เป็นระบบที่สร้าง และพัฒนามาจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นการจะปรับเปลี่ยนระบบใหม่จึงต้องอาศัยช่างหรือเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความสามารถโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นภาระสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายอย่างมากในการจะทำให้สำเร็จ หรือไม่ก็เปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่าเดิม ซึ่งต้องลงทุนใหม่อย่างมากและต้องขึ้นอยู่กับนโยบายของบริษัทในขณะนั้นด้วย ดังนั้นแนวทางการเพิ่มผลผลิตของระบบตรวจสอบคุณภาพในห้องทดสอบจึงต้องมาเน้นที่การปรับเปลี่ยนการทำงานของคนงาน หรือพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ให้มีความสามารถและเหมาะสมกับการทำงานนั่นเอง แต่การปรับเปลี่ยนแนวทางหรือวิธีการปฏิบัติงานใหม่เพื่อการเพิ่มผลผลิตนั้นสามารถมีด้วยกันหลายวิธี แต่กว่าจะได้วิธีที่เหมาะสม และที่สำคัญต้องดีกว่าแบบเดิมนั้น ต้องมีการวางแผน และออกแบบอย่างรอบคอบ เพราะนั่นจะมีผลต่อพนักงานที่ปฏิบัติงานโดยตรง และต้องมีการเรียนรู้ระบบใหม่ และฝึกให้ชำนาญกับระบบใหม่อีก ซึ่งต้องอาศัยเวลามากอันจะนำมาสู่ความเครียดในการปฏิบัติงาน และงานที่ไม่มีคุณภาพได้ในอนาคต เพราะทั้งหมดต้องอาศัยความร่วมมือกันอย่างจริงจัง กอปรกับความเสี่ยงที่จะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นการนำเครื่องมือสมัยใหม่มาช่วยในการบริหารการผลิตจึงเข้ามามีส่วนช่วยในการวางแผน และออกแบบงานนั้นให้ประสบความสำเร็จได้ในอันดับต่อไป

2.10 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไศภภญา จิระชุตติโรจน์ (2537) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาสภาพการผลิต และออกแบบปรับปรุงผังโรงงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้โรงงานผลิตจักรยายนต์แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษาในการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การวางผังโรงงานไม่เหมาะสมและขาดระบบฐานข้อมูลการผลิตที่ดี การวิจัยนี้จึงได้มุ่งจัดทำส่วนหนึ่งของระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการปรับปรุงผังโรงงาน โดยใช้ซอฟต์แวร์ชื่อ Quant System Version 2.0 และข้อมูลที่จัดทำขึ้นออกแบบผังโรงงานใหม่ ซึ่งลดต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุจากเดิมได้ 45.5% รวมทั้งได้เสนอวิธีปรับปรุงการจัดสายการประกอบขึ้น 2 วิธี วิธีแบบ ก ใช้คนงานลดลงจากเดิม 19 คน หรือลดลง 17.7 % และมีประสิทธิภาพการทำงานของสายการประกอบเฉลี่ย 75.2% ส่วนวิธีแบบ ข ใช้คนงานลดลงจากเดิม 9 คน หรือลดลง 8.4% และมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเฉลี่ย 79.2%

สุนันท์ วิเศษสรโรช (2534) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์ จากการศึกษาพบว่า ปัญหาที่พบในการผลิตชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะของรถยนต์ได้แก่ ปัญหาการเกิดเวลาสูญเสียเปล่าของเครื่องอัดขึ้นรูปโลหะในกระบวนการอัดขึ้นรูปชิ้นงาน ปัญหาการขาดมาตรฐานการทำงานในกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วน และปัญหาเรื่องระบบการวางแผนการผลิตขาดประสิทธิภาพ และได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงในปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งผลจากการปรับปรุงทำให้เวลาสูญเสียเปล่าของเครื่องจักรลดลง ทำให้กำลังการผลิตในส่วนของการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพิ่มขึ้นและทำให้ระบบการวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น อันเป็นผลให้ผลผลิตของการผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์สูงขึ้นด้วย

มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์ (2535) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์หินอ่อนเทียมในประเทศไทย ในการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ เกิดจากการจัดองค์ประกอบที่ไม่เด่นชัด การสื่อสารระหว่างสำนักงานกับฝ่ายผลิต การวางแผนผังโรงงาน การจัดพัสดุคงคลัง ขนาดและจำนวนของโมลด์ที่ใช้ในการผลิตยังไม่เหมาะสม ซึ่งผลจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตทำให้อัตราการผลิตเฉลี่ยต่อเดือนของผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียมและผลิตภัณฑ์หินหยกที่เพิ่มขึ้นจาก 3,497 กิโลกรัม/เดือน และ 112 กิโลกรัม/เดือน เป็น 6,583 กิโลกรัม/เดือน และ 197 กิโลกรัม/เดือน โดยมีอัตราการผลิตต่อค่าแรงทางตรงเฉลี่ยต่อเดือนของหินอ่อนเทียมเพิ่มขึ้นจาก 0.228 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็น 0.430 กิโลกรัม/ชั่วโมง แรงงานทางตรงและอัตราการผลิตต่อค่าแรงทางตรงเฉลี่ยต่อเดือนของหินหยกเพิ่มขึ้นจาก 0.007 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็น 0.012 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงานทางตรง

ธนวรรณ อัครไพบูลย์ (2535) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพิ่มผลผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขี้ผึ้งและเฟอร์นิเจอร์เหล็ก โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต โดยได้มีการทำเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิดเพื่อเป็นแนวทางในการทำเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาไร้ประสิทธิภาพ จัดวางผังโรงงาน ลดเวลาและความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายที่น้อยที่สุด การวางแผนความต้องการวัสดุและการวางแผนเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงาน

เอกสิน โลกสมบุรณ์ (2532) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตภาชนะอะลูมิเนียมขนาดเล็กในประเทศไทย ในการศึกษาพบว่าปัญหาที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตได้แก่ ปัญหาด้านการตัดการ การวางแผนผังโรงงาน กระบวนการผลิต สภาพแวดล้อมในการทำงาน พื้นที่เก็บรักษาแม่พิมพ์และอุปกรณ์การผลิต การวางแผนและควบคุมการผลิต และได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยออกแบบโครงสร้างองค์กรใหม่เพื่อแบ่งเบาภาระงานของเจ้าของกิจการ วางแผนการจัดผังโรงงานภาชนะอะลูมิเนียมแผ่นที่เป็นระบบ (Systematic Layout Planning) วางแผนการจัดผังโรงงานภาชนะอะลูมิเนียมโดยการใช่เทคโนโลยีกลุ่ม (Group Technology) ติดตั้งระบบสายพานลำเลียงในกระบวนการผลิต ออกแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบายอากาศเฉพาะจุดเพื่อขจัดสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย กำหนดระบบรหัสผลิตภัณฑ์ และแม่พิมพ์ ออกแบบคลังเก็บรักษาแม่พิมพ์และอุปกรณ์การผลิต ปรับปรุงการวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งผลจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานและทำให้ต้นทุนการผลิตและได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนสูงขึ้น

ผจญ ภักดีกุล (2532) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น ในการศึกษาพบว่าปัญหาที่พบมี 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ 1. ปัญหาทางด้านการประกอบ 2. ปัญหาทางด้านเครื่องจักร ทำให้เกิดการสูญเสีย เช่น การรอคอย ความล่าช้าและการขนส่ง ซึ่งทำให้เกิดสภาพความไม่สมดุลของการผลิต และจากผลของการปรับปรุงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ระบบงานการประกอบ

1.1 ลดความล่าช้าลงได้ 5.7% สำหรับสายงานการประกอบตัวตู้ก่อนการฉีดยูรีโฟม 5.43% สำหรับสายงานประกอบตัวตู้ส่วนหน้าและ 4.07 % สำหรับสายงานการประกอบตัวตู้ส่วนหลัง

1.2 ลดเวลางานการประกอบลงได้ 12.5% สำหรับสายงานการประกอบตัวตู้ก่อนการฉีดยูรีโฟม และ 4.8% สำหรับสายงานการประกอบตัวตู้ส่วนหน้าและส่วนหลัง

2. ระบบงานการจัดส่งชิ้นส่วนหลักเข้าสายงานการประกอบ

2.1 ลดเวลาที่ใช้ในการทำงานการขนส่งของคนงานลงได้ 51.1%

2.2 ลดระยะทางการขนส่งลงได้ 59.2%

จากผลการจัดสมดุลย์สายงานการประกอบและปรับปรุงระบบงานการจัดส่งชิ้นส่วนหลักเข้าสายงานการประกอบมีผลทำให้ผลผลิตของแรงงานเพิ่มขึ้น 6.38% และผลผลิตของชั่วโมงแรงงานเพิ่มขึ้น 7.69%

ทองเหมาะ ผึ้งผาย (2534) การศึกษาและวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศยี่ห้อในประเทศไทย จากการศึกษาและวิเคราะห์พบว่า ปัญหาที่ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิตได้แก่ ปัญหาด้านการจัดการ ด้านการวางแผนโรงงาน กระบวนการผลิต พื้นที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบและอุปกรณ์การผลิต การจัดส่งวัสดุการผลิต ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานต่ำ จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการปรับปรุงโครงสร้างขององค์กรใหม่ วางผังโรงงานที่เป็นระบบ, ออกแบบคลังเก็บวัตถุดิบและอุปกรณ์การผลิต, ปรับปรุงสายการประกอบโดยการจัดส่งวัสดุการผลิต

ผลจากการวิจัยสามารถเพิ่มการผลิต Condensing coil unit จากเดิมเฉลี่ย 3590 ตัว/เดือน เป็นเฉลี่ย 5507 ตัว/เดือน หรือ 53.39% และเพิ่มการผลิต Fan coil unit จากเดิมเฉลี่ย 3617

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัว/เดือน เป็นเฉลี่ย 5578 ตัว/เดือน หรือ 54.22% โดยมีอัตราการผลิตต่อค่าแรงงานทางตรง 0.144 หน่วย/ชั่วโมงแรงงานทางตรง และอัตราการผลิตต่อค่าแรงงานทางตรงเฉลี่ยต่อเดือนของ Fan coil unit เพิ่มขึ้นจาก 0.096 หน่วย/ชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็น 0.146 หน่วย/ชั่วโมงแรงงานทางตรง

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2529) วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ในการศึกษา เพื่อวางแผนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ที่อาศัยฝีมือแรงงาน โดยเลือกศึกษาแผนการผลิตครอบคลุมกระเบื้องยี่หัดิน ปัญหาที่ทำการวิจัยนี้มีลักษณะพิเศษกว่าปัญหาอื่นต่างที่ว่าการผลิตนั้นขึ้นกับฝีมือของพนักงานเพียงอย่างเดียว จากการศึกษาตัวแบบเส้นโค้งของการเรียนรู้ของพนักงานพบว่าการเรียนรู้ทางการผลิตของพนักงานอยู่ในสภาวะคงที่แล้ว ดังนั้นจึงถือว่าความสามารถในการผลิตของพนักงานคงที่ ผู้เขียนได้เสนอการจัดระบบการวางแผนการผลิตโดยมีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท ตามหลักการของการปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล และหลักการของวินเตอร์ส พร้อมกันนั้นได้เสนอการหาปริมาณคงคลังสำรองที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่จะมิให้เกิดสินค้าขาดมือ โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตด้วยการทดสอบแบบไคสแควร์จากนั้นจึงทำการวางแผนการผลิตเพื่อหาแผนการผลิตหลัก และมอบหมายงานให้พนักงานแต่ละเดือนโดยใช้หลักการของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

เจริญ สุนทราวาณิชย์ (2529) วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางปรับปรุง แผนการผลิตและพัสดุคงคลัง ของโรงงานผลิตกระดาษเหนียว จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานทำการผลิตมีหลายประเภทข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นไม่ได้รับการจัดเก็บ แผนการผลิตไม่ได้มีการจัดทำไว้ การจัดเก็บวัตถุดิบหลายชนิดตามจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณการสั่งซื้อหรือแผนการจัดการวัตถุดิบไม่ได้มีการกำหนดไว้อย่างแน่นอน ผู้เขียนได้เสนอข้อปรับปรุงด้านการบริหารการผลิตคือ จัดทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการจำหน่ายสูงเพื่อพยากรณ์หาปริมาณความต้องการ จัดการควบคุมพัสดุคงคลังโดยใช้วิธีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด จัดระบบการจัดเก็บข้อมูลที่ดีเพื่อประกอบการตัดสินใจ จัดทำระบบการวางแผนการผลิต โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบกับโปรแกรมสำเร็จรูปประเภทตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำให้การคำนวณเป็นไปด้วยความรวดเร็วยิ่งขึ้น

สมนึก วิสุทธิแพทย์ (2528) วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระเบื้องโลหะขนาดเล็กในประเทศไทย ที่มีลักษณะการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง โรงงานแห่งนี้ทำการผลิตกระเบื้องโลหะหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า ปัญหาที่สำคัญทางด้านการบริหารโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ด้านด้วยกันคือ ปัญหาทางด้านการจัดการ ผู้เขียนได้มีการเสนอให้มีการปรับปรุงโครงสร้างขององค์การ โดยเปลี่ยนแปลงช่วงการบังคับบัญชา และปรับปรุงการจัดกลุ่มหน่วยงาน ปัญหาด้านการผลิตผู้เขียนได้เสนอให้จัดแยกประเภทสินค้าหลักของโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาดคะเนความต้องการของสินค้าในตลาด กำหนดกำลังการผลิตและการวางแผนการผลิตของสินค้าหลัก ปัญหาด้านการควบคุมคุณภาพผู้เขียนได้เสนอให้กำหนดประเภทของตำหนิหลัก สาเหตุการแก้ไข วิธีในการตรวจสอบคุณภาพที่เหมาะสม

สมชาย พัวจินดาเนตร (2528) การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงสภาพทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติกพีวีซี โดยได้วิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับระบบเอกสารและรายงานข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายผลิต เพื่อปรับปรุงและออกแบบระบบข้อสนเทศทางการผลิต จากผลการวิจัยทำให้สามารถลดความซับซ้อนของการเดินเอกสารที่ไม่จำเป็นลง ลดจำนวนการอัดสำเนาเอกสารและแบบบันทึกต่าง ๆ ลดความซับซ้อนของจำนวนแบบฟอร์มต่าง ๆ ที่ใช้บันทึกการควบคุมการผลิต สรุปข้อมูลและออกแบบรายงานข้อสนเทศทางการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ในการบริหารงาน โดยนำเสนอรายงานไปยังผู้บริหารที่เกี่ยวข้องภายในโรงงาน นอกจากนี้ยังออกแบบระบบบันทึก สรุป และรวบรวมข้อมูล เพื่อความสะดวกสำหรับการประมวลผล และสามารถเรียกตรวจสอบได้ในภายหลัง เมื่อมีความต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการศึกษา และวิจัย

รูปแบบการศึกษาจะเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการศึกษาเวลาจากการทำงานจริงของพนักงานในแต่ละเครื่องทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาเวลาในแต่ละรอบงาน (Cycle Time) ที่เหมาะสม

3.1.1 การศึกษาจะทำการเก็บข้อมูลตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

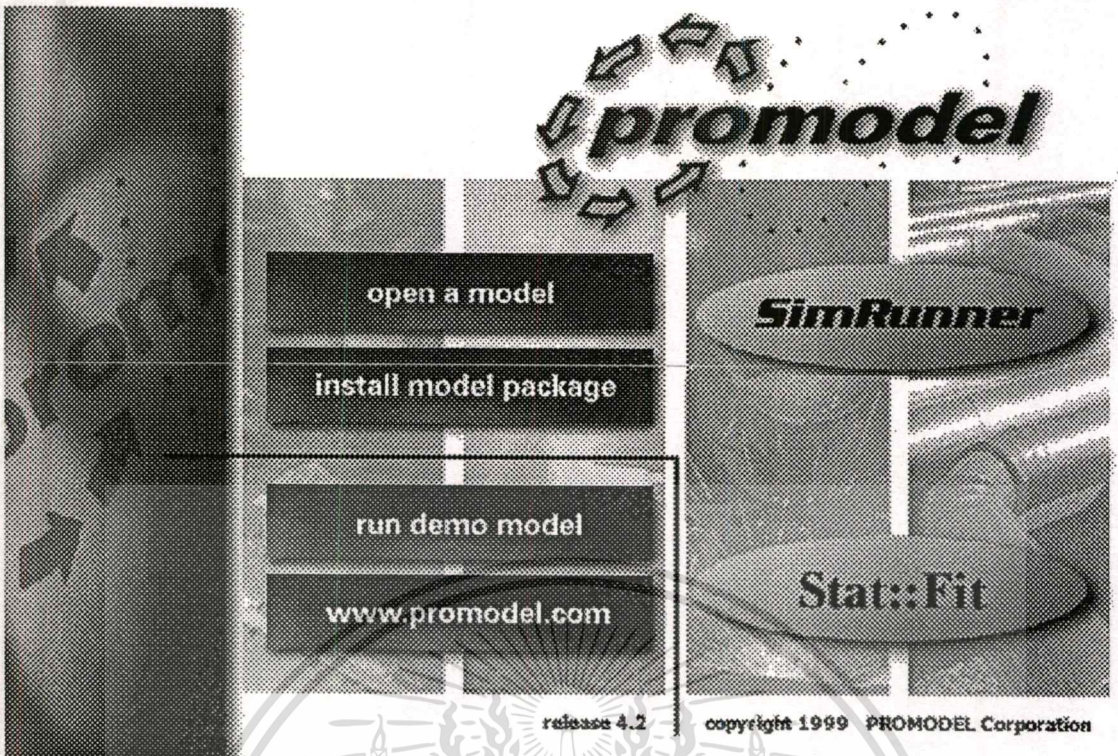
1. ศึกษาเวลาสูญเสียเปล่าในการทำงานของพนักงานในแต่ละเครื่องทดสอบ
2. หาเวลาการทำงานที่เหมาะสมของพนักงานในแต่ละเครื่องทดสอบ โดยการใช้วิธีการทางสถิติ
3. สร้างระบบการทำงานใหม่
4. นำข้อมูลที่เก็บได้มาสร้างแบบจำลองปัญหาเพื่อเป็นการยืนยันผลของการศึกษา
เวลาว่า สามารถทำการเพิ่มผลผลิตได้อีกหรือไม่

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. นาฬิกาจับเวลา ชนิดที่เข็มยาวหมุนได้ 1 รอบ ต่อ 1 นาที แต่แบ่งออกเป็น 100 ช่อง
ดังนั้น 1 ช่อง = $1/100$ นาที
2. กล้องถ่ายภาพ (Digital Photograph)
3. ตลับเมตร

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ ประมวลผล และแสดงผลในการจำลอง
2. โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการจำลองแบบ (ProModel 4.2) (ดูรูปที่ 3.1)
เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลอง ทั้งในส่วนของโครงสร้างแบบจำลอง, การทดลอง, การวิเคราะห์และการประมวลผลในแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้น



รูปที่ 3.1 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Promodel

3.1.4 การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานจริง

จากการศึกษาการเพิ่มผลผลิตในระบบตรวจสอบคุณภาพที่ห้องตรวจสอบคุณภาพ จะมีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจสภาพการทำงานปัจจุบัน
 - 1.1 ตำแหน่งของเครื่องทดสอบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องปรับอากาศ
 - 1.2 ทิศทางและระยะทางในการเคลื่อนที่ของพนักงาน
 - 1.3 ศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานในแต่ละเครื่องทดสอบ
 - 1.4 ทดลองจับเวลาในการทำงานของพนักงานในแต่ละเครื่องทดสอบ
2. การวางแผนในการเก็บข้อมูล
 - 2.1 จัดทำแผนแสดงขั้นตอนการทำงานของพนักงานเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา
 - 2.2 จัดทำเครื่องมือและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้แก่พนักงาน (ดูรูปที่ 3.2)
 - 2.3 จัดทำแบบฟอร์มเพื่อให้สามารถกรอกข้อมูลในการจับเวลา (ดูตารางที่ 3.1)
3. การเก็บข้อมูล

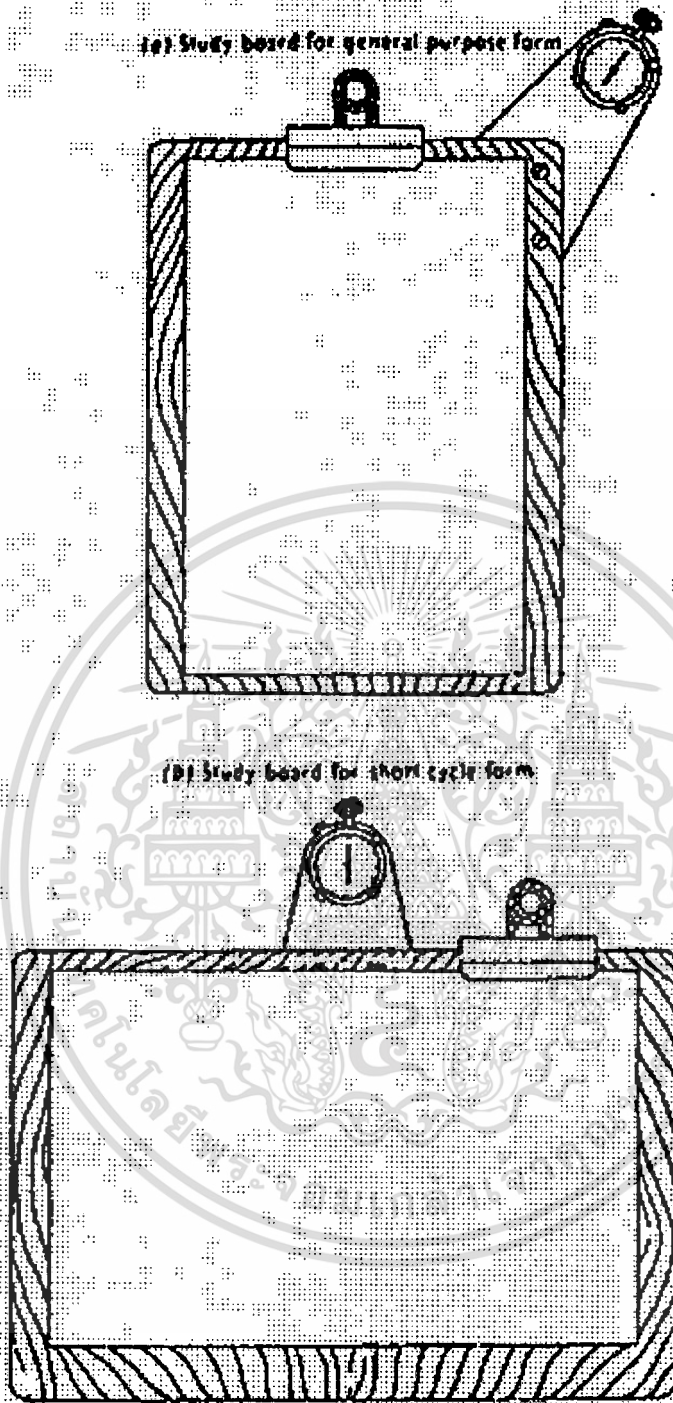
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับเวลาในการเก็บข้อมูลในงานเดียวกันควรจะต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 30 ครั้ง แล้วมาทำการหาค่าเฉลี่ย ในแต่ละเครื่องทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปทำการทดสอบทางสถิติในที่นี้ใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม StatFit ในกรณีค่าที่คำนวณได้ไม่ถึง 95% ให้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

4. ผลการเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บได้ เป็นการเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยมีการเก็บข้อมูลในแต่ละเครื่องทดสอบ 100 ครั้ง ใช้ระยะเวลาในการเก็บประมาณ 3 วันทำงาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปทำการประมวลผล (ดูรูปที่ 3.3-3.15) และดำเนินการสร้างแบบจำลอง





รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มการกรอกข้อมูลเพื่อใช้จับเวลาในห้องทดสอบคุณภาพ

WORKER AND MACHINE PROCESS CHART

Cooling

SUBJECT CHARTED

RUNNING TEST ROOM

CHART BEGINS

CHART END

ELEMANT DESCRIPTION	จำนวนครั้งจับเวลา				
	1	2	3	4	5
	mSEC.	mSEC	mSEC	mSEC	mSEC
1 รวเครื่องจักรเข้า					
2 นำแอร์เข้าเครื่องTEST พร้อมต่อสาย Couple					
3 ต่อสายไฟ					
4 อ่านบาร์โค้ด					
5 เปิดวาล์วต่อ					
6 กดปุ่ม TEST					
7 กดปุ่มสิ้นสุดการTEST (Test Heating and Cooling)	6	6	6	6	6
8 ทดสอบ LOW VOLT					
9 ยิง STOP วาล์ว ตัวที่ 1 และ 2 พร้อมใส่เนื้อตัวที่ 1 และ 2					
10 กดปุ่มสิ้นสุดการTEST (Test Pump Down)	3	3	3	3	3
11 ถอดสาย COUPLE ของเครื่อง TEST					
12 ถอดสายไฟ					
13 ไขประกอบเนื้อ 2 ตัว					
14 สแตมปีผ่าน					
15 รวแอร์ออก					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

goodness of fit

data points	100
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05

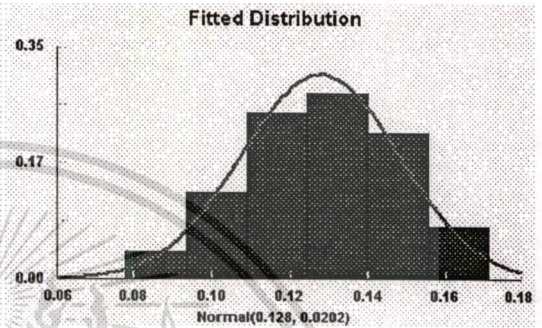
summary

distribution	Chi Squared
Normal(0.128, 0.0202)	4.52 (5)

detail

Normal

mean	= 0.13
sigma	= 0.02
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	6
chi**2	4.52
degrees of freedom	5
alpha	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.477
result	DO NOT REJECT



รูปที่ 3.3 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาการรอแอร์เข้า

goodness of fit

data points	100
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05

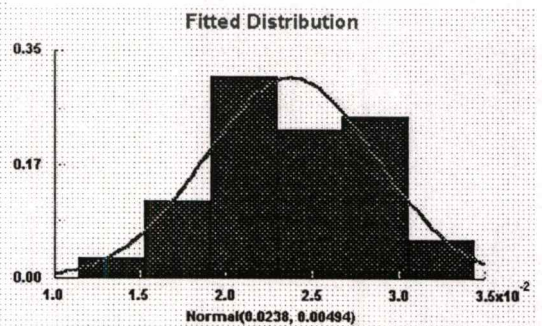
summary

distribution	Chi Squared
Normal(0.0238, 0.00494)	5.48 (5)

detail

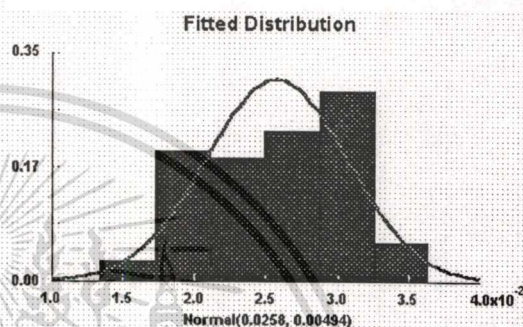
Normal

mean	= 0.024
sigma	= 0.0049
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	6
chi**2	5.48
degrees of freedom	5
alpha	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.36
result	DO NOT REJECT



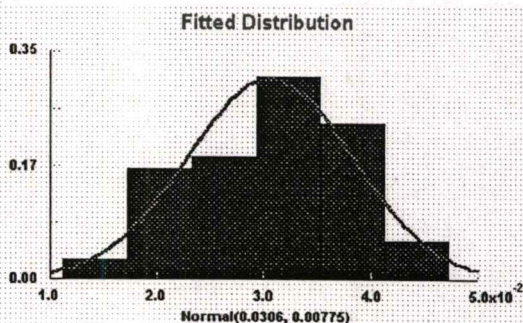
รูปที่ 3.4 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาแอร์เข้าเครื่อง Test และต่อสาย Couple เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

goodness of fit	
data points	100
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05
summary	
distribution	Chi Squared
Normal(0.0258, 0.00494)	15.6 (5)
detail	
Normal	
mean	= 0.026
sigma	= 0.0049
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	5
chi**2	15.6
degrees of freedom	5
alpha	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.00022
result	REJECT



รูปที่ 3.5 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาต่อสายไฟ

goodness of fit	
data points	100
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05
summary	
distribution	Chi Squared
Normal(0.0306, 0.00775)	4.04 (5)
detail	
Normal	
mean	= 0.031
sigma	= 0.0078
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	6
chi**2	4.04
degrees of freedom	5
alpha	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.544
result	DO NOT REJECT



รูปที่ 3.6 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

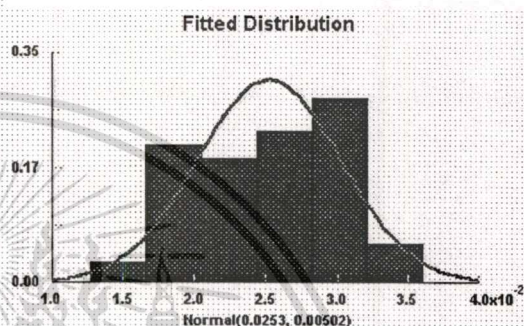
goodness of fit
 data points 100
 estimates maximum likelihood estimates
 accuracy of fit 0.0003
 level of significance 0.05

summary

distribution Chi Squared
 Normal(0.0253, 0.00502) 15.2 (5)

detail

Normal
 mean = 0.025
 sigma = 0.005
 Chi Squared
 total classes 6
 interval type equal probable
 net bins 6
 chi**2 15.2
 degrees of freedom 5
 alpha 0.05
 chi**2(5,0.05) 11.1
 p-value 0.00954
 result REJECT



รูปที่ 3.7 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาเปิดวาล์วปล่อยน้ำยาแอร์

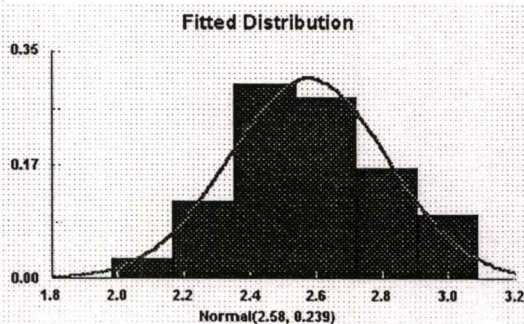
goodness of fit
 data points 100
 estimates maximum likelihood estimates
 accuracy of fit 0.0003
 level of significance 0.05

summary

distribution Chi Squared
 Normal(2.58, 0.239) 1.04 (5)

detail

Normal
 mean = 2.58
 sigma = 0.239
 Chi Squared
 total classes 6
 interval type equal probable
 net bins 6
 chi**2 1.04
 degrees of freedom 5
 alpha 0.05
 chi**2(5,0.05) 11.1
 p-value 0.959
 result DO NOT REJECT



รูปที่ 3.8 แสดงผลการประมวลข้อมูลเวลาน้ำยาเข้าเครื่องจนเต็มพร้อมมกดปุ่ม Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วาระใดใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

goodness of fit

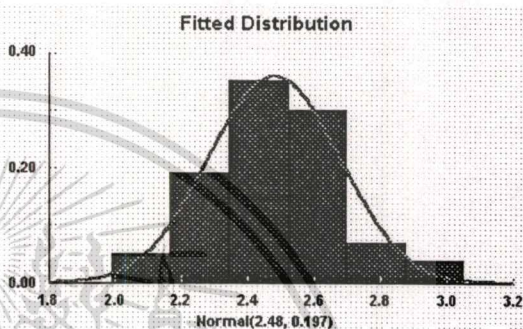
data points	180
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05

summary

distribution	Chi Squared
Normal(2.48, 0.197)	1.28 (5)

detail

Normal	
mean	= 2.48
sigma	= 0.197
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	6
chi**2	1.28
degrees of freedom	5
sigma	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.937
result	DO NOT REJECT



รูปที่ 3.9 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาทดสอบ LOW VOLT

goodness of fit

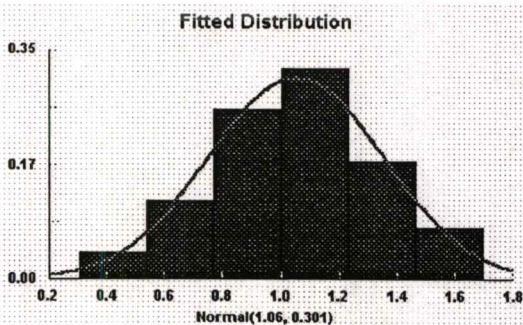
data points	180
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	0.0003
level of significance	0.05

summary

distribution	Chi Squared
Normal(1.06, 0.301)	6.2 (5)

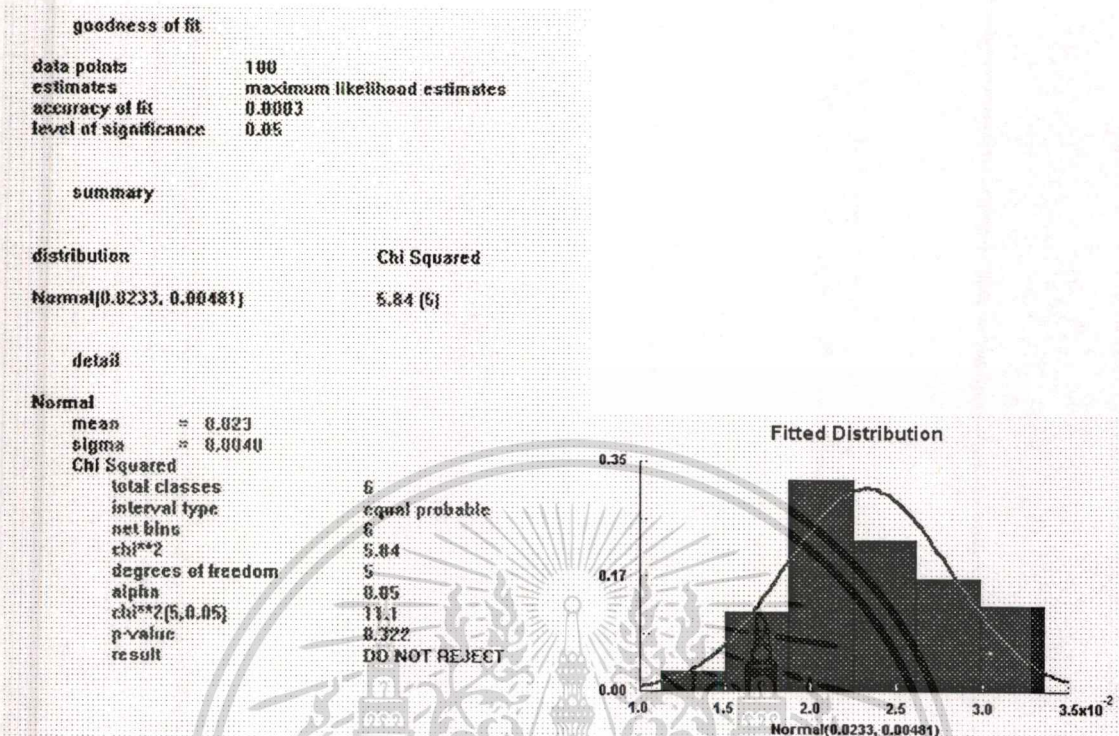
detail

Normal	
mean	= 1.1
sigma	= 0.3
Chi Squared	
total classes	6
interval type	equal probable
net bins	6
chi**2	6.2
degrees of freedom	5
alpha	0.05
chi**2(5,0.05)	11.1
p-value	0.287
result	DO NOT REJECT

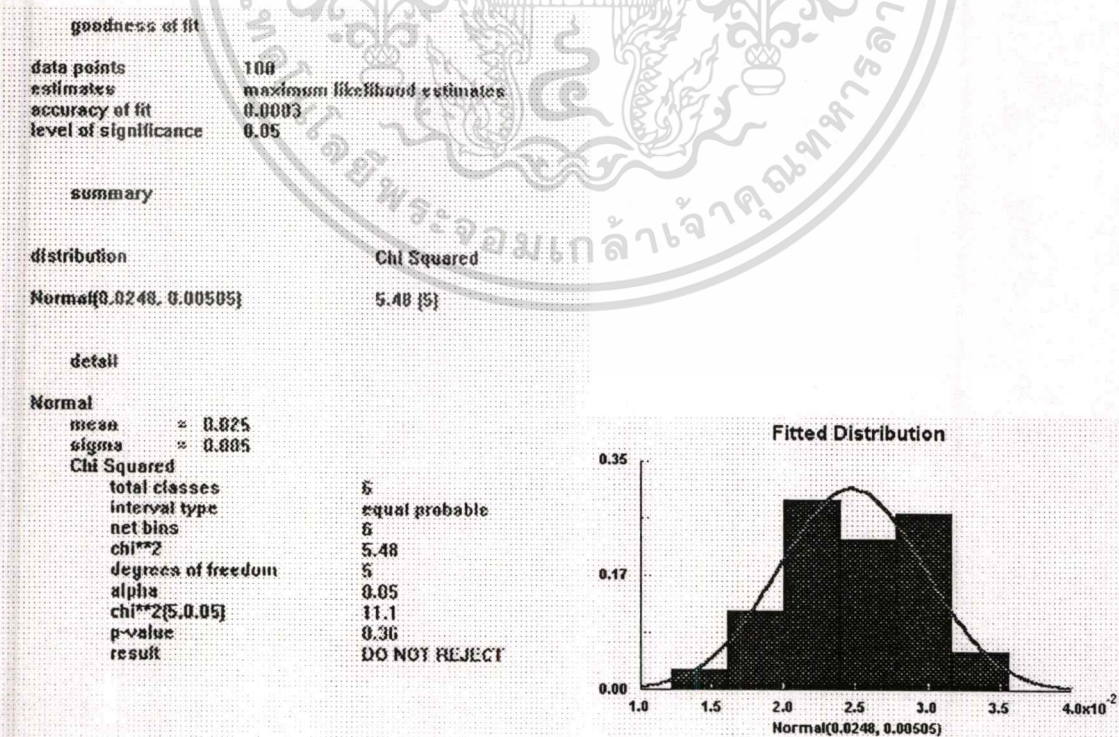


รูปที่ 3.10 แสดงการประมวลผลข้อมูลเวลาปิดหยุดควาล์ว และไขน็อต 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาถอดสาย Couple ที่ต่อเครื่อง Test



รูปที่ 3.12 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาถอดสายไฟที่ต่อเครื่อง Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

goodness of fit

data points 100
 estimates maximum likelihood estimates
 accuracy of fit 0.0003
 level of significance 0.05

summary

distribution Chi Squared
 Normal(0.581, 0.103) 8.92 (5)

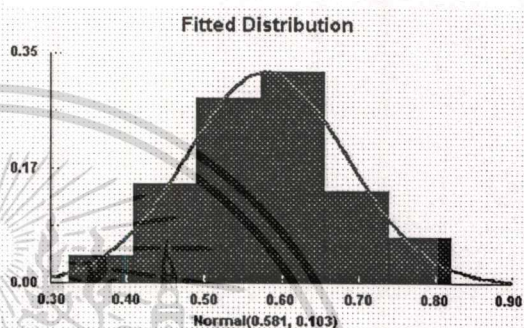
detail

Normal

mean = 0.58
 sigma = 0.1

Chi Squared

total classes 6
 interval type equal probable
 net bins 6
 chi² 8.92
 degrees of freedom 5
 alpha 0.05
 chi²(5, 0.05) 11.1
 p-value 0.989
 result DO NOT REJECT



รูปที่ 3.13 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาไปประกอบนิตปิดวาล์วทั้งหมด

goodness of fit

data points 100
 estimates maximum likelihood estimates
 accuracy of fit 0.0003
 level of significance 0.05

summary

distribution Chi Squared
 Normal(0.0248, 0.00505) 5.48 (5)

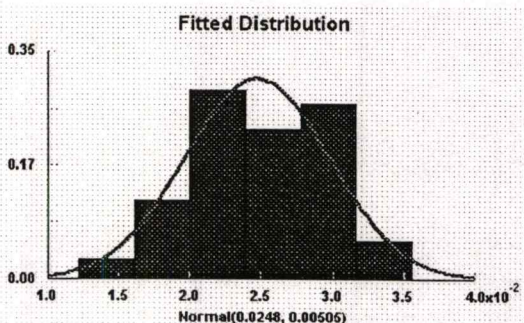
detail

Normal

mean = 0.025
 sigma = 0.005

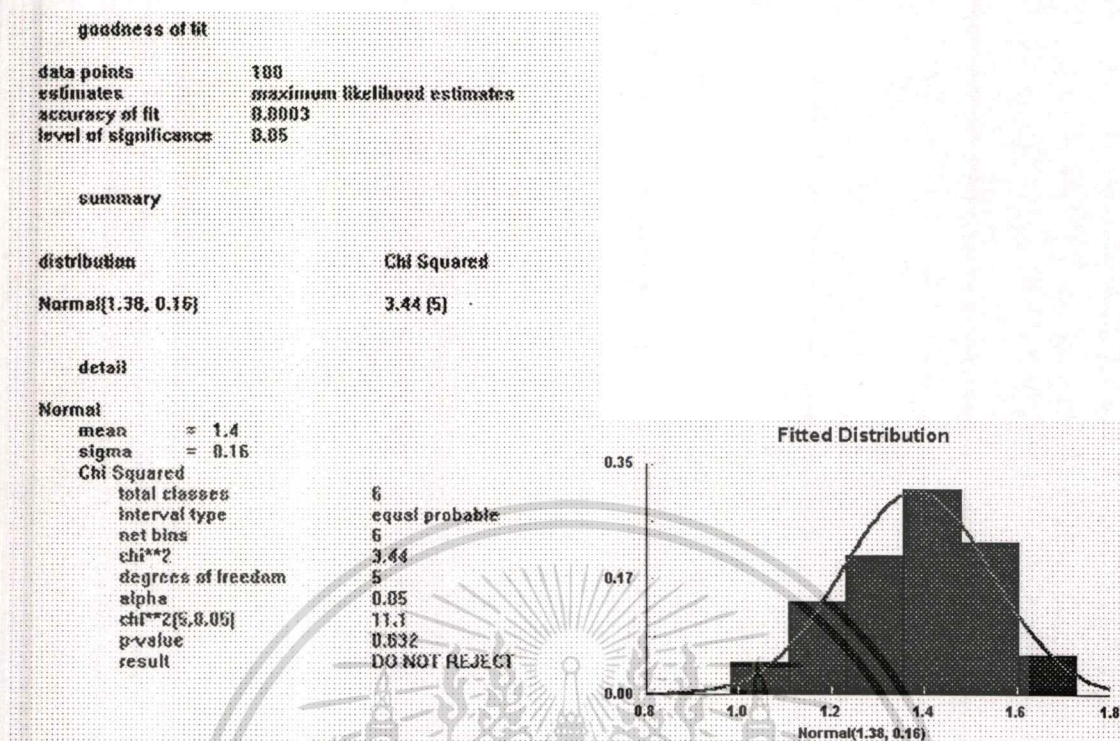
Chi Squared

total classes 6
 interval type equal probable
 net bins 6
 chi² 5.48
 degrees of freedom 5
 alpha 0.05
 chi²(5, 0.05) 11.1
 p-value 0.36
 result DO NOT REJECT

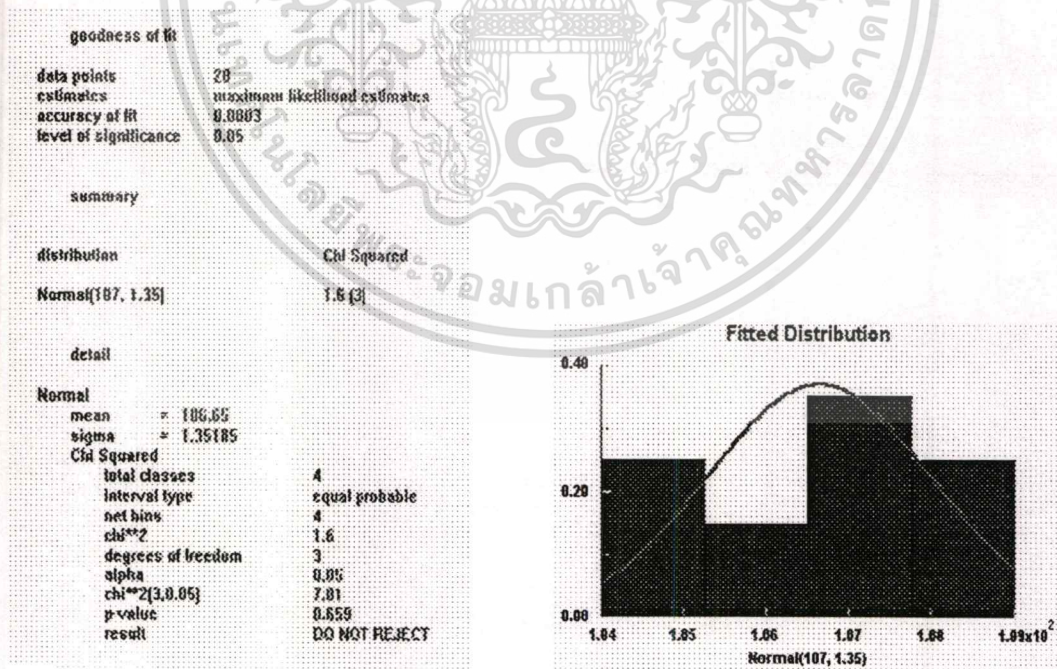


รูปที่ 3.14 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาแสดมภ์ Test ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลเวลาออแอร์ออก



รูปที่ 3.16 แสดงผลการประมวลผลข้อมูลจำนวนเครื่องที่ทดสอบผ่านในเวลา 1 รอบ (8 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

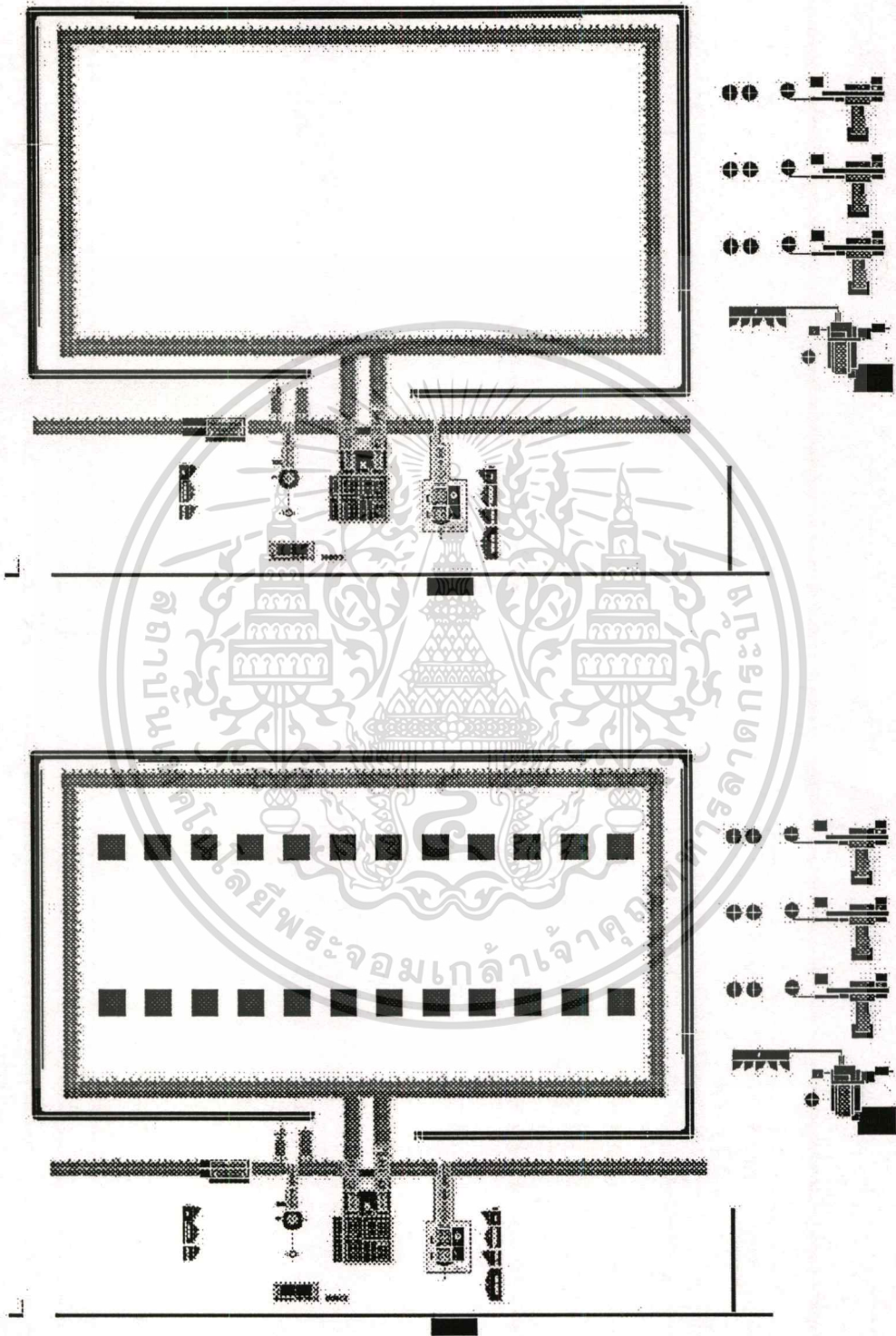
3.2 แบบจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง

เงื่อนไขของแบบจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุงจะมุ่งเน้นให้มีการแสดงผลที่เหมือนจริงให้มากที่สุด หรือมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด เพื่อที่ว่าแบบจำลองหลังการปรับปรุงจะได้มีความชัดเจนในการนำเสนอมากที่สุดไม่ว่าจะเป็นผลผลิตที่ออกมาในแบบจำลองหรือรูปแบบการทำงาน อันจะนำไปสู่การสะท้อนกลับของปัญหาต่างๆ ในอนาคต โดยเงื่อนไขเบื้องต้นของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง ดังมีรายละเอียดต่างๆ คือ

1. มีคนงานทำงาน 3 คน
2. การทำงานของแต่ละคนทำงานแบบไม่มีผลซึ่งกันและกันแยกกันโดยเด็ดขาด
3. มีการจัดบริเวณการทำงานของแต่ละคนเป็นแบบกลุ่ม เพื่อความสะดวกในการเข้าทำงานเป็นหลัก
4. คนงาน 1คนทำงานกับเครื่องทดสอบ 8 เครื่องจากทั้งหมด 24 เครื่อง
5. การทำงานของแต่ละคนเป็นแบบวิ่งตามงาน กล่าวคือ วัตถุที่จะถูกทดสอบทดสอบถูกไหลเข้าเครื่องทดสอบไหนก่อนก็จะทำเครื่องนั้นก่อน โดยจะเลือกเครื่องใกล้สุดเป็นหลัก ซึ่งจะกล่าวต่อไปว่าเป็น "การทำงานแบบปกติ"
6. วัตถุที่จะถูกทดสอบ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า "แอร์ทดสอบ" จะถูกนำมาส่งด้วยหุ่นยนต์ที่จะทำงานไหลของแบบอัตโนมัติ เป็นแบบระบบ Automatic guided vehicles systems (AGVs) โดยการจัดส่ง และไหลงานเป็นระบบสุ่ม (Random) หากมีเครื่องทดสอบไหนว่างจะไปส่งทันทีถ้ามีที่ว่างมากกว่า 1 เครื่อง หุ่นยนต์จะกำหนดส่งเองอัตโนมัติ
7. การทำงานของหุ่นยนต์ไหลแบบอัตโนมัติ จะวิ่งอยู่บนรางวิ่งเส้นเดียวที่ระดับความเร็วคงที่ ประมาณ 10 เมตรต่อนาที และไหลได้ครั้งละ 1 ชิ้นเท่านั้น
8. มีหุ่นยนต์ไหลงานแบบอัตโนมัติทั้งหมด 3 เครื่อง ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ตั้งค่าไว้แบบตายตัว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ทั้งระยะ ความเร็วและเส้นทางวิ่ง
9. ห้องทดสอบมีขนาด กว้าง 10 เมตร ยาว 56 เมตร
10. แต่ละเครื่องทดสอบมีระยะห่าง 2 เมตร
11. ระยะความยาวของระบบรางวิ่งทั้งหมด 112 เมตร
12. แอร์ทดสอบจะถูกนำเข้าห้องทดสอบคุณภาพครั้งละ 1 ชิ้นตามสายลำเลียงทุกๆ ความถี่ 3 นาที
13. ระยะเวลาทำงานเป็นแบบเดินเครื่องจักรต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมง

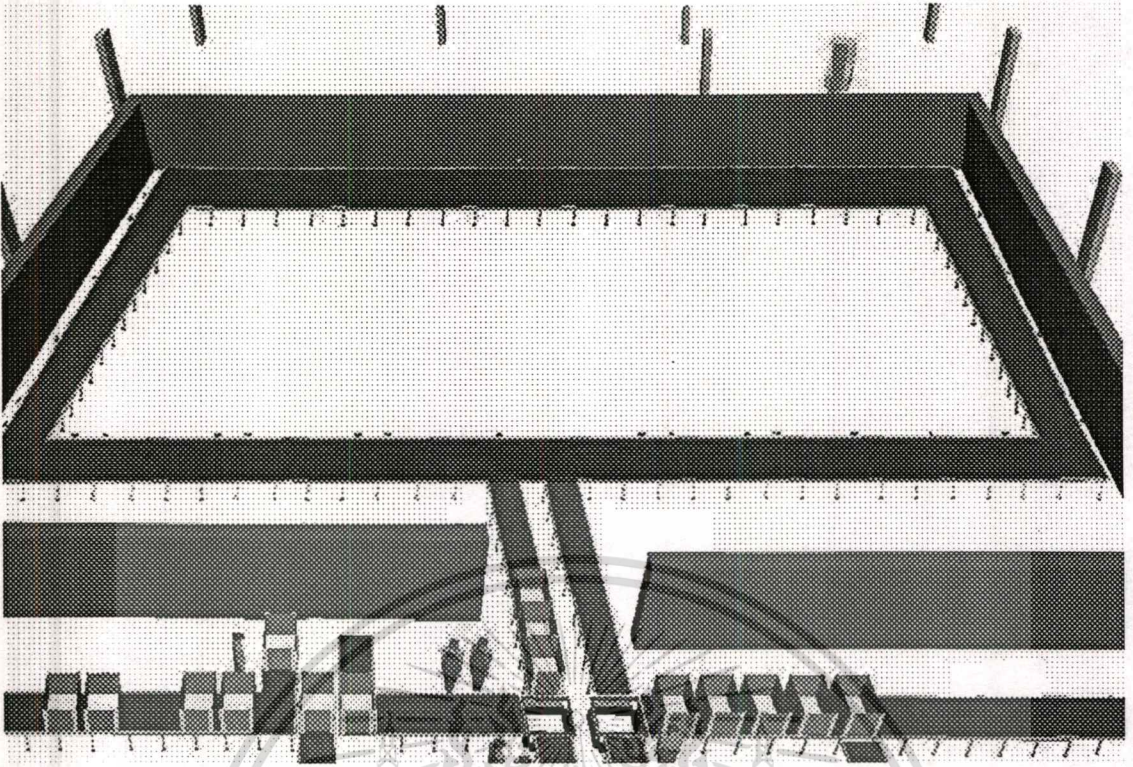
หลังจากได้พิจารณาจากขนาด และระบบการทำงานของห้องทดสอบคุณภาพแล้ว จึงได้สร้างตัวแบบจำลองเสมือนจริงของห้องทดสอบคุณภาพ (ดูรูปที่ 3.17-3.19) ทั้งระบบขึ้นมา

เพื่อใช้เป็นตัวแบบเปรียบเทียบกับระบบใหม่ภายหลังการปรับปรุงระบบตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบดังกล่าวต่อไป

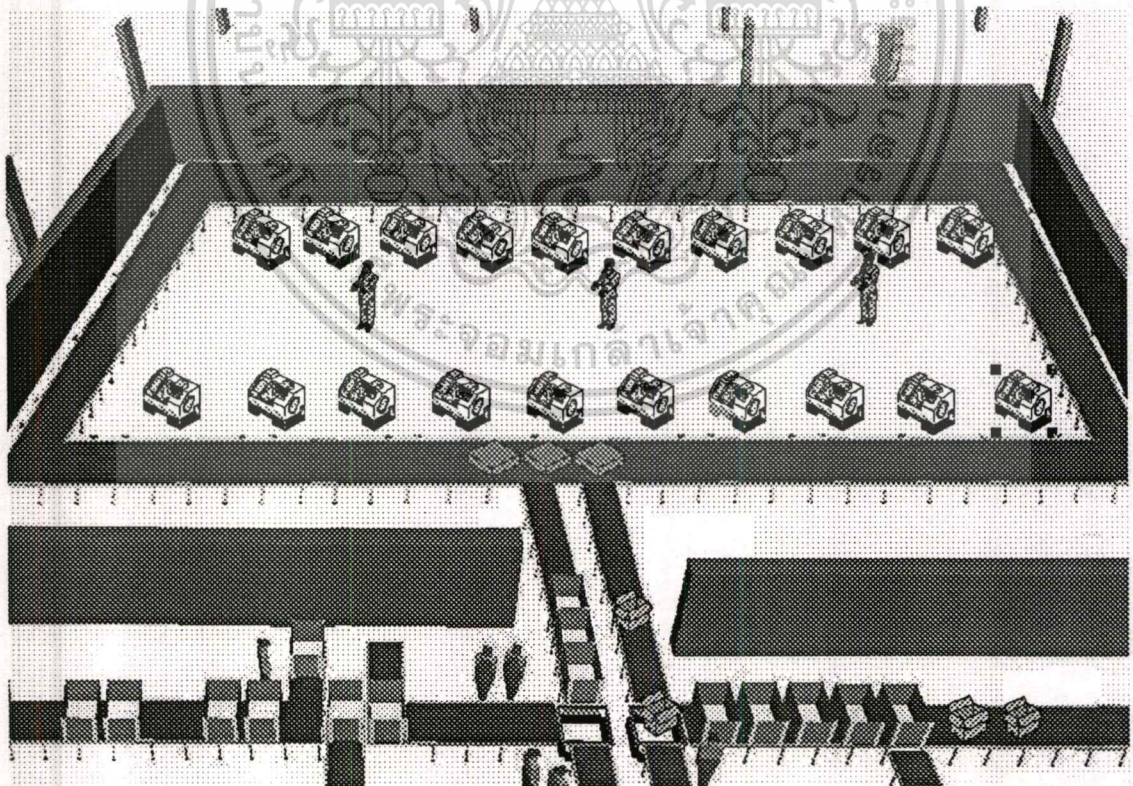


รูปที่ 3.17 แสดงภาพเสมือนของห้องทดสอบคุณภาพในมุมมองด้านบน (Top View)

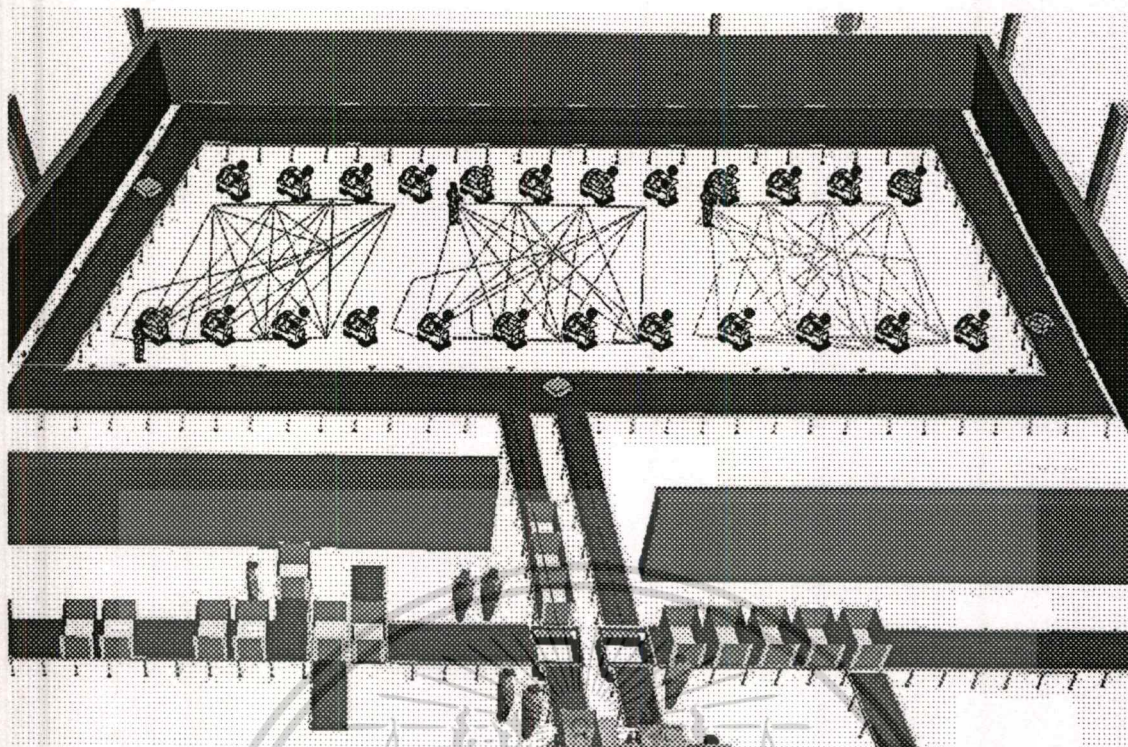
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงภาพเสมือนจริงขนาดห้องทดสอบคุณภาพในมุมมอง 3 มิติ



รูปที่ 3.19 แสดงภาพเสมือนจริงของห้องทดสอบคุณภาพขณะมีการทำงานจริงในมุมมอง 3 มิติ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel (ก่อนการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	105.98	25.74	82.053641	4.019771	62.043322	13.823000	2.167548	(Average)
Box	0.820403	0.527218	1.541425	0.075452	1.391345	0.000000	0.227216	(Std. Dev.)
Box	105.743	25.5975	81.607851	3.997950	61.640936	13.823000	2.101836	(95% C.I. Low)
Box	106.217	25.8925	82.499432	4.041592	62.445708	13.823000	2.233261	(95% C.I. High)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	4.90	75.61	16.85	2.64	(Average)
Box	0.11	0.34	0.32	0.25	(Std. Dev.)
Box	4.87	75.51	16.76	2.57	(95% C.I. Low)
Box	4.93	75.71	16.94	2.71	(95% C.I. High)

รูปที่ 3.21 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คน ในห้องทดสอบคุณภาพ ก่อนการปรับปรุง จากโปรแกรม ProModel โดยวนจำนวนรอบการทำงานที่ 50 รอบๆละ 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดจำนวนครั้งของการทดลองแบบจำลอง

ในการคำนวณหาค่าจำนวนครั้งของการทดลองในงานวิจัยฉบับนี้จะพิจารณาค่าเฉลี่ยของเวลาและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการจำลองของกระบวนการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพ. โดยกำหนดให้ใช้ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และยอมให้มีความคาดเคลื่อนของเวลาเฉลี่ยในการจำลองสถานการณ์จากเวลาเฉลี่ยที่กำหนดให้ใช้ในการจำลองสถานการณ์ เท่ากับ 1 หน่วยการผลิต

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} S}{e} \right]^2 \quad (3.1)$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , $\alpha = 0.05$, $\alpha/2 = 0.025$

$$Z_{\alpha/2} = Z_{0.025} = 1.96$$

n = จำนวนครั้งของการทดลองการจำลองสถานการณ์

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเวลาที่ได้จากการทดลองจำนวน 50 ครั้ง

e = ความคาดเคลื่อนของเวลาเฉลี่ยในการจำลองสถานการณ์ จากเวลาเฉลี่ยที่กำหนดให้ใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่ยอมรับได้

ทำการแทนค่าที่กำหนดได้ตามค่าตัวแปร ในสมการ 6-1 ทำให้สามารถคำนวณค่า n ได้ดังนี้

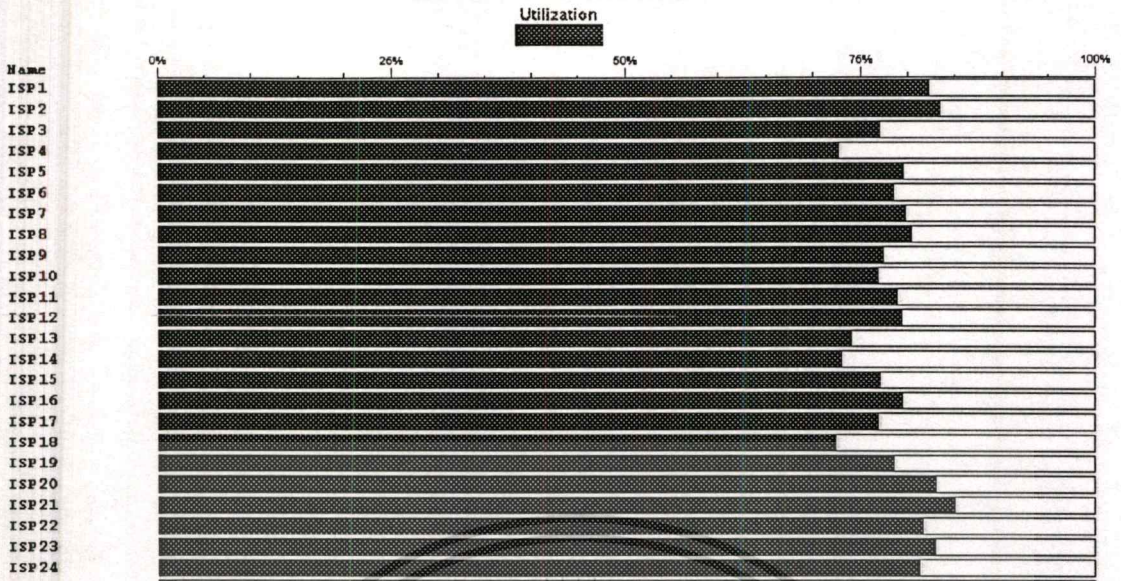
$$n = \left[\frac{1.96 \times 0.820403}{1} \right]^2 = 2.586 \text{ หรือเท่ากับ 3 รอบ}$$

ผลจากการคำนวณหาค่าจำนวนครั้งของการทดลองแบบจำลองสถานการณ์ทำให้ การศึกษานี้จะทำการทดลองแบบจำลองกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในห้องทดสอบ จำนวน 3 รอบ โดยแต่ละครั้งใช้เวลาในการจำลองเท่ากับ 8 ชั่วโมง

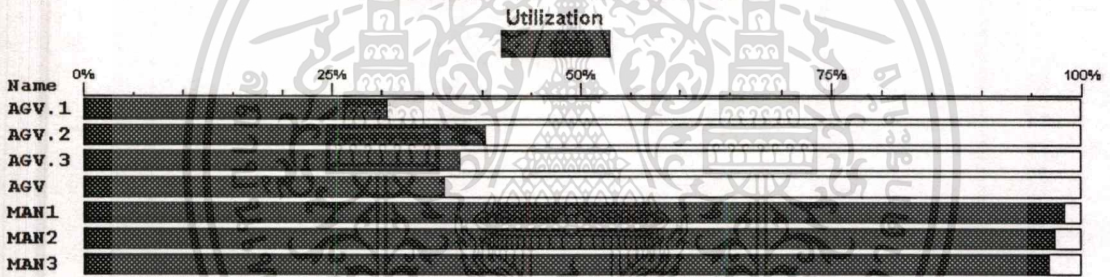
3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองแบบจำลองกระบวนการจัดหาจัดซื้อด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 รอบโดยแต่ละครั้งใช้เวลาในการจำลองเท่ากับ 8 ชั่วโมง และมีเงื่อนไขในการทดลองแบบจำลองเหมือนกับที่กำหนดในส่วนของการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบเบื้องต้น ซึ่งได้ผลดังภาพที่ 6-11

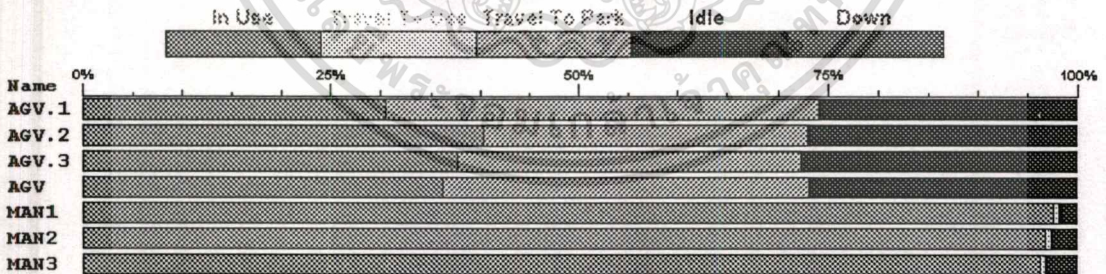
Location Utilization



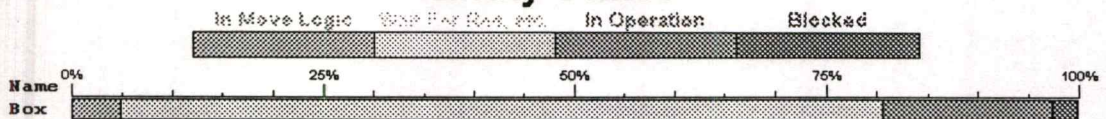
Resource Utilization



Resource States



Entity States



รูปที่ 3.22 แสดงผลการประมวลผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel(ก่อนการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move In Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	106.667	25	81.940382	4.075798	62.028391	13.823000	2.013192	(Average)
Box	0.57735	1	1.586129	0.038682	1.328977	0.000000	0.281339	(Std. Dev.)
Box	105.232	22.5157	77.999900	3.979699	58.726764	13.823000	1.314252	(95% C.I. Low)
Box	108.101	27.4843	85.880864	4.171896	65.330019	13.823000	2.712133	(95% C.I. High)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	4.98	75.70	16.87	2.45	(Average)
Box	0.13	0.16	0.33	0.30	(Std. Dev.)
Box	4.65	75.29	16.05	1.71	(95% C.I. Low)
Box	5.30	76.11	17.69	3.20	(95% C.I. High)

รูปที่ 3.23 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คน ก่อนการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม Promodel โดยวนจำนวนรอบการทำงานที่ 3 รอบๆละ 8 ชั่วโมง

3.5 การทดสอบการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทดสอบแบบจำลองกับค่าที่กำหนดให้ใช้ในการ สร้างแบบจำลองด้วยวิธีทดสอบสมมติฐาน

ในการดำเนินการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการ ทดสอบ ตัวแบบจำลองของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพของห้อง ทดสอบ จำนวน 3 ครั้ง กับเวลาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดให้ใช้ในกระบวนการ ตรวจสอบในสถานการณ์จริง ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับเวลาจริงที่กำหนดไว้

กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ	เวลาเฉลี่ย (ชั่วโมง) ต่อ 1 รอบการทำงาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชั่วโมง)
ค่ากำหนดให้ใช้ใน ระบบจริง	107	1.35
ค่าจากการจำลอง สถานการณ์	106.667	0.577

เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ผู้วิจัยจะทำการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ แบบจำลอง จำนวน 3 รอบ ๆละ 8 ชั่วโมง ไปทำการเปรียบเทียบกับเวลาเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานที่กำหนดให้ใช้ในระบบงานจริงของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ F – Test

กำหนดให้สมมติฐานหลักว่าความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยของกระบวนการตรวจสอบของห้องทดสอบจากการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง กับเวลาเฉลี่ยที่กำหนดให้ใช้กระบวนการตรวจสอบของห้องทดสอบหลังการปรับปรุง ไม่มีความแตกต่างกัน

กำหนดให้

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

σ_1^2 = ความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบงานจริง

σ_2^2 = ความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแบบจำลองสถานการณ์

ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % , $\alpha = 0.05$,

ใช้การทดสอบทางสถิติ ใช้ S_1^2, S_2^2 แทน σ_1^2 และ σ_2^2 ตามลำดับ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{d.f.} = (19, 2) \quad (3.2)$$

จะทำการปฏิเสธ H_0 ถ้า $F < f_{0.975, 19, 2} = 0.0253$ หรือ $F > f_{0.025, 19, 2} = 39.445$

$$F = \frac{1.35^2}{0.577^2} \\ = 5.474$$

$F = 5.474$ มีค่ามากกว่า 0.0253 และน้อยกว่า 39.445 ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % แสดงว่า ความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ กับค่าที่กำหนดให้ใช้กระบวนการจริงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3.5.2 การเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ t – Test

กำหนดให้สมมติฐานหลักว่าเวลาเฉลี่ยของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ กับเวลาเฉลี่ยที่กำหนดให้ใช้กระบวนการจริง ไม่มีความแตกต่างกัน

กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A : \mu_1 \neq \mu_2$$

μ_1 = เวลาเฉลี่ยที่ได้จากกระบวนการจริง

μ_2 = เวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง

ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % , $\alpha = 0.05$,

ใช้การทดสอบทางสถิติ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad d.f. = n_1 + n_2 - 2$$

$$d.f. = 20 + 3 - 2 = 21$$

จะทำการปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t < -t_{0.025}$ และ $t > t_{0.025}$ $d.f. = 21$

หรือ $t < -2.09$ และ $t > +2.09$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.3)$$

$$= \frac{(107 - 106.667)}{\sqrt{\frac{1.35^2}{20} + \frac{0.577^2}{3}}}$$

$$= 0.74$$

$t = 0.74$ อยู่ระหว่าง $-2.09 < t < +2.09$ ระดับนัยสำคัญ 95 % แสดงว่าเวลาเฉลี่ยของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากกระบวนการจริงอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การสร้างแบบจำลอง และกำหนดทางเลือก

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ จากโรงงาน ตัวอย่างดังได้กล่าวไว้แล้วนั้น จำเป็นต้องมีการสร้างแบบจำลองปกติขึ้นมาเพื่อแสดงค่าเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง

4.1.1 การกำหนดทางเลือก

เมื่อได้มีการศึกษาถึงระบบการทำงานของห้องทดสอบคุณภาพอย่างครบถ้วนแล้ว จึงได้เสนอทางเลือกของการจัดการบริหารการผลิตโดยเสนอรูปแบบของการปรับปรุงการผลิต ซึ่งจะเน้นในเรื่องของความสำเร็จจะเป็นที่สูงสุดในเรื่องของการลงทุนต่ำสุดเป็นหลัก ดังนี้ คือ

1. จัดรูปแบบการทำงานใหม่ให้มีความสอดคล้องกับลักษณะงาน โดยอาศัยหลักการออกแบบงานกลุ่มด้วยระบบเซลล์ อันประกอบด้วย

- 1) ใช้สายลำเลียงในการสร้างและจัดลำดับงาน
- 2) จัดรูปแบบการเคลื่อนที่ของคนงานใหม่เป็นลักษณะรูปตัว U ซึ่งสามารถแสดงได้ 2 ลักษณะคือ
 - เดินตามแนวเป็นเส้นตรง
 - เดินวนเป็นวงกลม

2. เพิ่มคนงาน (อาจเป็นคนงานในแผนกอื่นย้ายมาก็ได้)

4.1.2 แบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุง

เมื่อพิจารณาจากหลักการข้างต้น จึงได้ออกแบบลักษณะของใหม่ให้มีความหลากหลายออกไปได้อีกหลายแบบ โดยในที่นี้จะขอเสนอลักษณะของงานออกแบบที่มีความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงการผลิตไว้ 7 แบบ ดังนี้ คือ

- 1) คนงาน 3 คน กับ 3สายลำเลียง ทำงานแบบปกติ ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 8
- 2) คนงาน 3 คน กับ 2 สายลำเลียง คนงาน 2 คนทำงานเดินเป็นเส้นตรง ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 8
- 3) คนงาน 3 คน กับ 3 สายลำเลียง คนงานทั้งหมดทำงานเดินวนเป็นวงกลม ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 8

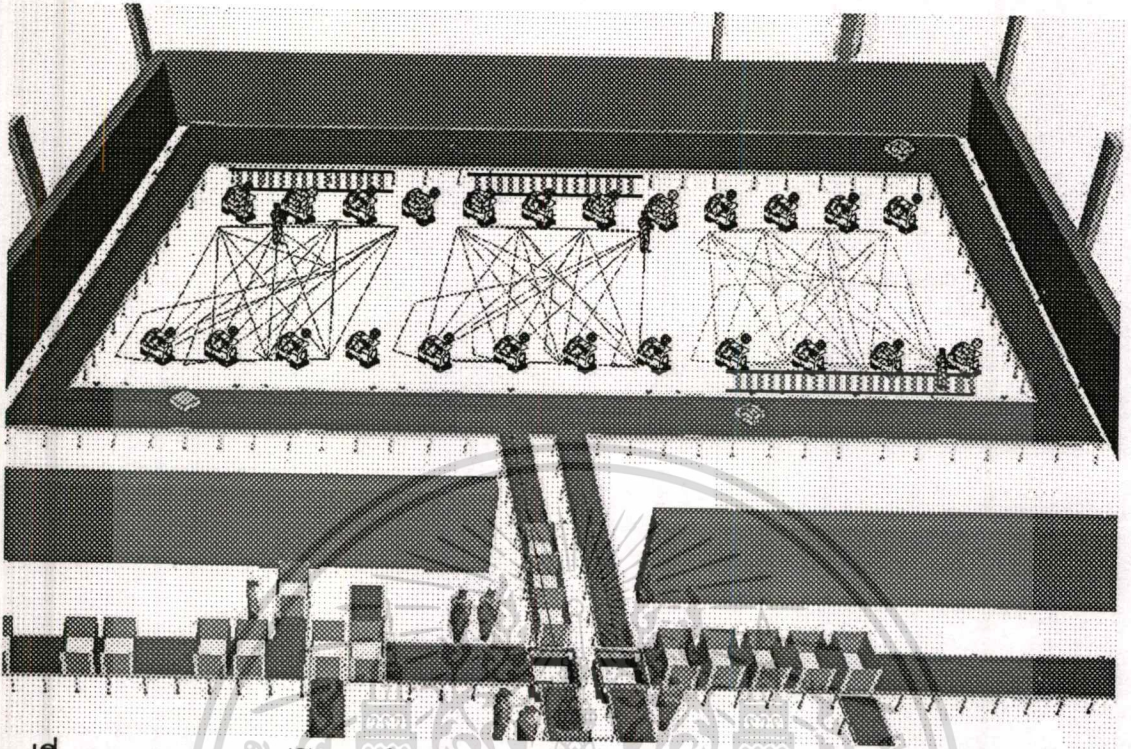
- 4) คนงาน 3 คน กับ 6 สายลำเลียง คนงานทั้งหมดทำงานเดินวนเป็นวงกลม ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 8
- 5) คนงาน 4 คนไม่มีสายลำเลียงคนงานทำงานแบบปกติ ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 6
- 6) คนงาน 4 คน กับ 4 สายลำเลียง คนงานทั้งหมดทำงานเดินวนเป็นเส้นตรง ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 6
- 7) คนงาน 6 คน กับ 6 สายลำเลียง คนงานทั้งหมดทำงานเดินวนเป็นเส้นตรง ชุดเครื่องจักรเป็น 1 ต่อ 4

โดยจะนำผลการทำงานที่ได้ในแต่ละแบบไปพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบจำลองก่อนการปรับปรุง เพื่อพิจารณาหาแบบจำลองสถานการณ์ที่ดีที่สุด แต่ด้วยสาระนิพนธ์ฉบับนี้เน้นที่การเพิ่มผลผลิตเป็นหลัก ดังนั้นการพิจารณาจะเน้นที่ค่าผลผลิตที่พบในแบบจำลองสถานการณ์

(Enity) กล่าวคือ จะพิจารณาจาก

- จำนวนค่าเฉลี่ยของผลผลิตในแบบจำลองที่ออกไป (Total Exits of Enity)
- เวลารอคอย (Wait For)
- % งานในระบบ

ซึ่งเป็นผลผลิตของแบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุงที่เปลี่ยนแปลง และสรุปได้เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่การทำงาน 3 รอบๆละ 8 ชั่วโมง (ดูรูปที่ 4.1-4.21)



รูปที่ 4.1 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	129.667	20.3333	50.712691	4.177262	28.528351	16.231900	1.775178	(Average)
Box	2.08167	3.51188	6.824814	0.276929	6.338041	3.154475	0.884408	(Std. Dev.)
Box	124.495	11.6086	33.757544	3.489278	12.782512	8.395118	-0.421991	(95% C.I. Low)
Box	134.838	29.058	67.667838	4.865247	44.274189	24.068682	3.972347	(95% C.I. High)

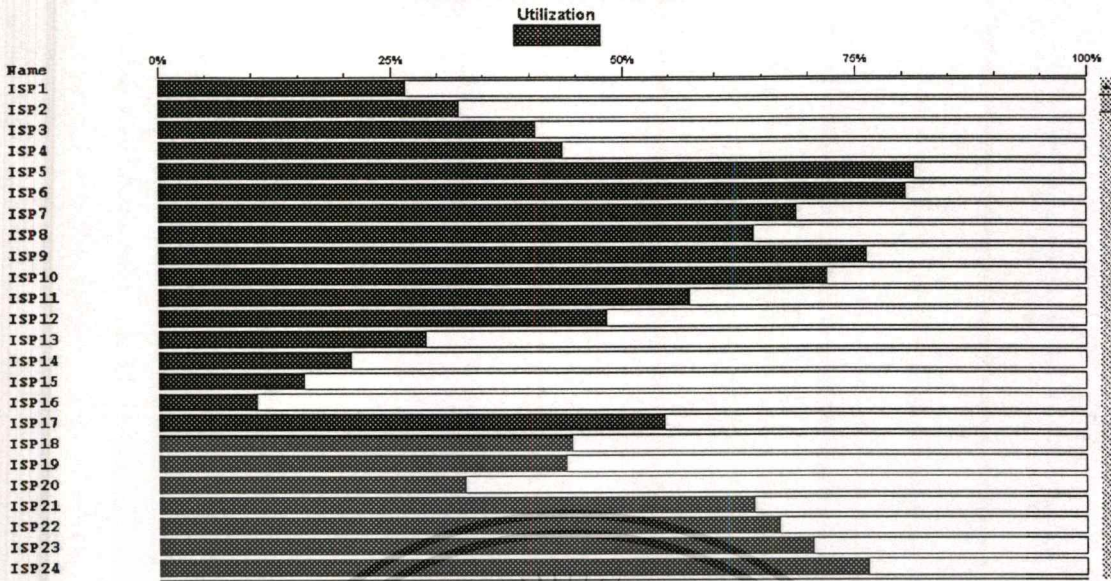
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	8.34	55.98	32.30	3.38	(Average)
Box	1.27	6.45	6.69	1.38	(Std. Dev.)
Box	5.18	39.96	15.68	-0.04	(95% C.I. Low)
Box	11.50	72.01	48.91	6.81	(95% C.I. High)

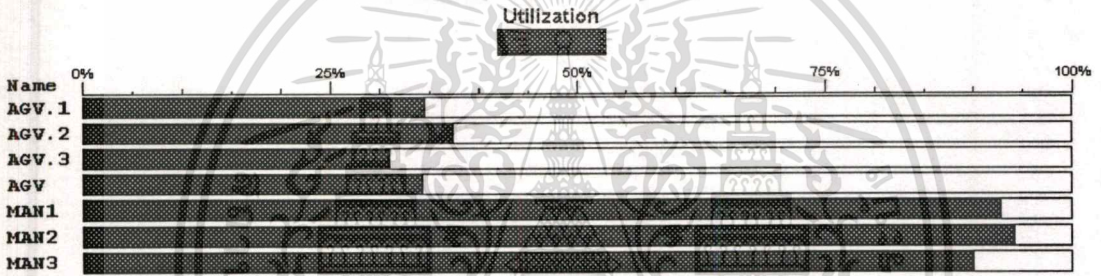
รูปที่ 4.2 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายการลำเลียง ด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

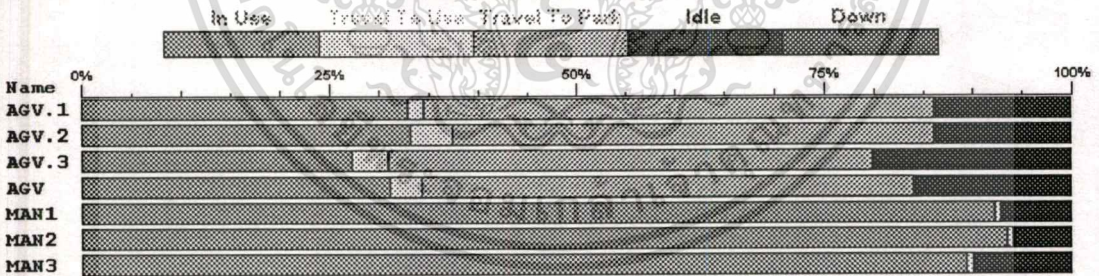
Location Utilization



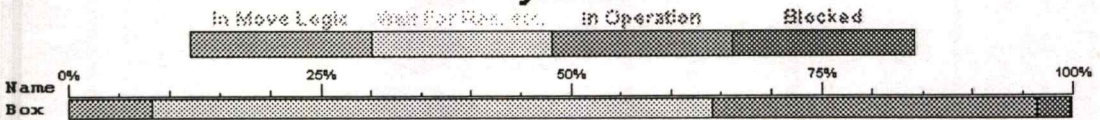
Resource Utilization



Resource States

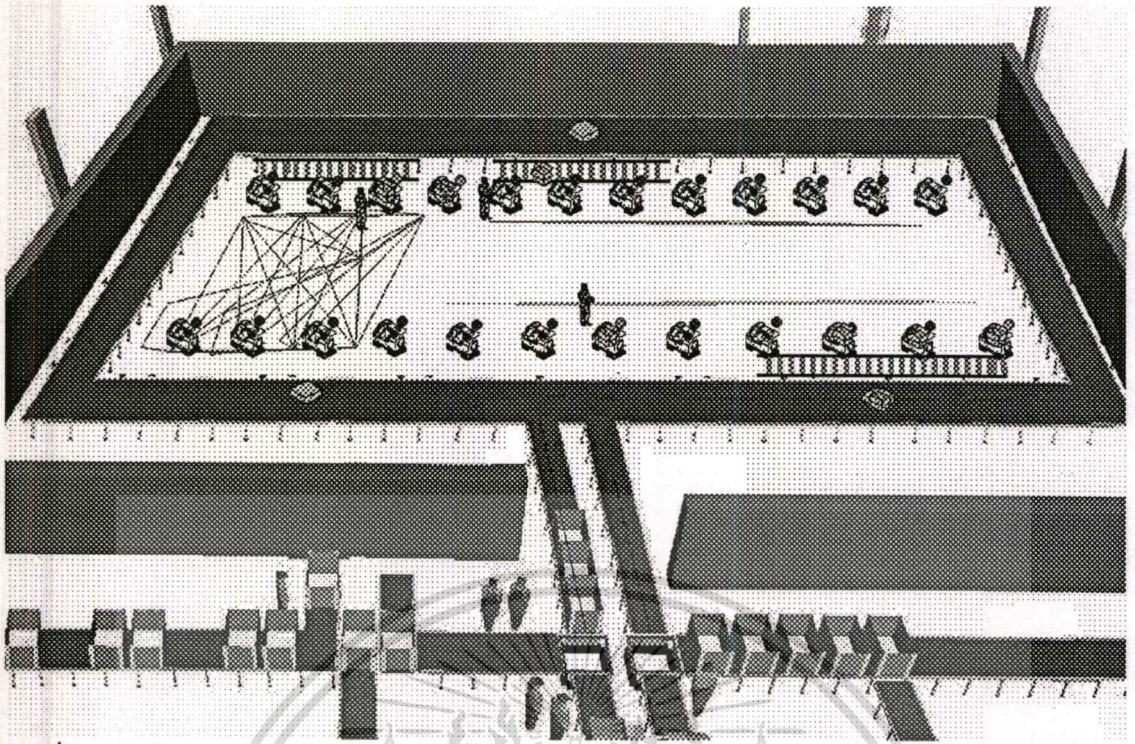


Entity States



รูปที่ 4.3 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	144	8.66667	25.712732	4.028891	6.539038	14.221560	0.923242	(Average)
Box	6.08276	1.1547	2.216023	0.322001	1.745602	0.006957	0.577903	(Std. Dev.)
Box	128.888	5.798	20.207381	3.228932	2.202371	14.204277	-0.512464	(95% C.I. Low)
Box	159.112	11.5353	31.218082	4.828850	10.875705	14.238843	2.358949	(95% C.I. High)

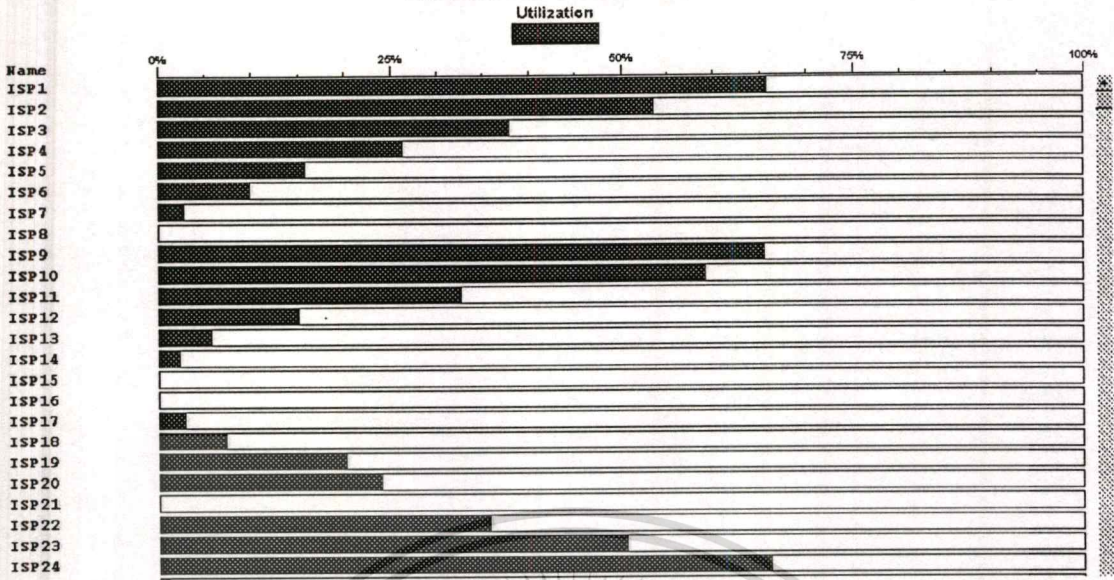
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	15.73	25.19	55.58	3.50	(Average)
Box	1.67	4.87	4.65	1.91	(Std. Dev.)
Box	11.57	13.10	44.02	-1.23	(95% C.I. Low)
Box	19.89	37.28	67.14	8.23	(95% C.I. High)

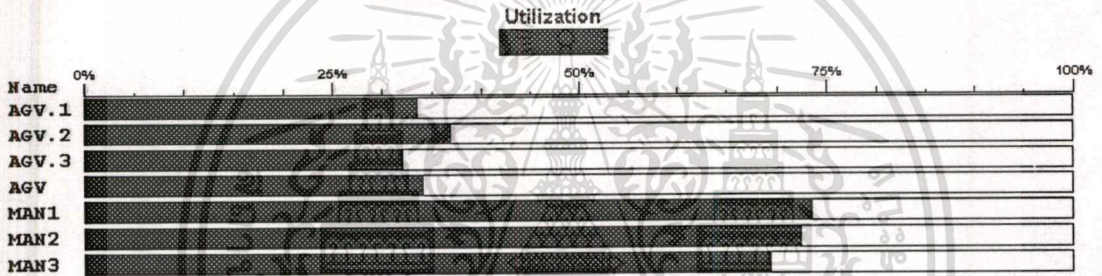
รูปที่ 4.5 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

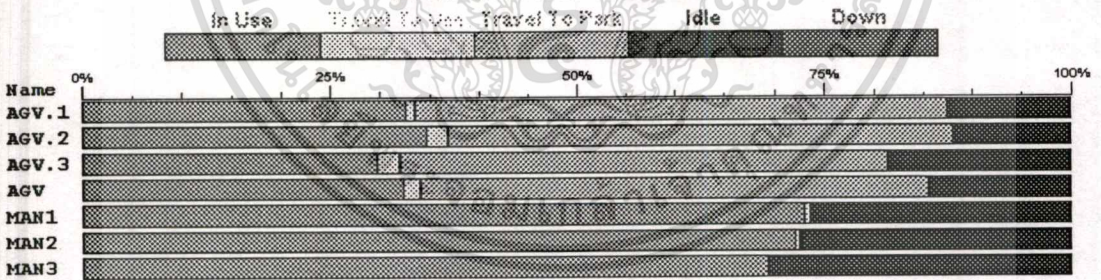
Location Utilization



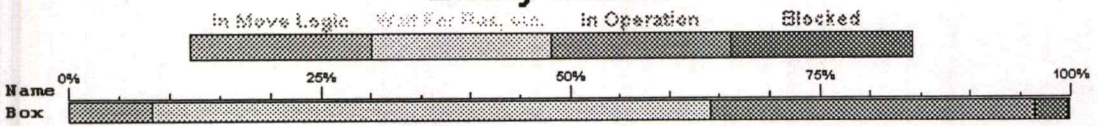
Resource Utilization



Resource States

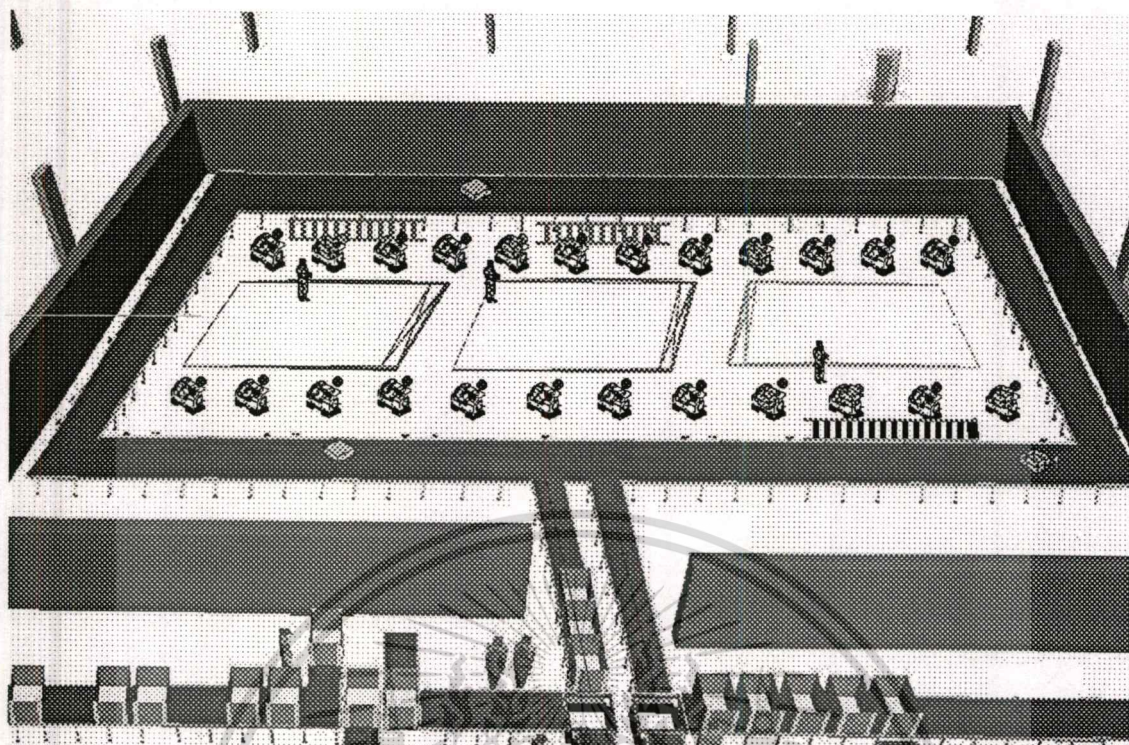


Entity States



รูปที่ 4.6 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดิน ใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	145.667	7.66667	25.605018	4.035974	6.613885	14.115716	0.839443	(Average)
Box	5.03322	0.57735	1.255887	0.282859	1.638338	0.002245	0.430827	(Std. Dev.)
Box	133.162	6.23233	22.484969	3.333257	2.543699	14.110138	-0.230878	(95% C.I. Low)
Box	158.171	9.101	28.725067	4.738692	10.684071	14.121294	1.909763	(95% C.I. High)

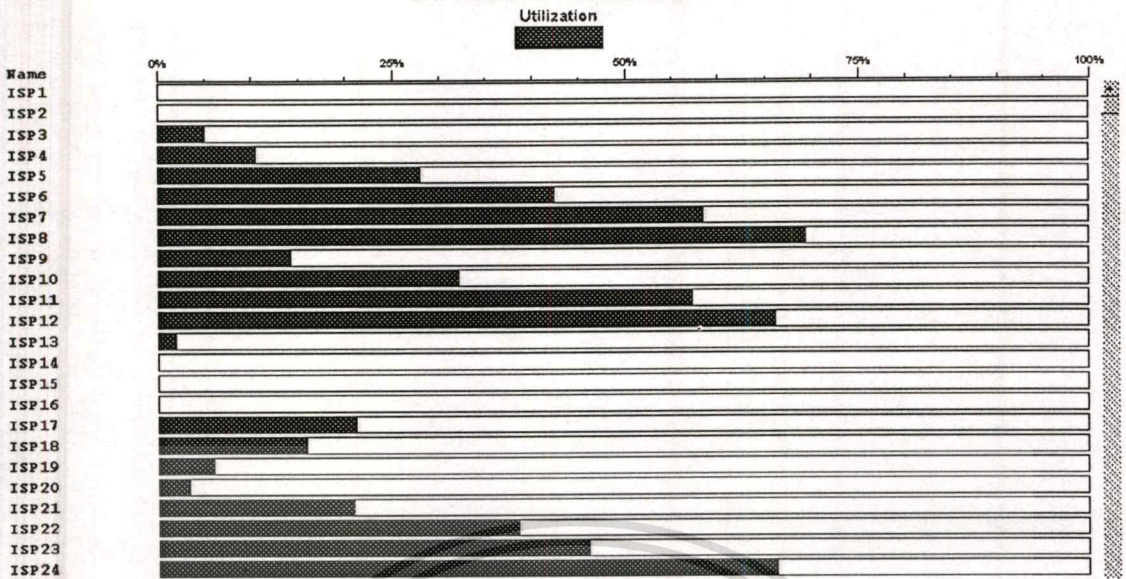
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	15.82	25.67	55.22	3.29	(Average)
Box	1.81	5.23	2.77	1.66	(Std. Dev.)
Box	11.33	12.69	48.35	-0.84	(95% C.I. Low)
Box	20.31	38.66	62.09	7.42	(95% C.I. High)

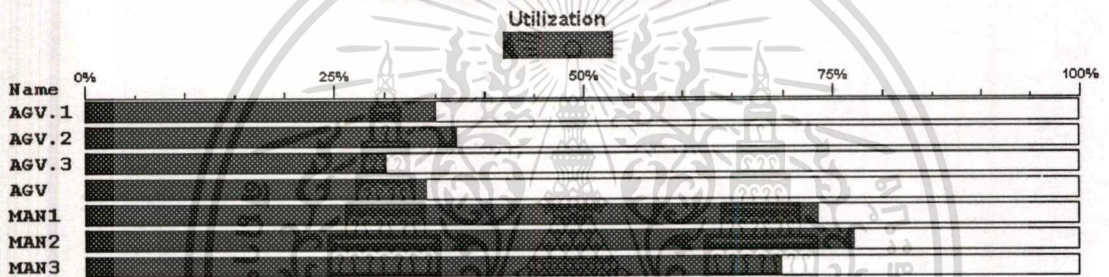
รูปที่ 4.8 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลมด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

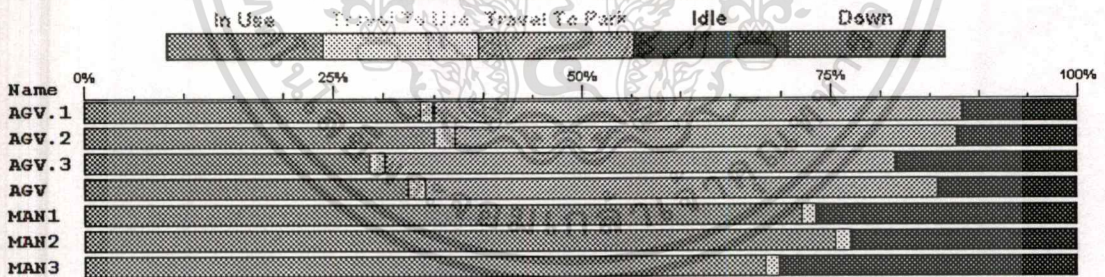
Location Utilization



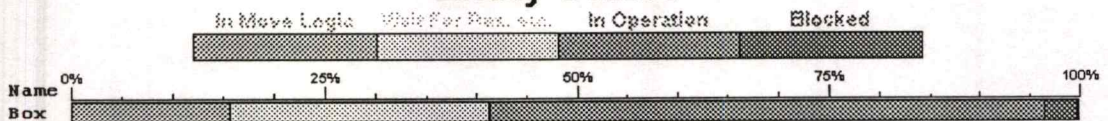
Resource Utilization



Resource States

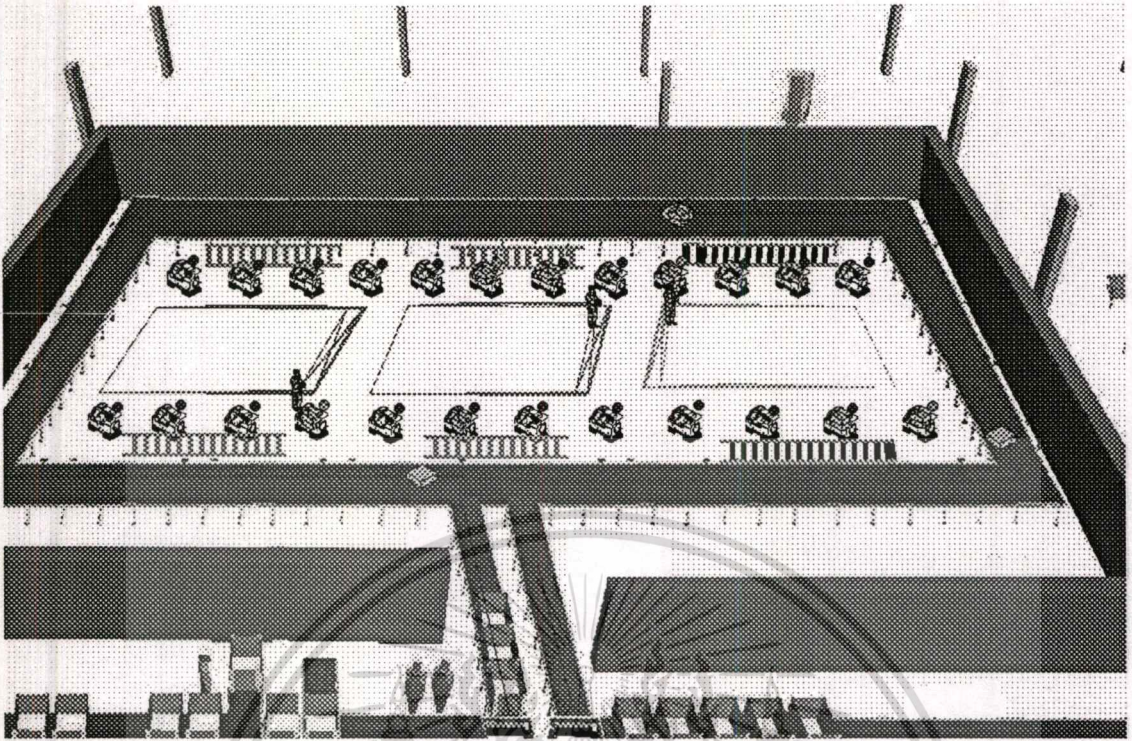


Entity States



รูปที่ 4.9 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคณงาน 3 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes In Blocked	
Box	138.333	10	25.815905	5.432457	5.147657	14.120438	1.115353	(Average)
Box	2.88675	1	0.547157	0.064683	0.481586	0.001367	0.135000	(Std. Dev.)
Box	131.162	7.51566	24.456583	5.271762	3.951235	14.117042	0.779967	(95% C.I. Low)
Box	145.505	12.4843	27.175228	5.593152	6.344079	14.123835	1.450740	(95% C.I. High)

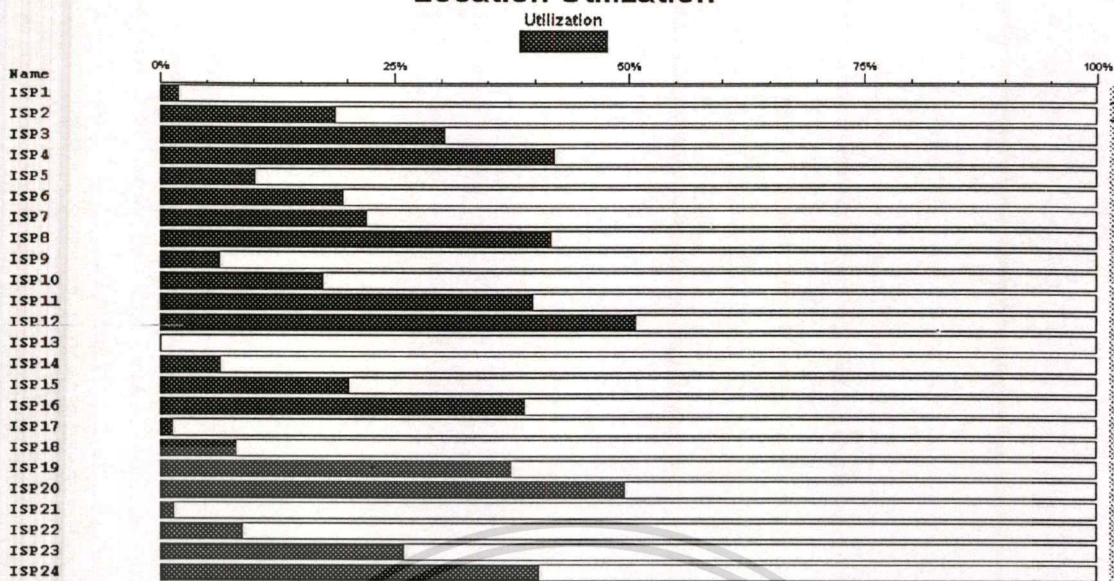
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	21.05	19.92	54.71	4.32	(Average)
Box	0.47	1.47	1.16	0.48	(Std. Dev.)
Box	19.89	16.28	51.83	3.13	(95% C.I. Low)
Box	22.21	23.56	57.59	5.50	(95% C.I. High)

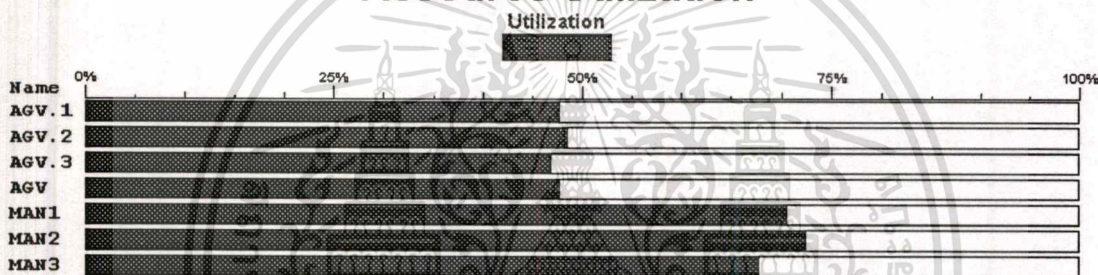
รูปที่ 4.11 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคณงาน 3 คนกับ 6 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลมด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

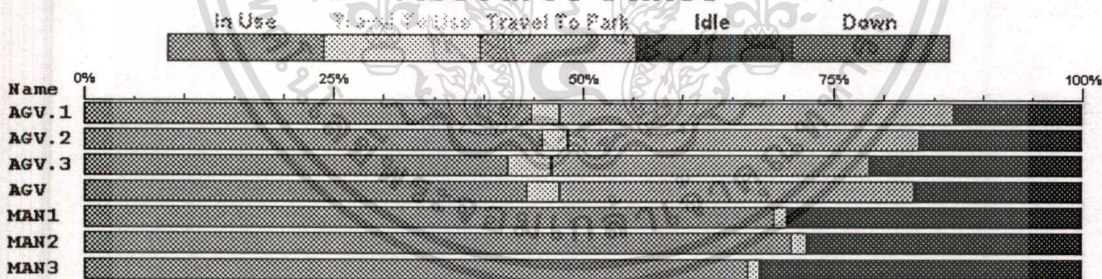
Location Utilization



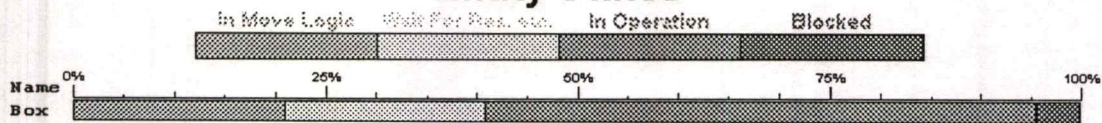
Resource Utilization



Resource States

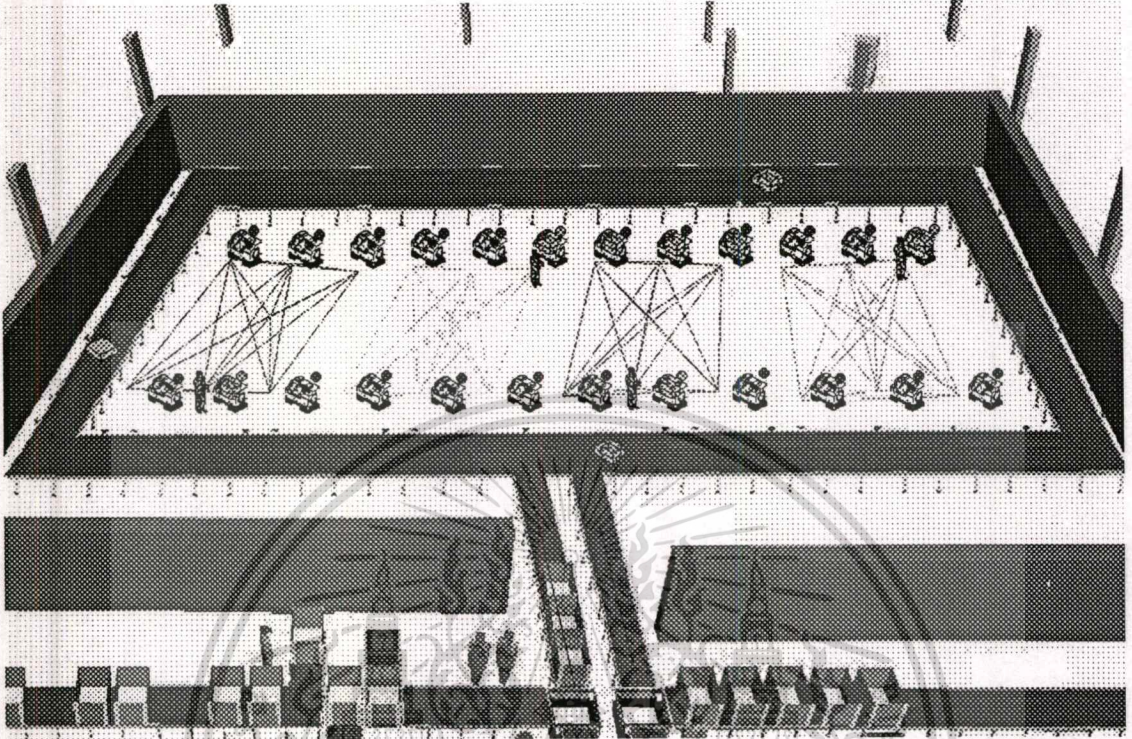


Entity States



รูปที่ 4.12 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคอนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	138	23	47.734371	4.082980	29.828391	13.823000	0.000000	(Average)
Box	1	1	3.018818	0.088700	2.934829	0.000000	0.000000	(Std. Dev.)
Box	135.516	20.5157	40.234607	3.862620	22.537284	13.823000	0.000000	(95% C.I. Low)
Box	140.484	25.4843	55.234135	4.303340	37.119498	13.823000	0.000000	(95% C.I. High)

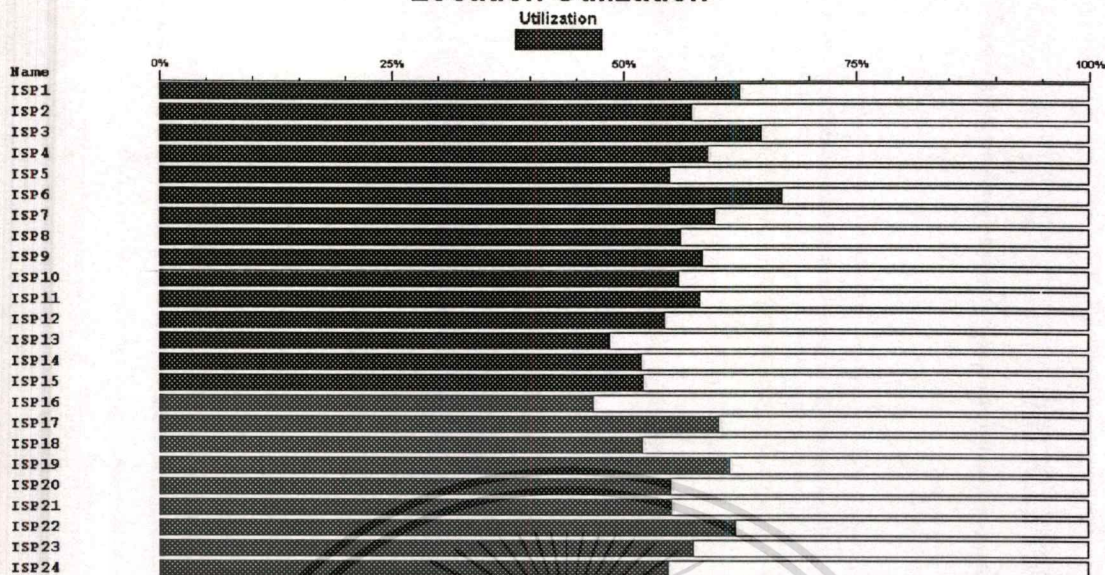
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	8.57	62.40	29.03	0.00	(Average)
Box	0.37	2.16	1.80	0.00	(Std. Dev.)
Box	7.66	57.02	24.56	0.00	(95% C.I. Low)
Box	9.48	67.78	33.51	0.00	(95% C.I. High)

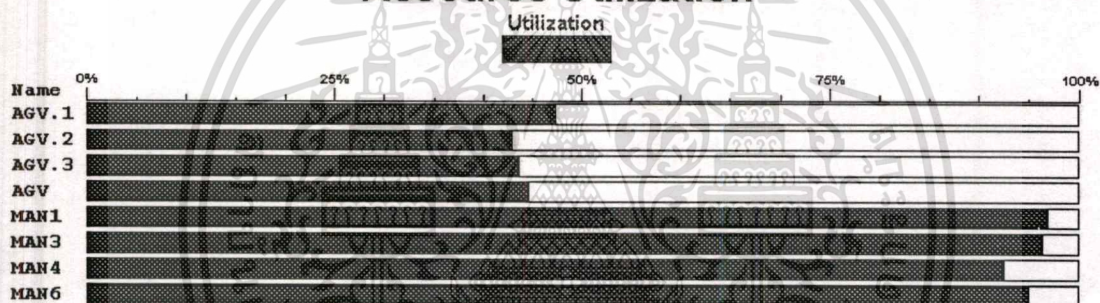
รูปที่ 4.14 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคอนงาน 4 คน ด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

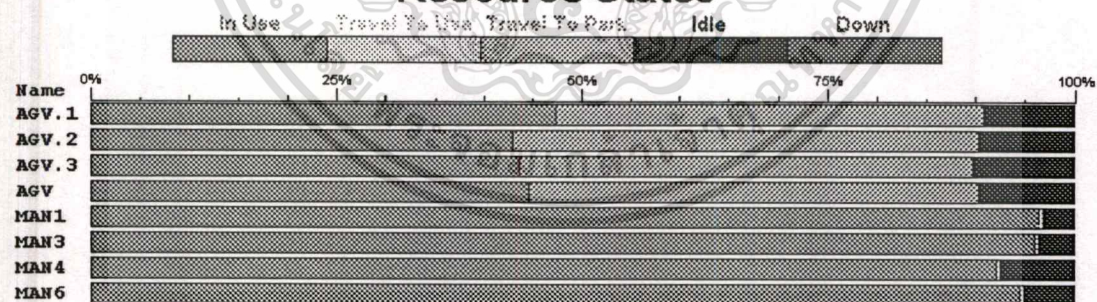
Location Utilization



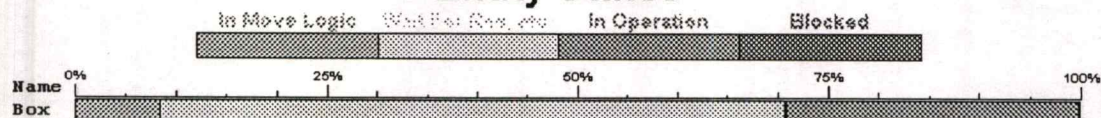
Resource Utilization



Resource States

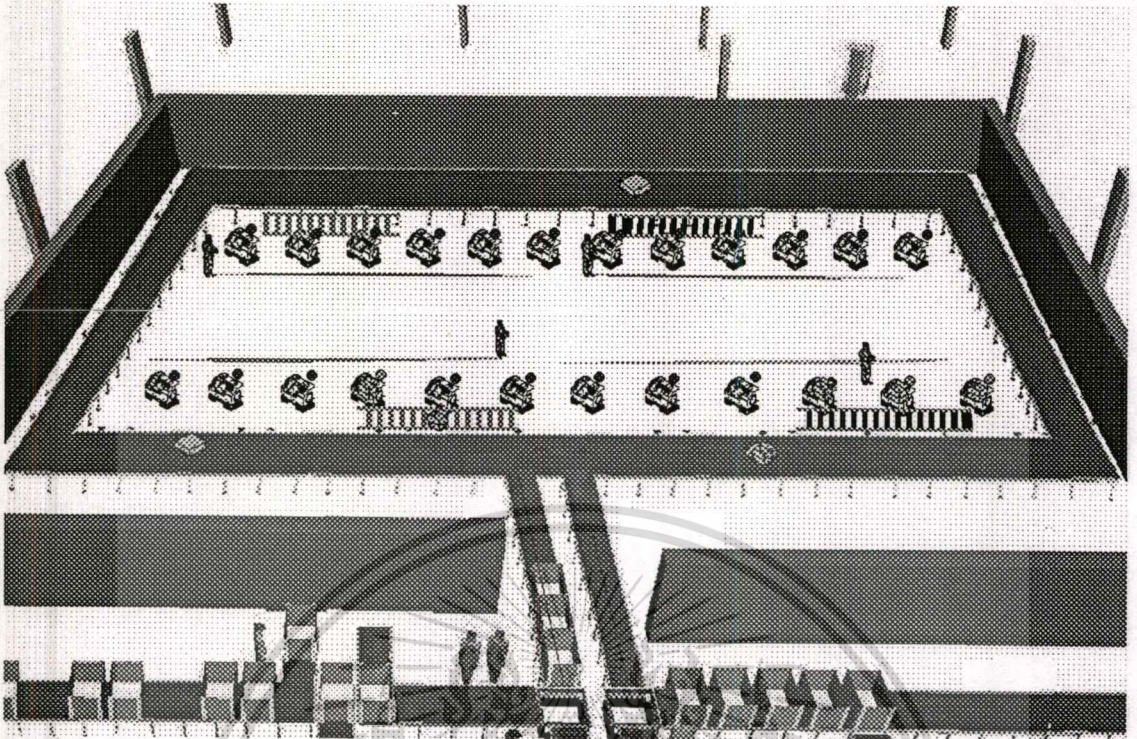


Entity States



รูปที่ 4.15 แสดงผลการประมวลผลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	140.667	7.66667	22.337810	4.732993	1.996526	14.167804	1.440488	(Average)
Box	5.03322	0.57735	0.286422	0.568008	0.783950	0.057015	0.425461	(Std. Dev.)
Box	128.162	6.23233	21.626240	3.321870	0.048928	14.026160	0.383499	(95% C.I. Low)
Box	153.171	9.101	23.049381	6.144116	3.944123	14.309449	2.497476	(95% C.I. High)

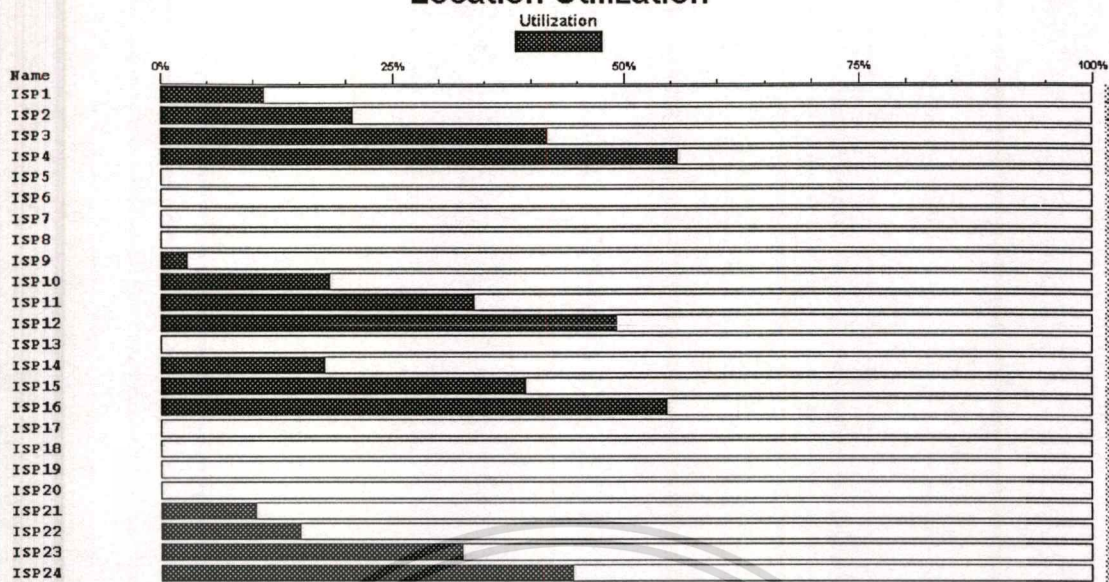
ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	21.18	8.95	63.43	6.44	(Average)
Box	2.37	3.54	0.87	1.84	(Std. Dev.)
Box	15.29	0.15	61.27	1.88	(95% C.I. Low)
Box	27.06	17.75	65.59	11.00	(95% C.I. High)

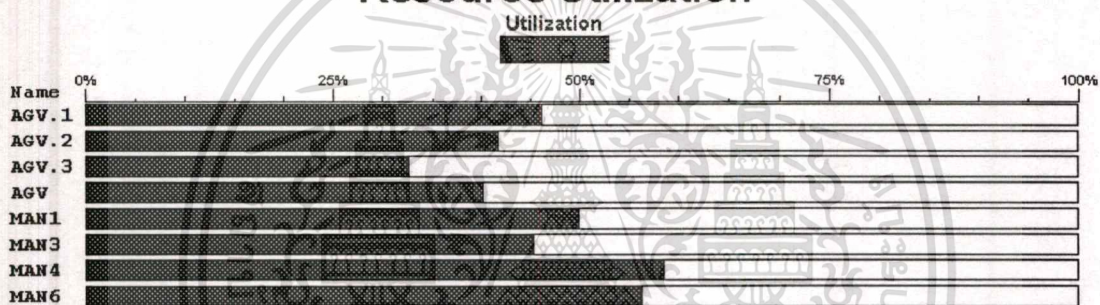
รูปที่ 4.17 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

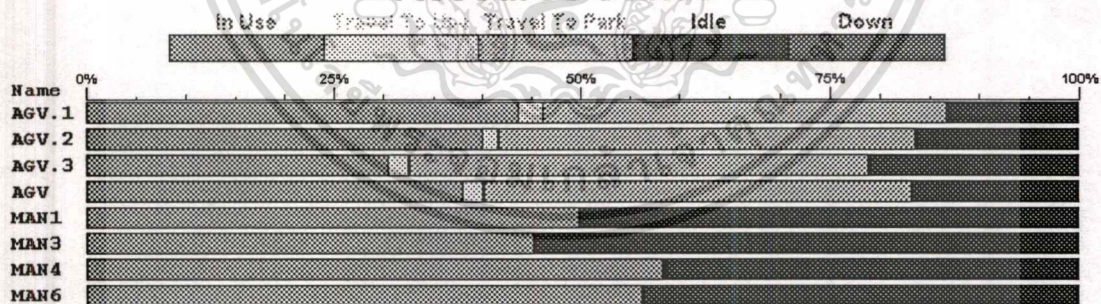
Location Utilization



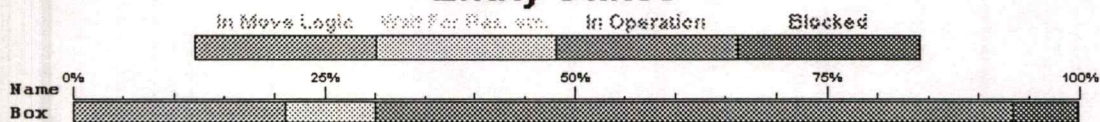
Resource Utilization



Resource States



Entity States

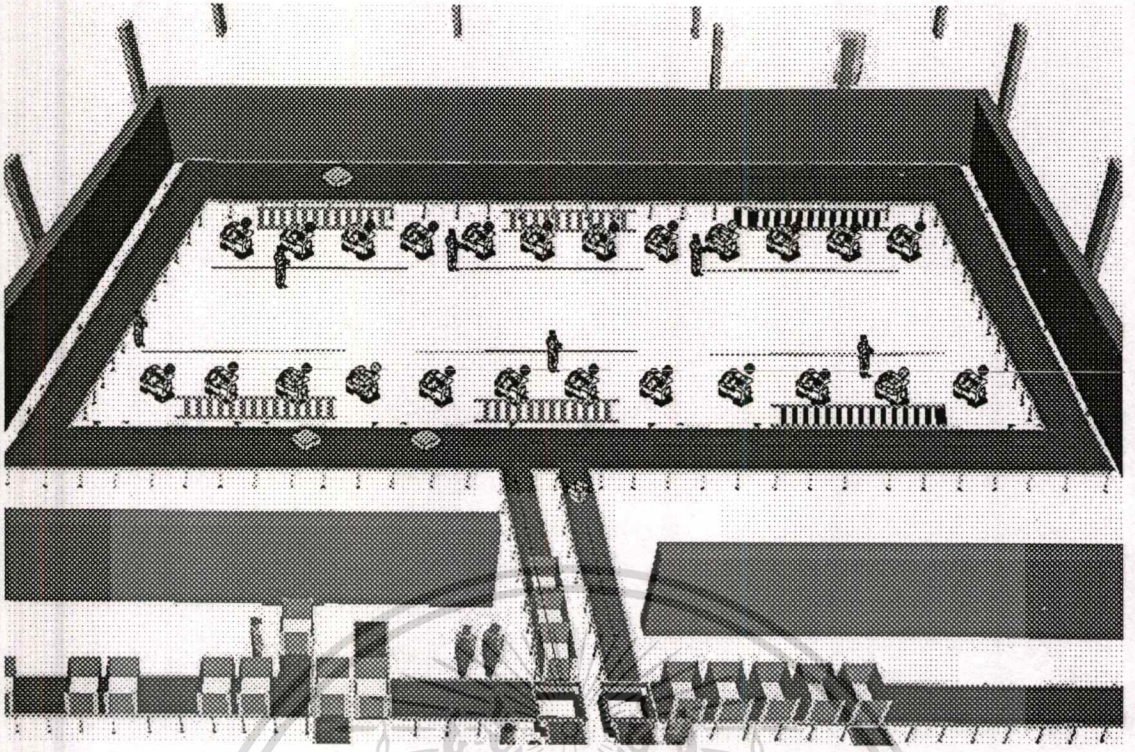


รูปที่ 4.18 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทาง

เดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงผลกราฟฟิคการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (หลังการปรับปรุง)

ENTITY ACTIVITY

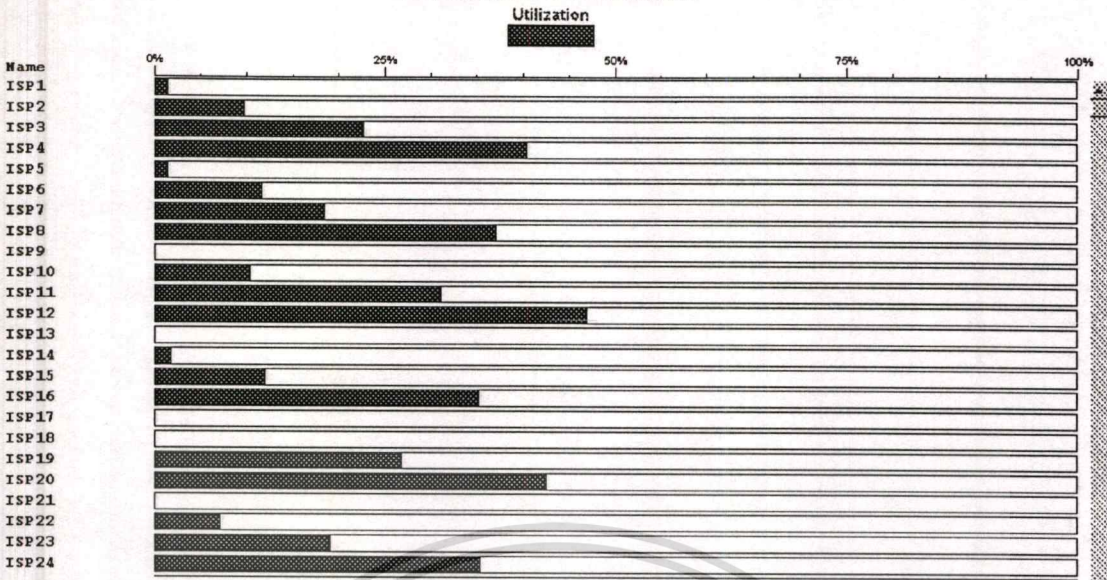
Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	141	7.33333	21.544279	5.464137	0.838024	14.120233	1.121886	(Average)
Box	3.4641	0.57735	0.266616	0.077982	0.104293	0.001253	0.174522	(Std. Dev.)
Box	132.394	5.899	20.881915	5.270403	0.578924	14.117119	0.688315	(95% C.I. Low)
Box	149.606	8.76767	22.206643	5.657871	1.097124	14.123347	1.555456	(95% C.I. High)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

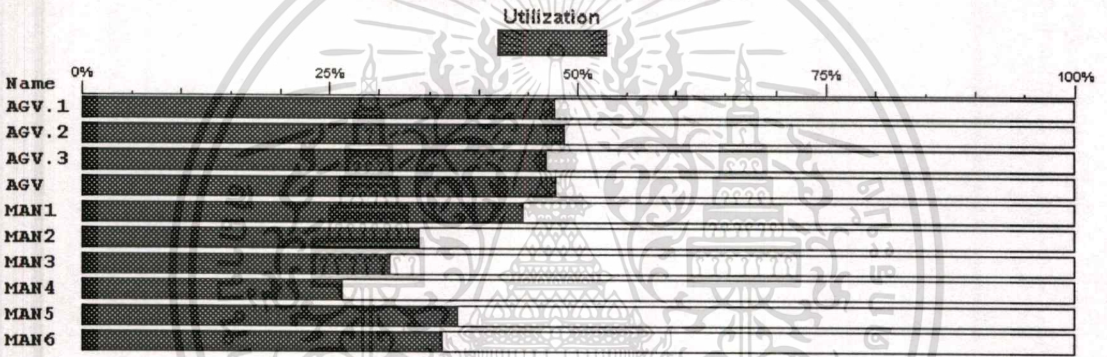
Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked	
Box	25.36	3.89	65.55	5.20	(Average)
Box	0.18	0.47	0.81	0.75	(Std. Dev.)
Box	24.92	2.72	63.52	3.34	(95% C.I. Low)
Box	25.80	5.05	67.57	7.07	(95% C.I. High)

รูปที่ 4.20 แสดงผลการประมวลผลผลิตที่เกิดจาก การทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายการลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรงด้วยโปรแกรม Promodel (หลังการปรับปรุง)

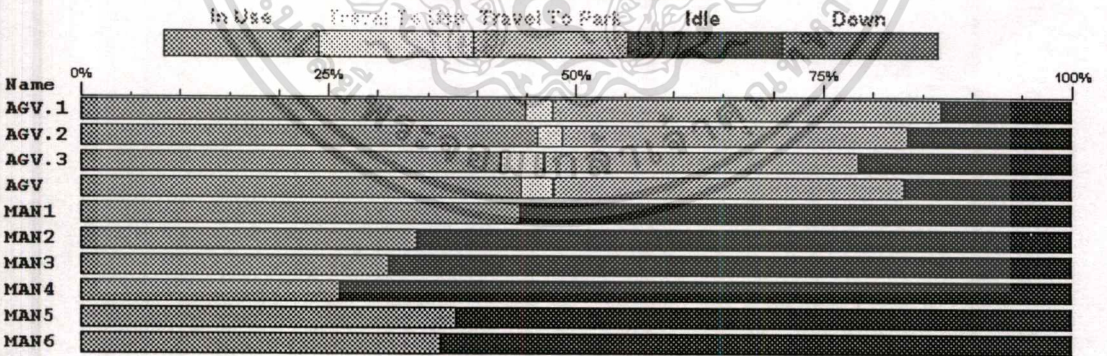
Location Utilization



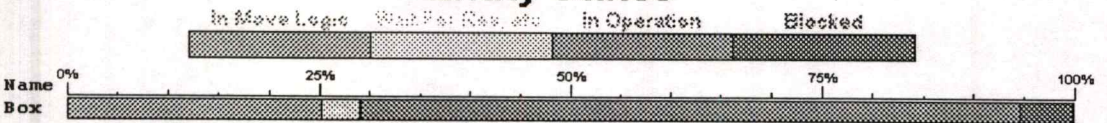
Resource Utilization



Resource States



Entity States



รูปที่ 4.21 แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel(หลังการปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

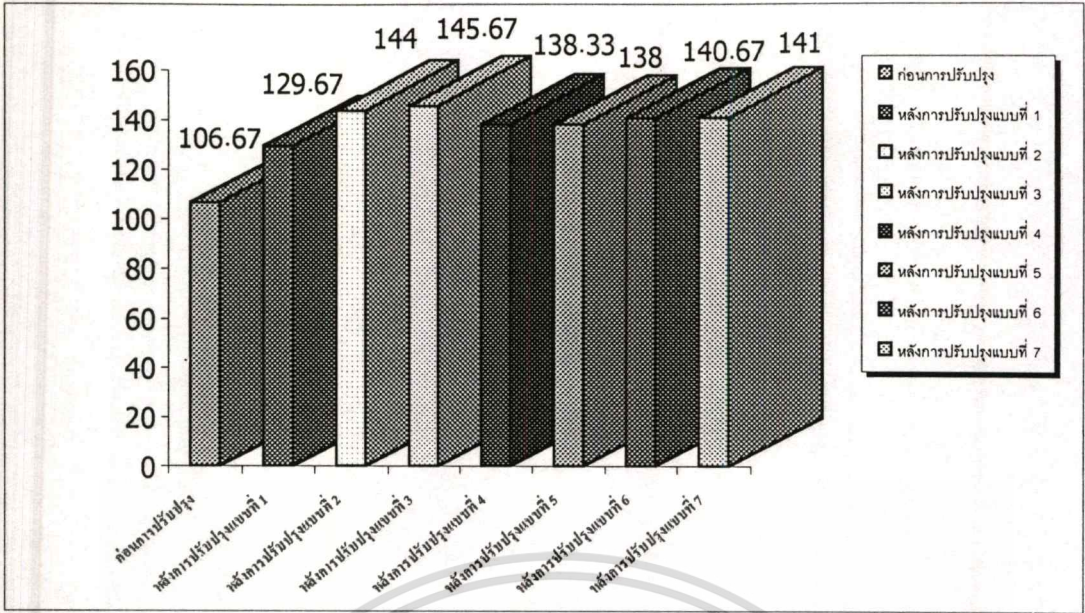
4.2 ผลการดำเนินการศึกษา

เมื่อนำผลที่ได้จากการศึกษานำมาพิจารณาหาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิต จะสามารถแยกพิจารณาได้ ดังนี้ คือ

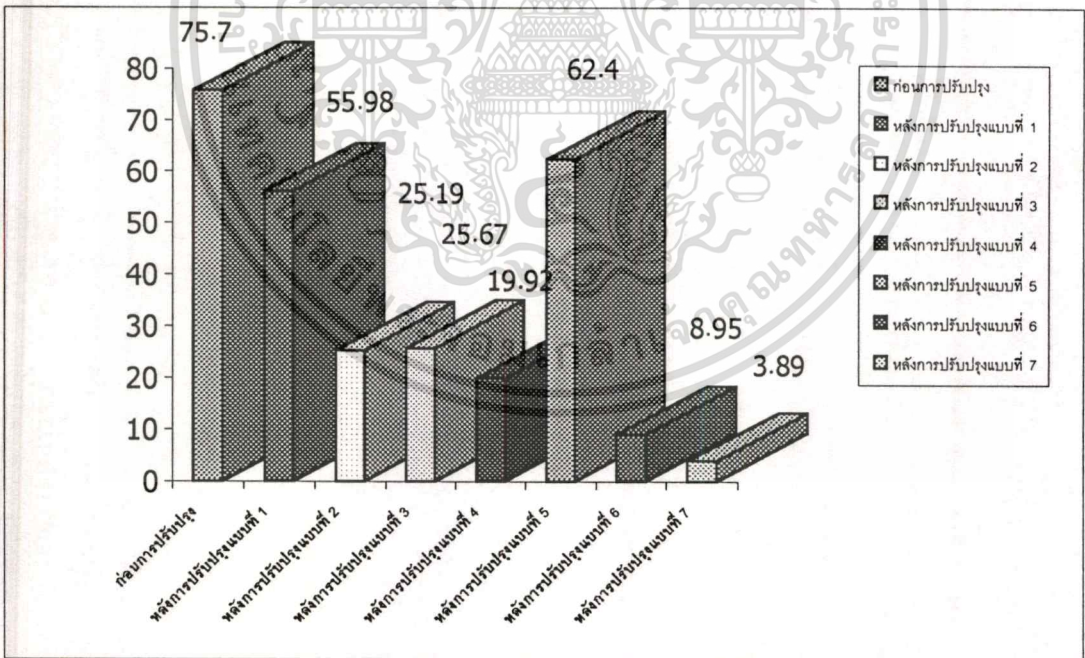
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ก่อน และหลังการปรับปรุง

รูปแบบระบบตรวจ สอบคุณภาพของ ห้องทดสอบ	ลักษณะการปรับปรุง			ผลผลิต จากแบบ จำลอง (Enity)	แนวโน้ม การเปลี่ยนแปลง	เวลารอคอย (Wait For)	แนวโน้มการ เปลี่ยนแปลง	
	จำนวน คน ทำงาน	จำนวน สาย ลำเลียง	การ เคลื่อนที่					
ก่อนการ ปรับปรุง	3	ไม่มี	ปกติ	106.667		75.7		
หลัง การ ปรับ ปรุง แบบที่	1	3	3	ปกติ	129.667	+21.56 %	55.98	-26.05 %
	2	3	2	เดินตรง	144	+35 %	25.19	-66.72 %
	3	3	3	เดินวน	145.667	+36.56 %	25.67	-66.09 %
	4	3	6	เดินวน	138.333	+29.68 %	19.92	-73.68 %
	5	4	ไม่มี	ปกติ	138	+29.37 %	62.40	-17.52 %
	6	4	4	เดินตรง	140.667	+31.87 %	8.95	-88.17 %
	7	6	6	เดินตรง	141	+32.18 %	3.89	-94.86 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลระดับจำนวนของผลผลิตที่ผ่านการทดสอบของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ



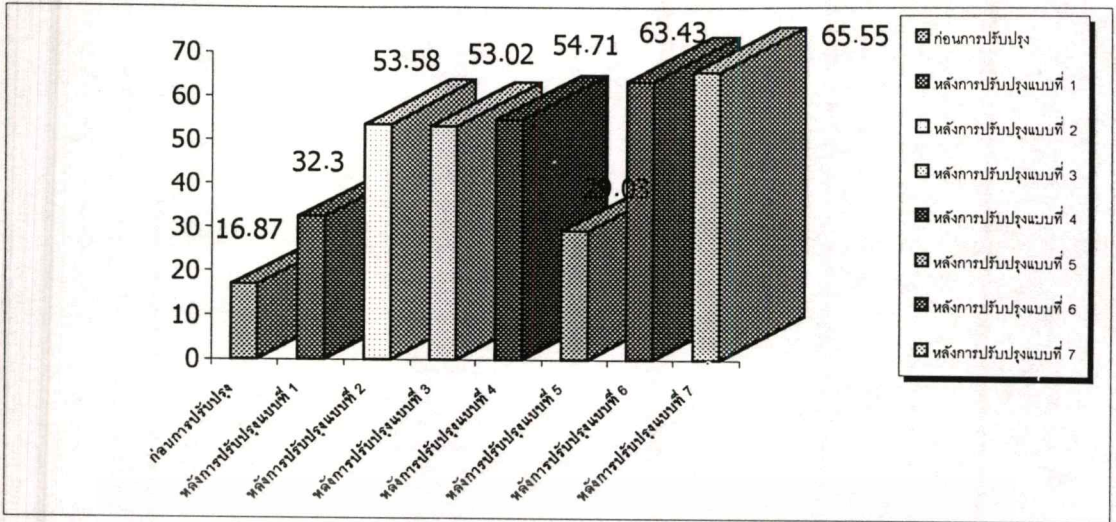
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงผลระดับเวลาการรอคอยของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดงผลก่อนและหลังการปรับปรุง (ดูตารางที่ 4.1) สรุปได้ว่าการทำงานด้วยคนงาน 3คน กับ 3สายการลำเลียง จะได้ผลผลิตสูงสุดเมื่อพิจารณาจากจำนวนผลผลิตที่ออก จากแบบจำลอง คือ ประมาณ 146 เครื่อง ช่วยให้มียผลผลิตเพิ่มกว่า 36.56 % และการทำงานด้วยคนทำงาน 6 คน 6สายลำเลียง เคลื่อนไหวแบบเป็นเส้นตรง สามารถลดเวลาการเข้าถึงแอร์ทดสอบได้มากถึง 94.86 % เมื่อพิจารณาจากผลผลิตออกมาจากแบบจำลองสถานการณ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งแนวโน้มโดยรวมของแบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุงเป็นในลักษณะเดียวกันทั้งหมด คือเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้นทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า เปอร์เซ็นต์ (%)รวมของเวลางานที่พบในขณะที่ทำการทดสอบผลผลิตเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

รูปแบบระบบตรวจ สอบคุณภาพของ ห้องทดสอบ	ลักษณะการปรับปรุง			% รวมของเวลางานที่พบ ในขณะที่ทำการทดสอบผล ผลิต (% In Operation)	
	จำนวน คน ทำงาน	จำนวน สาย ลำเลียง	การ เคลื่อนที่		
ก่อนการปรับปรุง	3	ไม่มี	ปกติ	16.87	
หลังการปรับ ปรุง แบบที่	1	3	3	ปกติ	32.3
	2	3	2	เดินตรง	53.58
	3	3	3	เดินวน	53.02
	4	3	6	เดินวน	54.71
	5	4	ไม่มี	ปกติ	29.03
	6	4	4	เดินตรง	63.43
	7	6	6	เดินตรง	65.55



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงผลระดับ เปอร์เซนต์ (%)รวมของเวลางานที่พบในขณะทำการทดสอบผลผลิต ของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ

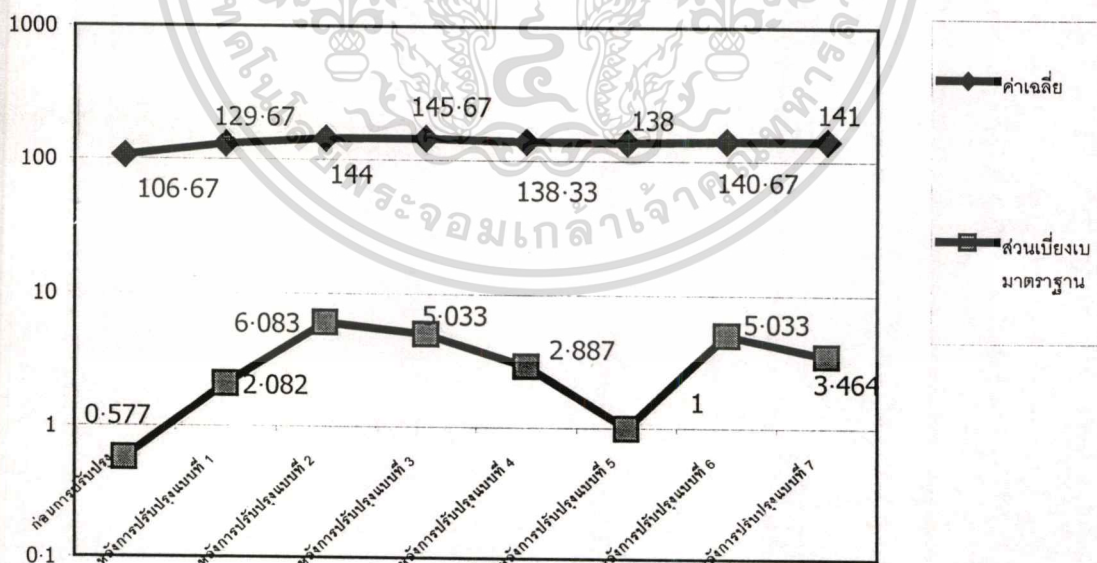
เมื่อพิจารณาถึงระดับเปอร์เซนต์ (%) รวมของเวลางานที่พบในขณะทำการทดสอบผลผลิต (ดูรูปที่ 4.24) จะพบมากที่สุด ในแบบจำลองแบบ 6 คน 6สายลำเลียง การทำงานแบบเดินเป็นเส้นตรง ซึ่งมากกว่าแบบจำลองก่อนการปรับปรุงกว่า 4 เท่าตัว และค่าดังกล่าวในทุกแบบจำลองหลังการปรับปรุงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกด้วย

4.3 การทดสอบการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทดสอบแบบจำลองกับค่าที่กำหนดให้ใช้ในการ สร้างแบบจำลองด้วยวิธีทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองแบบจำลองกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบจำนวน 3 รอบโดยแต่ละครั้งใช้เวลาในการจำลองเท่ากับ 8 ชั่วโมง และมีเงื่อนไขในการทดลองแบบจำลองเหมือนกันทั้งในแบบจำลองก่อนการปรับปรุงและที่กำหนดในส่วนของ การทดสอบแบบจำลองหลังการปรับปรุงทั้ง 7 แบบ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบจากการทดลองแบบจำลองสถานการณ์ จำนวน 3 รอบ

กระบวนการตรวจสอบในห้องทดสอบ				ผลผลิตเฉลี่ย(เครื่อง) ต่อ 1 รอบการทดสอบ จากการจำลองสถาน การณ์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชั่วโมง) จากการจำลองสถานการณ์	
การปรับ ปรุง	จำนวน คน	จำนวน สาย ลำเลียง	การเคลื่อน ที่			
ก่อน	3	-	ปกติ	106.667	0.577	
หลัง	1	3	3	ปกติ	129.667	2.082
	2	3	2	เดินตรง	144	6.083
	3	3	3	เดินวน	145.667	5.033
	4	3	6	เดินวน	138.333	2.887
	5	4	-	ปกติ	138	1
	6	4	4	เดินตรง	140.667	5.033
	7	6	6	เดินตรง	141	3.464



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงผลระดับค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ผู้วิจัยจะทำการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ แบบจำลอง จำนวน 3 ครั้ง ๆ 8 ชั่วโมง ไปทำการเปรียบเทียบกับเวลาเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดให้ใช้ในการสร้างแบบจำลองของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ

4.3.1 การเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ F - Test

กำหนดให้สมมติฐานหลักว่าความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยของกระบวนการตรวจสอบของห้องทดสอบจากการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง กับเวลาเฉลี่ยที่กำหนดให้ใช้กระบวนการตรวจสอบของห้องทดสอบหลังการปรับปรุง ไม่มีความแตกต่างกัน

กำหนดให้

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

σ_1^2 = ความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแบบจำลองก่อนการปรับปรุง

σ_2^2 = ความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแบบจำลองหลังการปรับปรุง

ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % , $\alpha = 0.05$,

ใช้การทดสอบทางสถิติ ใช้ S_1^2, S_2^2 แทน σ_1^2 และ σ_2^2 ตามลำดับ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{d.f.} = (2, 2) \quad (4.1)$$

จะทำการปฏิเสธ H_0 ถ้า $F < f_{0.975, 2, 2} = 0.026$ หรือ $F > f_{0.025, 2, 2} = 39$

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาผลการทดสอบสมมติฐานของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบจำลอง หลังการปรับปรุง

กระบวนการตรวจสอบในห้องทดสอบ				ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (ชั่วโมง) จากการ จำลองสถาน การณ์	การทดสอบค่า $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$, d.f. = (2, 2)	ผลการทดสอบ ความแตกต่าง ของค่าความ แปรปรวน	
การปรับปรุง	จำนวน คน	จำนวน สาย ลำเลียง	การเคลื่อน ที่				
ก่อน	3		ปกติ	0.577			
หลัง	1	3	3	ปกติ	2.082	0.077	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	2	3	2	เดินตรง	6.083	0.089	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	3	3	3	เดินวน	5.033	0.013	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	4	3	6	เดินวน	2.887	0.039	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	5	4	-	ปกติ	1	0.332	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	6	4	4	เดินตรง	5.033	0.013	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ
	7	6	6	เดินตรง	3.464	0.027	ไม่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญ

F ที่ได้จากผลการทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวน มีค่ามากกว่า $f_{0.975, 2, 2} = 0.026$ และน้อยกว่า $f_{0.025, 2, 2} = 39$ ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % แสดงว่าความแปรปรวนของเวลาเฉลี่ยต่อ 1 รอบระบบตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง กับหลังการปรับปรุง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2 การเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ t - Test

กำหนดให้สมมติฐานหลักว่าเวลาเฉลี่ยของกระบวนการจัดหาจัดซื้อด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์จากการจำลองสถานการณ์ กับเวลาเฉลี่ยเวลาที่กำหนดให้ใช้กระบวนการจริง ไม่มีความแตกต่างกัน

กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A : \mu_1 \neq \mu_2$$

μ_1 = เวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองก่อนการปรับปรุง

μ_2 = เวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองหลังการปรับปรุง

ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % , $\alpha = 0.05$,

ใช้การทดสอบทางสถิติ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad d.f. = n_1 + n_2 - 2$$

(4.2)

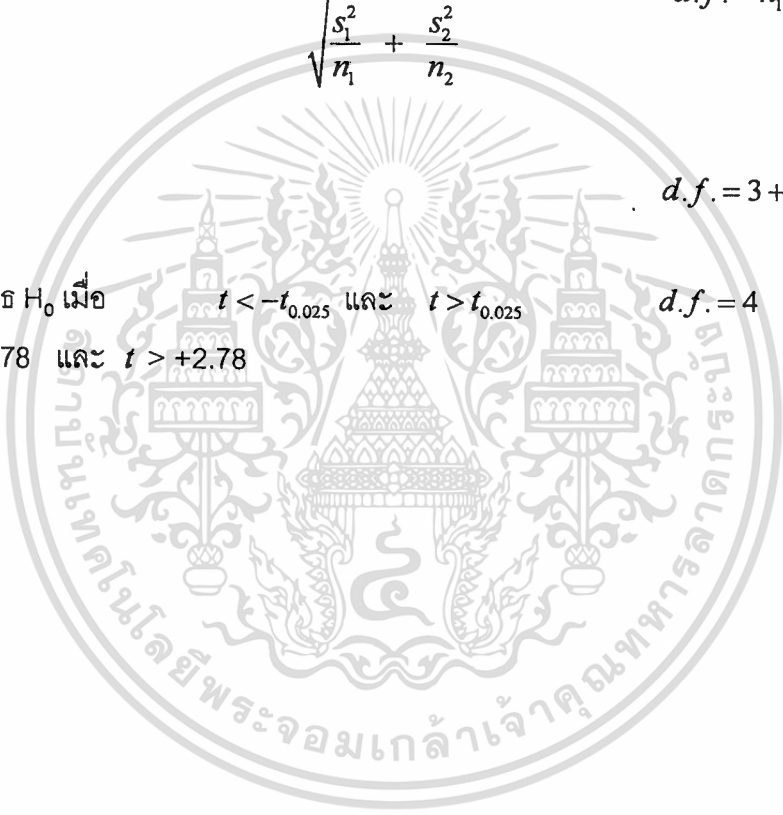
$$d.f. = 3 + 3 - 2 = 4$$

จะทำการปฏิเสธ H_0 เมื่อ

$$t < -t_{0.025} \quad \text{และ} \quad t > t_{0.025}$$

$$d.f. = 4$$

หรือ $t < -2.78$ และ $t > +2.78$



ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาผลการทดสอบสมมติฐานของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบจำลอง หลังการปรับปรุง

กระบวนการตรวจสอบในห้องทดสอบ				ผลผลิตเฉลี่ย (เครื่อง) ต่อ 1 รอบการ ทดสอบ จากการจำลอง สถานการณ์	การทดสอบค่า $t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$ $d.f. = 4$	ผลการ ทดสอบความ แตกต่างของ ค่าเฉลี่ย	
การปรับ ปรุง	จำนวน คน	จำนวน สาย ลำเลียง	การ เคลื่อนที่				
ก่อน	3	-	ปกติ	106.667			
หลัง	1	3	3	ปกติ	129.667	18.439	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	2	3	2	เดินตรง	144	10.582	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	3	3	3	เดินวน	145.667	13.334	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	4	3	6	เดินวน	138.333	18.623	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	5	4	-	ปกติ	138	47.006	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	6	4	4	เดินตรง	140.667	11.623	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ
	7	6	6	เดินตรง	141	16.934	แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ

t ที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีค่ามากกว่า $t > +2.78$ ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % แสดงว่าเวลาเฉลี่ยต่อ 1 รอบ ของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของห้องทดสอบ จากการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง กับหลังการปรับปรุงในทุกๆแบบจำลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผล อภิปรายผลและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

วัตถุประสงค์ของการศึกษาระดับนิพนธ์ (Thematic Paper)ฉบับนี้ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อการเพิ่มผลผลิตในระบบตรวจสอบคุณภาพ ของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ในส่วนของห้องทดสอบคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการบริหารการผลิต ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ในการสลายพันธะระหว่าง คน และเครื่องจักร ออกจากกันเพื่อการเพิ่มผลผลิต โดยทำการศึกษาการทำงาน และวิเคราะห์เวลาทำงานที่เกี่ยวข้องกันในระบบตรวจสอบคุณภาพในห้องทดสอบ ซึ่งสามารถแยกเวลาการทำงานของคน และเครื่องจักรออกจากกันอย่างเด็ดขาด ทำให้การทำงานของคนงานทั้งหมดสามารถลดเวลาการรอคอย เนื่องจากระบบการทำงานของเครื่องจักรลงได้ ผลที่ได้ ก็คือ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น แต่การนำเสนอได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อจำลองปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Promodel เพื่อแสดงผลของการเพิ่มผลผลิตในแต่ละวิธีการออกแบบงานใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตที่แท้จริง โดยทราบผลได้จากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ที่แตกต่างกันในการออกแบบการทำงานแต่ละประเภท

จากการศึกษา ผลการออกแบบงานใหม่ด้วย แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Promodel ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้เวลาปกติของการวนรอบ ที่เวลาผลิตจริง คือ 8 ชั่วโมงทำงานสามารถนำเสนอผลผลิตที่เพิ่มขึ้นออกมาได้แตกต่างกันในแต่ละแบบจำลอง ดังนี้

1. แบบจำลองที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คือการทำงานของคนงาน 3 คน ทำงานแบบวนเป็นวงกลม ร่วมกับ 3 สายลำเลียง สามารถเพิ่มผลผลิตได้จากเดิม 36.56% เมื่อเปรียบเทียบกับเฉพาะกลุ่มที่มีการใช้คนงาน 3 คนเหมือนกัน
2. กลุ่มที่การทำงานของคนงาน 4 คนจะพบว่าหากมีการนำทฤษฎีการเพิ่มผลผลิตเข้ามาใช้ร่วมด้วย สามารถเพิ่มผลผลิตได้อีก
3. การทดลองเพิ่มคนงานให้มากขึ้นไม่ได้ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนตามกันเสมอ กล่าวคือ จากผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มจากระบบคนงาน 4 คนเป็นระบบคนงาน 6 คน ที่ใช้ระบบการทำงานเหมือนกัน สัดส่วนของการเพิ่มผลผลิตเปลี่ยนจาก 31.87% เป็น32.18% ซึ่งต่างกันแค่ 0.31% เท่านั้นทั้งที่เพิ่มคนอีก 2 คน อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากประสิทธิภาพของการทำงานของคนในระบบลดลง

4. การเพิ่มคนไม่ใช่ทางเลือกที่ดีเสมอไป ซึ่งปัจจัยหลักที่ช่วยให้การเพิ่มผลผลิตของแบบจำลองนี้ประสบความสำเร็จ คือ ทฤษฎีการทำงานแบบ U Sharp และ การจัดลำดับงานอย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคการใช้สายลำเลียง

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

จากผลสรุปที่ได้ สามารถอภิปรายได้ออกมาเป็นข้อๆ ได้ดังนี้ คือ

1. การใช้แบบจำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมมากในการวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการเพิ่มผลผลิตของระบบ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ผลที่ได้จากการออกแบบ และวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์สามารถเพิ่มผลผลิตได้ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตเดิม โดยสามารถเห็นผลที่ชัดเจนเมื่อมีการใช้ทฤษฎีการบริหารการผลิตต่างๆ ใสเข้าไปทดลองในแบบจำลอง ซึ่งอาจสามารถใช้เป็นตัวแบบการพิสูจน์ ทฤษฎีบริหารการผลิตได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ไม่สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ใดดีที่สุดในการนำไปใช้จริงด้วยเหตุที่แบบจำลองต่างๆ ที่ได้ มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญของการออกแบบจำลอง และนำไปใช้ หากแต่การศึกษาของสาระนิพนธ์ฉบับนี้เน้นการวัดที่ผลผลิต ดังนั้นการออกแบบจึงเน้นที่ผลผลิตที่ออกมาเท่านั้น จึงทำได้แค่การเสนอทางเลือกให้กับการปรับปรุงระบบการผลิตโดยไม่ต้องทำการทดลองจริง และผลที่ได้ยังมีความน่าเชื่อถือถึงประสิทธิภาพได้แค่ในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแบบจำลองสถานการณ์นั้นไม่สามารถสรุปผลออกมาได้ด้วยตัวเอง

3. การจำลองแบบปัญหาด้วยแบบจำลองสถานการณ์ไม่สามารถที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) กับผู้ทดลองได้เหมือนกับการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีบางอย่าง เช่นทฤษฎีเชิงปริมาณ กล่าวคือ จะไม่มีคำตอบใดที่ “ถูกต้องที่สุด” แต่จะมีคำตอบหลายๆคำตอบ ซึ่งเป็นคำตอบที่ดีมากสามารถนำไปปฏิบัติได้โดยสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหานั้นๆได้ หรือสามารถใช้เป็นแนวทางช่วยในการตัดสินใจ ภายใต้อาจะเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเมื่อหากจะพิจารณาถึงการนำไปตัดสินใจนั้นอาจต้องมีการใช้วิธีเชิงปริมาณผสมผสานกับองค์ประกอบ อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาร่วมพิจารณาด้วยอีก เช่น ค่าจ้างแรงงานในขณะนั้น ความเหมาะสมของระยะเวลาในการปรับปรุง เงินลงทุน นโยบายของบริษัท กำลังการผลิตในปัจจุบันและอนาคต อุปสงค์ของตลาด มาตรฐานความปลอดภัย และเทคโนโลยี ในขณะนั้น เป็นต้น

4. การตัดสินใจเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการเพิ่มผลผลิต อาจสามารถพิจารณาได้ตามขั้นตอน ดังนี้ คือ

1) ประเมินกำลังการผลิต และประสิทธิภาพในปัจจุบัน

2) คาดคะเนกำลังการผลิตที่ต้องการในอนาคต (ทั้งด้านผลิตภัณฑ์, กำลังคน

และเทคโนโลยี) ตามแผนการคาดคะเนความต้องการของฝ่ายขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) กำหนดทางเลือกเพื่อเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิต
- 4) ประเมินค่าทางเลือกทางด้านการเงิน เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี
- 5) ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งนี้

5.3.1.1 ด้านแบบจำลองสถานการณ์

1) แบบจำลองสถานการณ์ จะให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดหนึ่งๆเท่านั้น หากข้อจำกัดเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะที่ได้กำหนดให้ ผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์ก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้น จึงควรประเมินผลกระบวนการการผลิตโดยใช้แบบจำลองทดสอบกับระบบงานจริงเมื่อตัวแปรบางตัวเปลี่ยนไป เช่น ปริมาณงานหรือวัตถุดิบที่เข้าสู่ระบบเปลี่ยนไป หรือเมื่อมีกิจกรรมบางอย่างแทรกเข้ามา จึงมีผลให้ผลลัพธ์ไม่เหมือนอย่างที่เคยเป็น เป็นต้น

2) การประเมินเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองสถานการณ์นั้น จึงจำเป็นต้องเลือกคำตอบไว้ 3 ประเภท คือ

- คำตอบในอุดมคติ
- คำตอบที่นำไปใช้ได้ทันที
- คำตอบที่อาจใช้ได้ในอนาคต หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อจำกัด

5.3.1.2 ด้านการออกแบบการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต

1) การออกแบบการทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิต ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาดูตลอดทั้งวงจรการผลิต ซึ่งรวมไปถึงการใช้งานจริงว่า ถ้าเกิดปัญหาขึ้นพนักงาน ในสายการผลิตนั้นๆ จะทำอะไรให้ระบบกลับมาใช้งานได้เร็วที่สุด เมื่อถึงเวลาที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตขึ้นจริง จะมีการจัดการอย่างไรจึงจะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในโรงงาน หรือหน่วยงานที่มีการปรับเปลี่ยนนั้นๆ ซึ่ง จำเป็นจะต้องมีการออกแบบวิธีการบำรุงรักษา และสนับสนุนการใช้งานต่างๆ ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องกำหนด การบำรุงรักษา และสนับสนุนในระหว่างการออกแบบกระบวนการผลิตควบคู่กันไปด้วย โดยมีจุดมุ่งหมายก็เพื่อให้การบริหารงานการผลิตมีขีดความสามารถในการพัฒนาระบบการบำรุงรักษา และสนับสนุนได้ทันทีที่นำวิธีการผลิตดังกล่าวถูกนำไปใช้งาน พร้อมทั้งมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการประยุกต์ใช้ โดยภาพรวมแล้วถ้าหากระบบมีปัญหาในระหว่างการใช้งานแล้วจะต้องมีการซ่อมเกิดขึ้น ซึ่งต้องกำหนดวิธีการซ่อมแซมและสนับสนุนที่เหมาะสมไว้ด้วย ในขณะที่เดียวกันถ้าการผลิตจะต้องกำหนดวิธีการสนับสนุนอื่นที่เหมาะสมมาทดแทนการผลิตแบบเดิมได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผู้ออกแบบการทำงานจำเป็นจะต้องออกแบบ โดยมองทั้งวงจรชีวิตของการผลิต และสนับสนุนนั้น ควบคู่กันไป ก็เพื่อเป็นกรอบให้การออกแบบปรับปรุงการผลิตในครั้งต่อไป จะได้นำถึงประเด็นความสำคัญหลัก ประการที่จะตามมา คือ ประเด็นแรก คือ เพื่อให้ผู้บริหารการผลิตได้ตระหนักว่า การปรับปรุงการผลิตไม่ได้ทำครั้งเดียว แล้วยุติ และ ประเด็นที่สอง คือ เพื่อเป็นกรอบให้ผู้บริหารการผลิต นำถึงปัญหาด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากกระบวนการผลิต และกระบวนการสนับสนุน (By-process and By- support) ซึ่งไม่อาจทำได้ในแบบจำลองสถานการณ์

3) การออกแบบเพื่อปรับปรุงการทำงานนั้นต้องเริ่มต้นจากความต้องการของระบบหรือกำลังการผลิตเป็นหลัก แต่ในขณะเดียวกันผู้บริหารการผลิตต้องไม่ละเลยเงื่อนไขในด้านงบประมาณการลงทุนและเวลา รวมไปถึงความร่วมมือจากทั้งฝ่ายบริหาร ระดับสูง และพนักงานระดับล่าง ซึ่งถ้าผู้บริหารการผลิต หรือผู้ที่จะมาออกแบบระบบการผลิตไม่ได้คำนึงถึงเงื่อนไขต่างๆ ดังกล่าว แล้ว การนำผลการออกแบบไปใช้งานจริงก็จะถือว่า เป็น การบริหารการผลิตที่ล้มเหลว หรือเป็นการออกแบบการผลิตที่ล้มเหลว

4) ผู้ออกแบบการทำงาน ควรต้องมีการติดตามว่าวิธีการที่เสนอนั้น สามารถใช้ได้ผลหรือไม่ มีการตรวจสอบเป็นระยะเพื่อจะได้ทราบปัญหาตลอดเวลา และสามารถประเมินผลทั้งหมดจากวิธีการทำงานที่เสนอใหม่ และเมื่อมีการศึกษาวิธีการทำงานใหม่

5.3.2 ด้านข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารoundต่อไป

ในการศึกษาเพิ่มเติมในครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาการเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1) ปรับปรุงการตรวจสอบโดยลงทุนเพิ่มให้เครื่องจักรสามารถทำงานเองได้ทั้งหมด หรือการเปลี่ยนให้ไปใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคน เป็นต้น

2) ปรับปรุงโดยถอดระบบเครื่องจักรไหลลงงานออกแล้วใช้แรงงานคนแทนทั้งหมด

3) พิจารณาเรื่องเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งในการศึกษา และวิเคราะห์นั้นจำเป็นต้องรู้ถึงต้นทุนเริ่มแรก ต้นทุนดำเนินการต่อปี อายุการใช้งานที่คาดหวังของเครื่องจักรที่ใช้ และมูลค่าซาก หรืออาจต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของจำนวนคนงานที่เหมาะสม ซึ่งต้องใช้ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และทางอ้อมมาประกอบการพิจารณาด้วย

4) การศึกษาถึงจิตใจของผู้ทำงานก็มีความจำเป็นในการมานำเสนอประกอบการศึกษารoundต่อไป เพราะวิธีการทำงานที่นักออกแบบวิธีการทำงานประเมินว่าดีที่สุดในนั้น อาจใช้ไม่ได้ผล ถ้าผู้ทำงานโดยตรงเหล่านั้นไม่ยอมปฏิบัติตาม

บรรณานุกรม

- กัตัญญู หิรัญญสมบุญ.2542.การบริหารอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : คณะครู
 ศาสตรอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิจจา ตั้งกิตติวงศ์พร. 2535. "การจัดลำดับงานการผลิตสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะแผ่น."
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กীরติ ตรีสสุวรรณ. 2538. "การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตคลัตช์รถยนต์." วิทยานิพนธ์
 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิระศักดิ์ เจริญสุข. 2532. "การออกแบบระบบการผลิตแบบเซลล์ในโรงงานประกอบเครื่องปรับอากาศ."
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- เจริญ สุนทรวาณิชย์. 2530. "การวางแผนการผลิตและพัสดุคงคลังสำหรับโรงงานกระดาษ
 เหนียว." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- ฉัตรชัย จรัสฉิมพลีกุล.2542. "การจัดทำแผนกลยุทธ์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศ."
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- เดวิด สมัญญาภรณ์. 2535. "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการประเมินโครงการ การใช้วิธี
 อัตโนมัตินในการผลิต." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ,
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพันธ์ เขจรนันท์. 2542 .การจัดการการผลิตและการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ
 : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ เนื้อโฮม ดิงส์ชวลี.2528.การศึกษาการเคลื่อนไหวและ
 เวลา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.
- ทองเหมาะ ผึ้งผาย. 2534. "การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ
 ขนาดย่อมในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม
 อุตสาหการ , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกิต พัฒนเจริญ. 2541. "การวางแผนการผลิตโดยการจัดลำดับและตารางการผลิตสำหรับ
 โรงงานผลิตเครื่องมือ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุต
 สาการ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ประดิษฐ์ คุ่มเมธา. 2541 "การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับโรงงานผลิตท่อ PVC." วิทยานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ.
- ผจญ ภัคดีกุล. 2532. "การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น." วิทยา
นิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐีกุล.2543.การจัดการการผลิตและปฏิบัติการ.พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ:โรง
พิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์.2535."การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ของโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องสุข
ภัณฑ์หินอ่อนเทียม ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม
อุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มุกกรีน สุตันตปฤดา. 2538. "การศึกษาเพื่อเสนอระบบการบริหารการผลิตสำหรับโรงงานผลิต
ชิ้นส่วนอะไหล่ชนิดพลาสติก." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม อุต
สาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนวรรณ อิศวไพบูลย์. 2535. "การเพิ่มผลผลิต โรงงานผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขี้ผึ้ง และเฟอร์นิเจอร์
เหล็ก โดยการปรับปรุงวิธีการทำงาน และการวางแผนการผลิต." วิทยานิพนธ์ปริญญา
ามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย วิจิรวนิช. 2539 . การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจิตร ดันทสุทธิ. 2524. การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิศิษฐ์ ไล่เจริญรัตน์. 2529. "การวางแผนการผลิตและการใช้วัสดุสำหรับโรงงานประกอบรถจักร
ยานยนต์." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ไศภณา จิระชุตีโรจน์. 2538. "การวิเคราะห์และการปรับปรุงผังโรงงานผลิตรถจักรยานสองล้อ."
วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สมชาย พัวจินดาเนตร.2529. "การออกแบบระบบข้อสนเทศทางการผลิตสำหรับโรงงานเม็ด
พลาสติกพีวีซี." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬ
าลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สมนึก วิสุทธิแพทย์. 2529. "การปรับปรุงแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องโลหะขนาดเล็กในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา จีระเวสน์วัฒน์. 2544. "รายงานการวิเคราะห์ เรื่อง การตลาดเครื่องปรับอากาศไทย." กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์.
- สุนันท์ วิเศษสรวิช. 2534. "การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมโรจน์ โกมลวณิช. 2545. การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.
- อภิชาติ สวัสดิ์สว่าง. 2543. "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนการผลิต กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์สื่อสารการบิน." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิรักษ์ คลอวุฒินันท์. 2533. "การประยุกต์เทคนิคการวางแผนความต้องการวัสดุในการผลิตเพอร์นิเจอร์เหล็ก." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอกสิน โหลสมบุญ. 2532. "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตภาชนะอะลูมิเนียมขนาดเล็กในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Andrew M. McCosh and Michael S. Scott Morton. 1978. Management decision support systems. London : Macmillan.
- Averill M. Law and W. David Kelton. 2000. Simulation modeling and analysis. 3rd Ed. Boston : McGraw-Hill.
- Kjell B. Zandin. 1980. Most work measurement systems. 2nd Ed. New York : Marcel Dekker.
- Philip E. Hicks. 1994. Industrial Engineering and Management. 2nd Ed. New York : McGraw-Hill.
- Ralph M. Barnes. 1980. Motion and time study design and measurement of work. 7th Ed. New York : John Wiley and Sons.

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รูปแสดงประเภท และส่วนประกอบของเครื่องประอากาศแต่ละประเภท

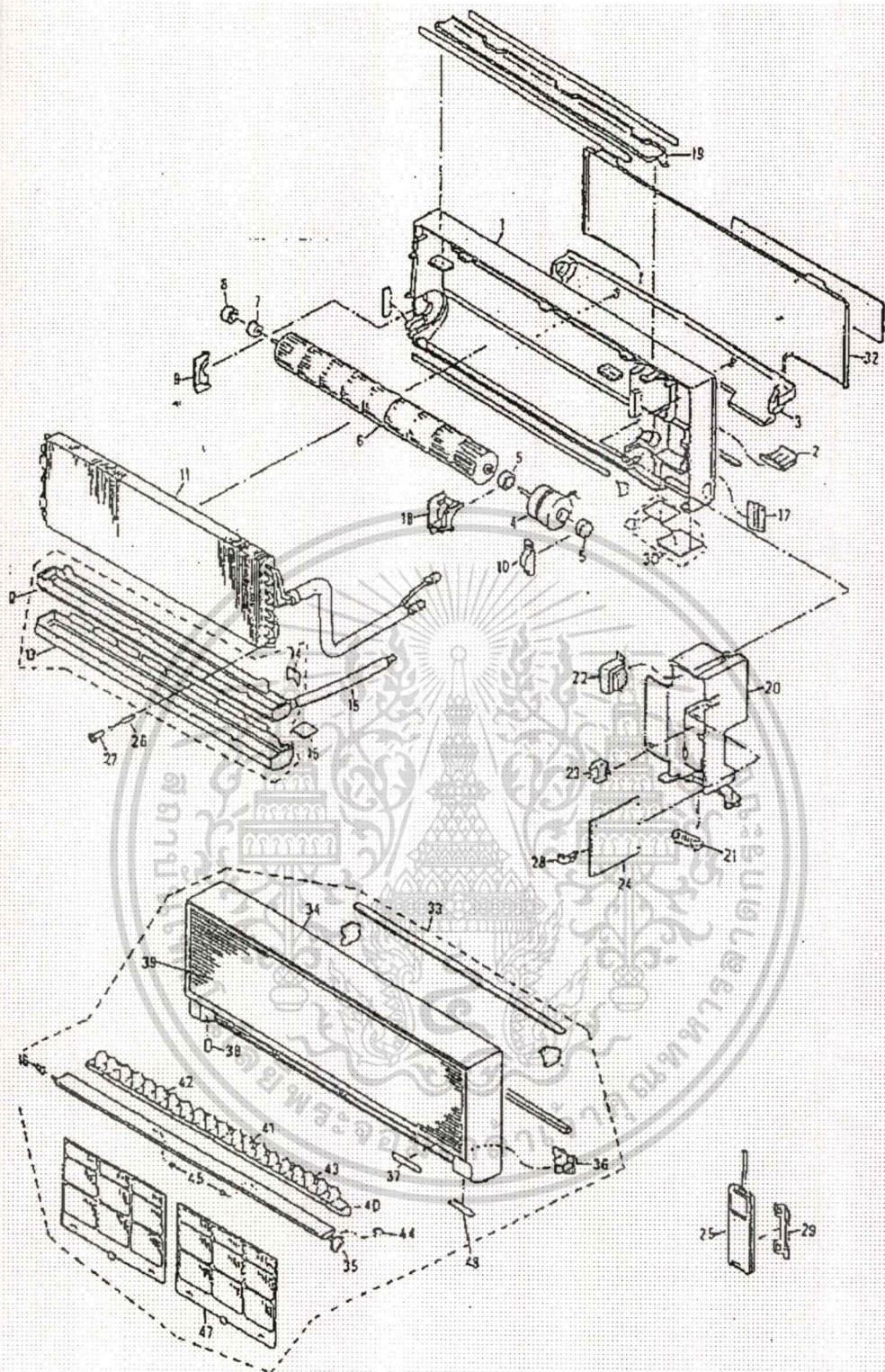


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key No.	Part No.	Description	Qty	Part No.
1	623 092 8862	Frame Ass'y (incl. No. 2, 3)	1	852-2-2231-168H1
2	623 090 6297	Mounting Plate	2	852-2-2309-41201
3	623 098 6169	Insulation, Evap. Casing	1	852-2-2405-17601
4	623 093 0537	Fan Motor KF14T-21A5P	1	525-0-0000-31005
5	623 092 8885	Cushion Rubber, Fan Motor	2	852-2-2511-15101
6	623 092 8993	Cross-Floor Fan Ass'y	1	852-0-2509-15300
7	623 042 0069	Bearing Housing Ass'y	1	852-0-2510-11900
8	623 053 2328	Cushion Rubber, Fan Motor	1	852-2-2511-14800
9	623 092 8909	Cover	1	852-2-2515-14501
10	623 092 8916	Mounting Plate, Fan Motor	1	852-2-2520-18801
11	623 099 8930	Evaporator Ass'y	1	852-0-4101-78700
12	623 092 8930	Drain Pan Ass'y (incl. No. 13, 14)	1	852-2-2349-195H1
13	623 092 8947	Insulation, Drain Pan	1	852-2-2407-20801
14	623 092 9166	Packing	1	852-2-2412-87801
15	623 092 8954	Drain Pipe Ass'y	1	854-0-4297-12400
16	623 077 7170	Packing	1	854-2-2338-55800
17	623 092 8961	Mounting Plate	1	852-2-2202-42001
18	623 092 8978	Mounting Plate, Fan Motor	1	852-2-2520-18901
19	623 092 8985	Mounting Plate Ass'y	1	852-2-2324-158H1
20	623 092 8992	Elec. Component Box	1	852-2-5307-33901
21	623 098 9047	Terminal Base FT-018G	1	4-2379-55232
22	623 003 9155	Transformer ATR-L122BY	1	4-2519-51044
23	623 001 1809	Fixed Capacitor 440V 1.5MFD	1	4-2229-56217
24	623 093 5223	P.C.B. Ass'y FOL-K1227A5	1	851-0-5158-54300
25	623 093 8047	Remote Control Switch RCS-K243GH(W)	1	851-0-0051-30200
26	407 109 2800	Thermistor PTC-51H-S3	1	DHP-T-0-51-H-S3X
27	623 054 9012	Clip, Wire	1	852-2-5304-13700
28	623 055 4269	Stopper	1	852-2-5324-10401
29	623 038 4095	Mounting Plate	1	851-2-5378-01001
30	623 039 6347	Cover Ass'y (incl. No. 31)	1	852-2-2369-184K4
31	623 039 6934	Elec. Wiring Diagram	1	851-2-5251-63801
32	623 032 9043	Rear Panel Ass'y	1	852-2-2230-130H1
33	623 099 8961	Grille Ass'y (incl. No. 34-47)	1	852-2-1501-248J9
34	623 099 6878	Grille	1	852-2-1501-24801
35	623 092 9067	Flap	1	852-2-1523-12501
36	623 092 9074	Mounting Blade	1	852-2-2478-10101
37	623 096 9122	Badge	1	854-2-1354-19703
38	623 096 3061	Label	1	854-2-1358-50903
39	623 098 6176	Ornamental Plate	1	852-2-1516-16801
40	623 092 9098	Ornamental Plate	1	852-2-1516-15901
41	623 092 9104	Blade	20	852-2-1519-20601
42	623 093 2043	Mounting	2	852-2-1514-31101
43	623 093 2050	Mounting	1	852-2-1514-31201
44	623 092 9647	Fastener Blade	1	854-2-1521-11601
45	623 096 3337	Mounting	2	852-2-1514-32502
46	623 049 1472	Mounting	1	852-2-1514-26802
47	623 092 9111	Air Filter Ass'y	2	852-0-2307-17003
48	623 099 6835	Name Plate	1	852-2-1336-87000
	623 099 6201	Installation Instructions	1	852-6-4139-92900
	623 096 3115	Operation Manual	1	854-6-4119-50100

๗ แสดงรายการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Fan coil unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงรูปภาพชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Fan coil unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key No.	Part No.	Description	Qty	Part No.
1	623 089 6882	Bottom Plate Ass'y	1	852-0-2202-30101
2	623 043 2383	Valve Ass'y 1/4 in.	1	852-0-4501-26600
3	623 043 1956	Valve Ass'y 1/2 in.	1	852-0-4501-21800
4	623 051 4857	Mounting, Tube	1	852-2-2362-15701
5	623 035 0113	Cushion Rubber	1	851-2-2390-13700
6	623 035 0052	Cushion Rubber	2	851-2-2390-13100
7	623 034 5799	Spring	3	851-2-2330-13001
8	623 031 9875	Stopper	3	851-2-1314-17301
9	623 043 6619	Accumulator Ass'y	1	852-0-4511-14500
10	623 034 9452	Band Mounting	1	851-2-2356-16901
11	623 035 0106	Cushion Rubber	3	851-2-2390-13600
12	623 029 6534	Nut Special Ass'y	3	851-0-2395-10501
13	623 089 6908	Condenser Ass'y	1	852-0-4102-28701
14	623 043 3564	Dehydrater Ass'y	1	852-0-4505-13400
15	623 097 1660	Solenoid Valve Ass'y V261108	1	852-0-4509-12400
16	623 054 4772	Huffler	1	852-2-4501-11600
17	623 051 4850	Mounting, Tube	1	852-2-2362-15601
18	623 070 8938	Check Valve Ass'y	1	854-0-4518-13600
19	623 043 4011	Strainer Ass'y	1	852-0-4506-13500
20	623 051 3105	Mounting Plate Ass'y, Fan Motor	1	852-2-2354-140H1
21	623 003 4758	Fan Motor FT6-21059	1	523-951-05
22	623 089 6915	Elec. Component Box Ass'y	1	852-0-5301-267H1
23	623 001 1816	Fixed Capacitor 440V 2MFD	1	4-2239-56218
24	623 089 9047	Terminal Base FT-0183	1	4-2379-56232
25	623 002 4793	Relay DFU24D1F	1	4-2329-56285
26	626 100 1503	Relay MVL3001	1	4-2329-69208
27	626 120 0746	Fixed Capacitor 160V 100MFD	2	4-2239-60210
28	623 001 1731	Fixed Capacitor 400V 25MFD	1	4-2239-56210
29	623 054 7858	Clip, Capacitor	1	852-2-5301-17100
30	623 054 8220	Clip, Capacitor	1	852-2-5301-23701
31	623 034 7632	Mounting	1	851-2-2340-10401
32	626 100 1091	Relay MRA53595-9201	1	4-2329-69144
33	623 097 2322	P.C.B. Ass'y POU-09237	1	851-0-5151-16400
34	623 002 9149	Thermostat TR902-12453	1	4-2339-56176
35	623 089 8264	Solenoid LB60012	1	4-2649-56196
36	623 002 2294	Relay JS-1151	1	4-2329-50931
37	623 027 2125	Mounting, Relay	1	800-2-5326-10400
38	626 040 0580	Cover Terminal	1	801-2-6194-12200
39	626 040 0291	Gasket Terminal	1	801-2-5303-12100
40	626 040 0802	Cap Terminal Cover	1	801-2-6195-10500
41	626 040 0898	Nut 5/16	1	801-2-8305-10100
42	623 089 6922	Partition Plate Ass'y	1	852-0-2209-102H5
43	623 041 8837	Propeller Fan Ass'y	1	852-0-2502-12602
44	623 051 5543	Cover Ass'y	1	852-2-2369-154H0
45	623 053 0379	Insulation	1	852-2-2476-16500
46	623 044 0715	Cabinet Ass'y	1	852-2-1112-150D2
47	623 089 0367	Mark	1	852-2-1316-26201
48	623 045 8031	Guard	1	852-2-1321-11706
49	623 045 6600	Mark	1	852-2-1316-22001
50	623 089 6939	Side Panel Ass'y	1	852-2-1114-200L8

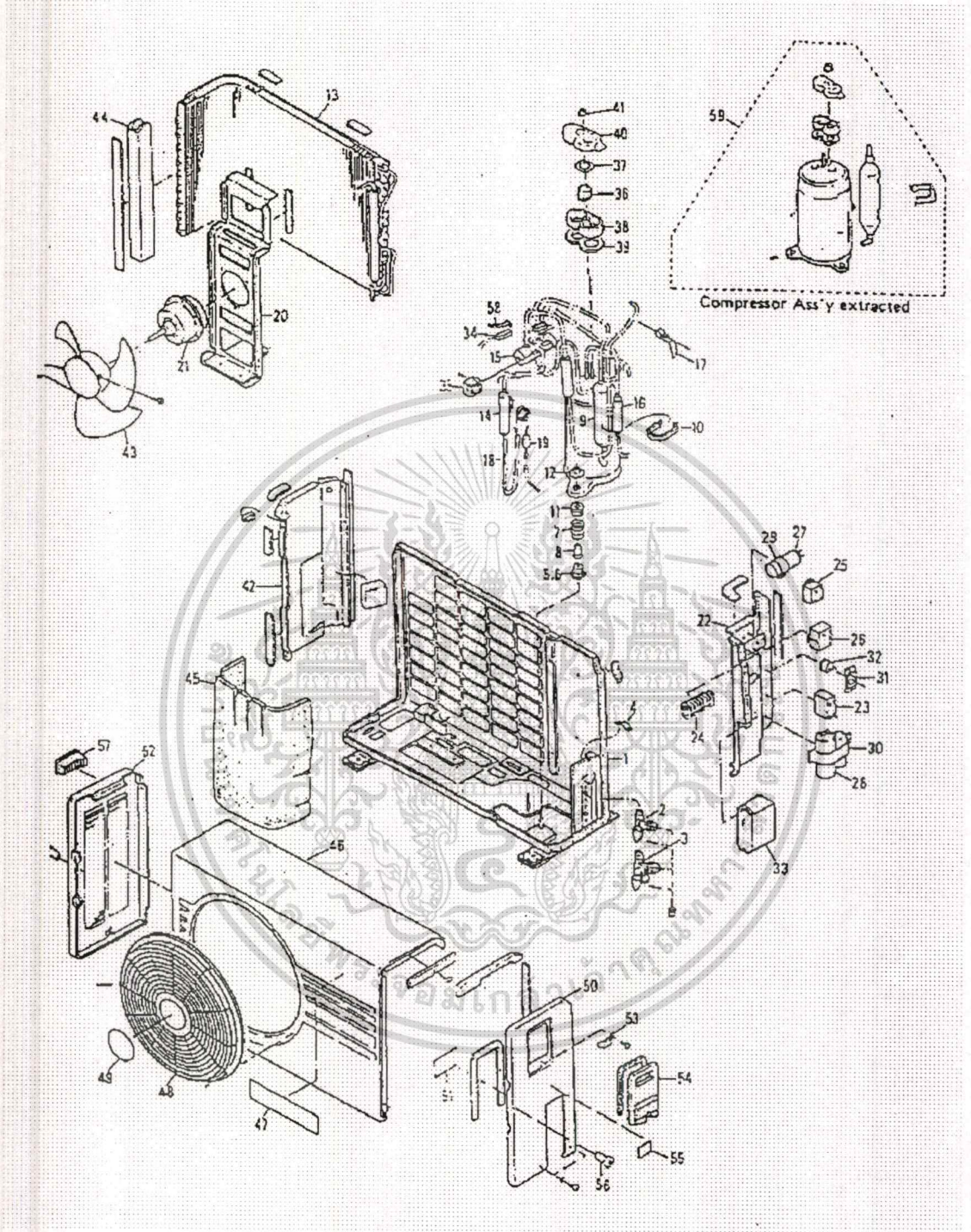
รูป แสดงรายการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Condensing unit
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key No.	Part No.	Description	Q'ty	Part No.
51	623 099 6946	Elec. Wiring Diagram	1	851-2-5251-64001
52	623 040 8579	Side Panel Ass'y	1	852-0-1104-15001
53	623 054 8934	Clip, Wire	1	852-2-5304-13401
54	623 055 3415	Cover Plate Ass'y	1	852-2-5315-215N3
55	623 099 6953	Name Plate	1	852-2-1336-87600
56	623 050 7623	Spacer	2	852-2-2326-14305
57	623 050 3526	Handle	1	852-2-2303-10601
58	623 054 8640	Mounting Thermostat	1	852-2-5303-14900
59	623 093 0636	Compressor Ass'y C-R111H5R	1	852-0-4516-18300

รูป แสดงรายการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Condensing unit (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงรูปภาพชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Condensing unit
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key No.	Part No.	Description	Qty
1	623 035 1624	Frame Ass'y	1
2	623 034 0121	Partition Plate Ass'y	1
3	623 034 6529	Casing Ass'y, Evaporator	1
4	623 034 4662	Door	1
5	623 036 1331	Mounting Plate, Fan Motor	1
6	623 009 6264	Fan Motor FC6S-6115P	1
7	623 036 1317	Mounting Plate, Fan Motor	1
8	623 036 0884	Cushion Rubber	2
9	623 009 1918	Splasher Water Proof	1
10	623 036 1539	Rubber Water Proof	1
11	623 030 1962	Accumulator Ass'y	1
12	623 034 9452	Band Mounting	1
13	623 035 0212	Cushion Rubber	3
14	623 029 6541	Nut Special Ass'y M8	3
15	623 029 6572	Centrifugal Fan Ass'y (incl. No. 15)	1
16	623 053 1796	Bolt Special	2
17	623 034 6789	Casing Ass'y, Evaporator	1
18	623 034 0633	Casing, Condenser	1
19	623 029 7036	Propeller Fan Ass'y (incl. No. 16)	1
20	623 000 0026	Condenser Ass'y	1
21	623 034 3856	Guide	1
22	623 035 8676	Packing	1
23	623 029 8637	Evaporator Ass'y	1
24	623 035 1631	Capillary Tube	1
25	623 035 2117	Insulation Partition	1
26	623 029 5988	Angle Ass'y	1
27	623 030 1733	Strainer Ass'y	1
28	623 036 6206	Clip, Strainer	1
29	626 040 0291	Casket Terminal	1
30	626 040 0680	Dover Terminal	1
31	626 100 0254	Relay HRA98619	1
32	623 034 9742	Mounting, Tube	1
33	623 034 3283	Mounting Plate	1
34	623 091 1635	Plate Ass'y, Elec. Box	1
35	623 001 7931	Switch C2S-3S	1
36	623 001 7966	Switch AS1135	1
37	623 033 4342	Mounting	1
38	623 033 7749	Lever	1
39	623 029 4814	Lever Wire Ass'y	1
40	623 004 3961	Indicator Lamp AZ36-GKU-160	1
41	623 002 7701	Thermostat YTB-S115	1
42	623 001 1830	Fixed Capacitor 440Y 3MFD	1
43	623 030 6813	Power Cord Ass'y E3 1.7H	1
44	623 038 1308	Plate, Elec. Box	1
45	623 001 1731	Fixed Capacitor 400Y 25MFD	1
46	623 038 0349	Clip, Capacitor	1
47	623 091 1642	Cover Plate Ass'y, Elec. Box	1
48	623 035 1648	Elec. Wiring Diagram	1
49	623 091 1666	Synchro Motor M03 A	1
50	623 091 1673	Insulation	1

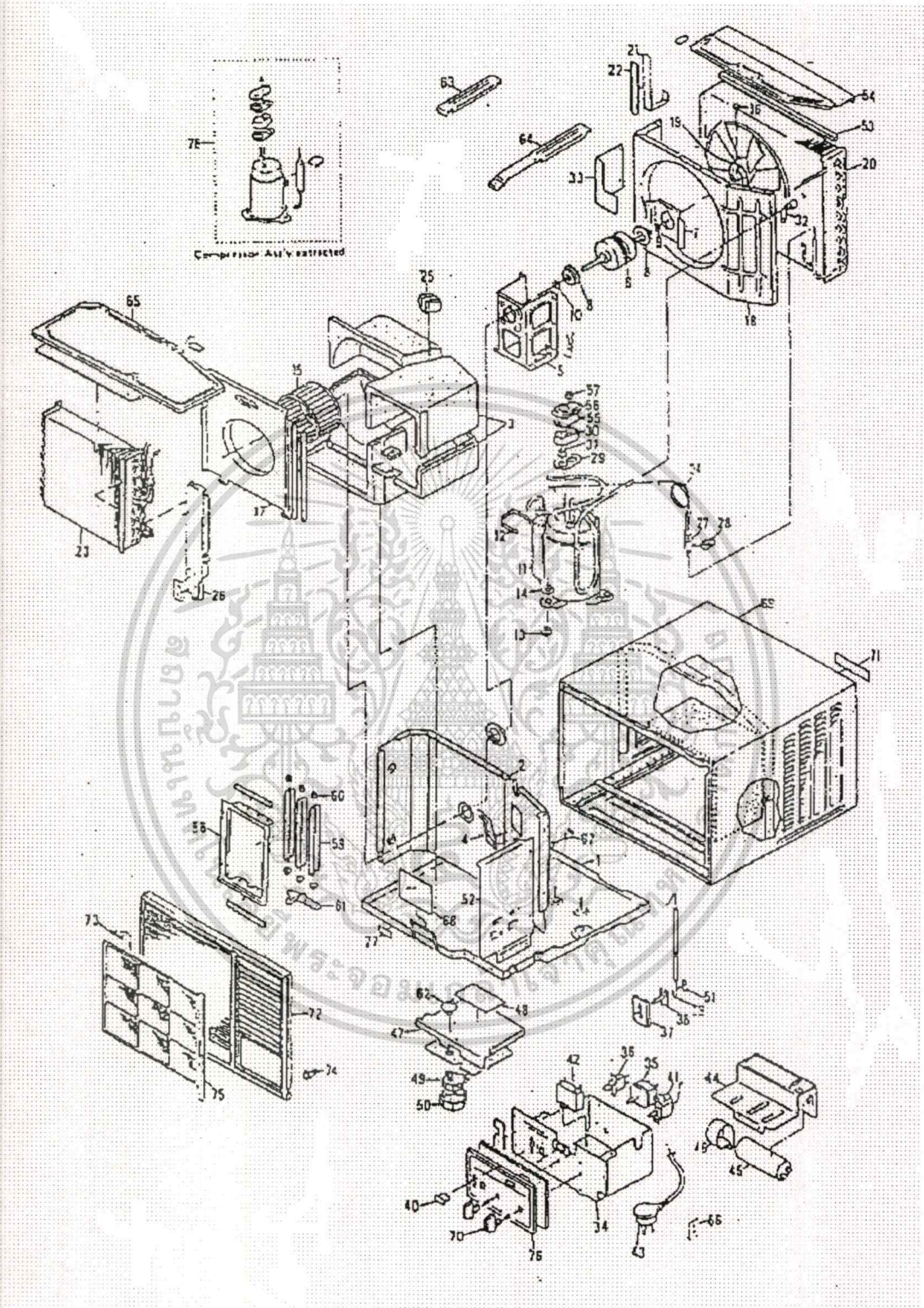
รูป แสดงรายการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Condensing unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key No.	Part No.	Description	Q'ty
51	623 072 2422	Spring Nut	1
52	623 034 0176	Partition Plate	1
53	623 035 3034	Insulation, Condenser	1
54	623 031 7366	Casing Top Ass'y, Condenser	1
55	626 040 0482	Cover Casket	1
56	626 040 0802	Cap Terminal Cover	1
57	626 040 0888	Nut 5mm	1
58	623 091 1697	Angle Mounting Ass'y (incl.No. 59-61)	1
59	623 090 4095	Blade	3
60	623 092 5717	Mounting	6
61	623 092 5724	Mounting	1
62	623 091 1680	Lever	1
63	623 034 4488	Reinforcement Plate	1
64	623 034 4495	Reinforcement Plate	1
65	623 034 7069	Casing Top Ass'y, Evaporator	1
66	623 038 0714	Clip, Wire	2
67	623 034 8585	Rubber Cap	1
68	623 034 8912	Cover Plate	1
69	623 095 1655	Cabinet Ass'y	1
70	623 033 1808	Knob Ass'y	2
71	623 089 0367	Mark	1
72	623 091 1703	Grille Ass'y (incl.No.73-75)	1
73	623 092 5731	Badge	1
74	623 092 5748	Stopper	2
75	623 091 1765	Air Filter Ass'y	1
76	623 091 1710	Indicator Plate Ass'y	1
77	623 095 1686	Name Plate	1
78	623 094 2493	Compressor Ass'y C-R110H5F	1
.	623 095 1679	Installation Instructions	1
.	623 091 1758	Operation Manual	1

รูป แสดงรายการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ชุด Condensing unit (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงรูปภาพชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
รูปแสดงแผนผังการผลิตเครื่องปรับอากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATE: 25 FEBRUARY 2011

Created with HyperSnap-DX 4
To avoid this stamp, buy a license at
<http://www.hypersnap.com>

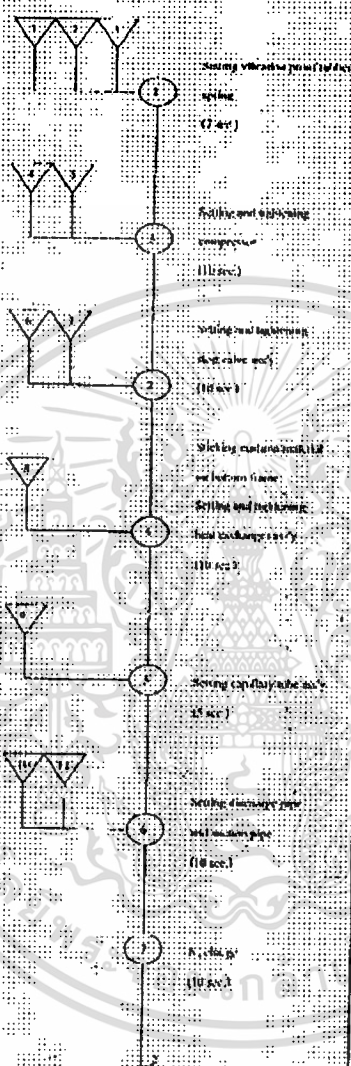
PROCESS CHART

APPROVED:	DATE:	QC DIV:	MATERIAL:
CHM			
APR			
NOE			
INC STATUS:			

CONTROL NO.:
PC-R1-718-10
PROCESS NAME:
PC-R1-718 ASSEMBLY

MODEL NAME:
RISQVAITE

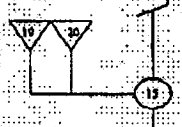
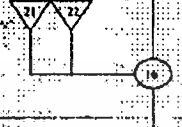





No.	Part/ Material name	PC/Al. No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name, (C/I - Sec))	MQ No.	WI/CF No.	REMARK
1	WINDUSTRANF ASSY					
2	WINDUSTRANF PART					
3	WINDUSTRANF PART					
4	WINDUSTRANF PART					
5	WINDUSTRANF PART					
6	WINDUSTRANF PART					
7	WINDUSTRANF PART					
8	WINDUSTRANF PART					
9	WINDUSTRANF PART					
10	WINDUSTRANF PART					
11	WINDUSTRANF PART					
12	WINDUSTRANF PART					



DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:	DATE:

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4 To avoid this stamp, buy a license at http://www.hyperionics.com		PROCESS CHART				APPROVED	PEN DIV.	QC DIV.	REVISION
CONTROLLER: PC-R1-719-3A		MODEL NAME: RISQVALTE				GM			
PROCESS NAME: OUTDOOR ASSEMBLY						MGR			
						SUP			
						INCHARGE			
No.	Parts/Material Name	PC/AI No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name, (C/T (Sec)))	MO No.	WI / PI No.	REMARK			
19	LEAD WIRE PROTECTION WIRE			MO-DA-001-15/04					
20	SOUNDPROOF MATERIAL								
21	RETAINER OVER LOAD RELAY			MO-DA-001-16/04					
22	PARTITION PLATE ASSY								
23	SEALING MATERIAL			MO-DA-001-17/04					
24	FAN MOTOR STAND ASSY			MO-DA-001-18/04					
25	FAN MOTOR			MO-DA-001-19/04					
26	SEALING MATERIAL								
27	PROPPELLER FAN ASSY PART FOR FAN			MO-DA-001-19/04					
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4
To avoid this stamp, buy a license at
<http://www.hyperionics.com>

DATE OF PREPARATION

PROCESS CHART		APPROVER	PER. DIV.	QC DIV.	HISTORY	
CONTROL NO.: PC-R1-718-49		CHK				
MODEL NAME: R23GVALTE		MCR				
PROCESS NAME: OUTDOOR ASSEMBLY		BUY				
		INCHARGE				
No.	Part/Material name	PC / AI No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name, C/T (Sec))	MQ No.	W/LP No.	REMARK
30	TERMINAL COVER		<p>Filing terminal cover (3 sec.)</p>			
31	ELECTRIC BOX ASSEMBLY		<p>Setting and tightening electric box ass'y (5 sec.)</p>	MQ-CA-001-2134		
			<p>Setting compressor wire pressure and fan motor wire assembly (15 sec.)</p>	MQ-CA-001-2134 MQ-CA-001-2234		
32	FRONT PLATE ASSY		<p>Drilling front plate ass'y and discharge grille ass'y (15 min.)</p>	MQ-CA-001-2334		
33	DISCHARGE GRILLE ASSY					
34	HANDLE		<p>Sanding handle (3 sec.)</p>	MQ-CA-001-2434		
			<p>Inspection inside view (10 min.)</p>	MQ-CA-001-2534		
			<p>Burning test (8 min.)</p>	MQ-CA-001-2634		

DATE	PER. DIV.	QC DIV.	DATE	PER. DIV.	QC DIV.	DATE	PER. DIV.	QC DIV.	COPY DISTRIBUTION

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4 To avoid this stamp, buy a license at http://www.hypersnap.com		PROCESS CHART				APPROVED	PEN DIV.	QC DIV.	FACTORY
CONTROL NO. PC-RI-718-49		MODEL NAME R25CV4UE				CM			
PROCESS NAME OUTDOOR ASSEMBLY						MCH			
						SUP.			
						INCHARGE			
No.	Part/Material name	PC / AI No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name, (C/T) (S/C))	A/Q No.	W/P/PI No.	REMARK			
33	FLARE NUT								
36	FLARE CAP								
37	VALVE COVER				MO-CA-001-260A				
38	DAIKIN NAME PLATE								
					MO-CA-001-160A				
39	SIDE PLATE ASST								
40	SUCTION SIDE PROTECTION NET								
					MO-CA-001-180A				
DATE: / /		PEN DIV.	QC DIV.	DATE: / /	PEN DIV.	QC DIV.	DATE: / /	PEN DIV.	QC DIV.
								COPY DISTRIBUTION	
								DAIKIN INDUSTRIES (THAILAND) LTD.	

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4
 To avoid this stamp, buy a license at
<http://www.hyperionics.com>

DATE OF PREPARATION

PROCESS CHART

APPROVED	PREP. BY	QC. BY	REVISION
GM			
MGR			
SR			

CONTROL NO.:
 PC-M-710-09
PROCESS NAME:
 OUTDOOR ASSEMBLY

MODEL NAME:
 R33GVALTE

No.	Part/Quantity Name	PC/FAL No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name / C/T (Sec))	MO No.	WI/PI No.	REMARK
41	TOP PLATE ASY		<p>Solder and tighten top plate asy (5 sec.)</p>			
41	SERVICE COVER ASY		<p>Pick and place wiring diagram, Solder and tighten service cover asy (2 sec.)</p>			
43	GENERAL RATED NAME PLATE			MO-DA-001-3004		
44	PC Head		<p>Pick and stick general data name plate and PC label printing (10 sec.)</p>			
45	CUATION LABEL (THREMIC)			MO-DA-001-3004		
46	CUATION LABEL INSTALLATION		<p>Pick and stick service label</p>			(*) Print quality verification and CCEI label for China model
47	LABEL FOR TAIWAN (TU * 12 * 1)		<p>Pick label for Taiwan</p>			(*) I.D. for Assembly Model
48	COMPRESSION RING			MO-DA-001-3104		
49	PACKING CASE ASY (LOWER)		<p>Solder compression ring, Solder middle ring asy (5 sec.)</p>			
			<p>Inspect and apply clear coat and stamp for inspection, Insulate for Cable Mark (7 sec.)</p>	MO-DA-001-3204		
50	PACKING CASE ASY (SLEEVE)		<p>Solder packing case asy (6 sec.) (7 sec.)</p>			

DATE: / /	PREP. BY:	QC. BY:	DATE: / /	PREP. BY:	QC. BY:	DATE: / /	PREP. BY:	QC. BY:	COPY DISTRIBUTION

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4
 To avoid this stamp, buy a license at
<http://www.hyperionics.com>

DATE OF PREPARATION:

CONTROL NO.:		MODEL NAME:	APPROVED	PEN. DIV.	QC DIV.	REWORK
PC-31-718-7/9		R25GVALTE	GM			
PROCESS NAME:			MGR			
OUTDOOR ASSEMBLY			PCP			
			INCHARGE			

No.	Part or Detail Name	PC / AL No.	PROCESS FLOW (Process Name / Machine Name, (CT. (Sec)))	MQ No.	WI / PI No.	REMARK
31	PAKING LAMINATE COPIA		<p>31. PAKING LAMINATE COPIA (3 sec)</p>			
32	PP BAND		<p>32. PP BAND (30 sec)</p>	MQ-04-01-3304		
			<p>33. Stock (2 hour)</p>			
			<p>Final leak test</p>			
			<p>TO WH (MC 411)</p>			

DATE / /	PEN DIV.	QC DIV.	DATE / /	PEN DIV.	QC DIV.	DATE / /	PEN DIV.	QC DIV.	DATE / /	DATE

COPY DISTRIBUTION:

BAKEN INDUSTRIES THAILAND CO., LTD.

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Created with HyperSnap-DX 4 To avoid this stamp, buy a license at http://www.hyperionics.com		DATE OF PREPARATION												
PROCESS CHART			APPROVED	PEN DIV.	QC DIV.	REWORK								
CONTROL NO. PC-KJ-738-B9		MODEL NAME R15GVALTE		GM										
PROCESS NAME OUTDOOR ASSEMBLY				MGR										
				SUP										
				INCHARGE										
No.	Part/Material name	PC / AI No.	PROCESS FLOW [Process Name / Machine Name, (CY (Sec))]	MO No.	WI / PI No.	REMARK								
A-1	PACKING CASE (TOP)		<p>Packing material in packing case top. (21 sec.)</p> <p>Packing case top easy</p>											
A-2	CUSHION BOLT													
A-3	CUSHION BOLT													
B-1	SERVICE COVER		<p>Wireless display sticking in service cover. (10 sec.)</p> <p>Service cover easy</p>	MO-0A-001-31/04										
B-2	WIRING DIAGRAM													
C-1	PACKING CASE SLEEVE		<p>Sticking PC label and marking label in packing case sleeve</p> <p>Packing case sleeve easy</p>											
C-2	PC LABEL													
C-3	OUTLINE LABEL													
△	DATE	PEN DIV.	QC DIV.	△	DATE	PEN DIV.	QC DIV.	△	DATE	PEN DIV.	QC DIV.	COPY		
													DISTRIBUTION	
DAEJIN INDUSTRIAL CO., LTD.														

รูป แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงาน จากโปรแกรม ProModel



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\3m.mod [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.393 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum	Current %		
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
	Contents	Util						
ISP1	8.000	1.000	5.333	74.521	0.824	1.000	1.000	82.400 (Average)
ISP1	0.000	0.000	0.577	5.116	0.034	0.000	0.000	3.360 (Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	5.667	71.297	0.835	1.000	1.000	83.500 (Average)
ISP2	0.000	0.000	0.577	8.595	0.025	0.000	0.000	2.530 (Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	5.000	75.405	0.772	1.000	1.000	77.180 (Average)
ISP3	0.000	0.000	1.000	10.556	0.072	0.000	0.000	7.210 (Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	4.667	76.187	0.729	1.000	1.000	72.880 (Average)
ISP4	0.000	0.000	0.577	14.928	0.045	0.000	0.000	4.450 (Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	5.333	72.106	0.797	1.000	0.667	79.700 (Average)
ISP5	0.000	0.000	0.577	5.293	0.028	0.000	0.577	2.780 (Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	5.000	77.051	0.786	1.000	1.000	78.630 (Average)
ISP6	0.000	0.000	1.000	11.918	0.050	0.000	0.000	5.000 (Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	5.333	72.549	0.799	1.000	1.000	79.930 (Average)
ISP7	0.000	0.000	0.577	8.444	0.014	0.000	0.000	1.390 (Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	6.333	61.069	0.804	1.000	1.000	80.440 (Average)
ISP8	0.000	0.000	0.577	1.999	0.051	0.000	0.000	5.080 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	8.000	1.000	5.000	74.921	0.775	1.000	0.667	77.540	(Average)
ISP9	0.000	0.000	1.000	3.981	0.121	0.000	0.577	12.120	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	5.000	73.838	0.769	1.000	0.667	76.910	(Average)
ISP10	0.000	0.000	0.000	3.458	0.036	0.000	0.577	3.600	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	5.667	67.168	0.790	1.000	1.000	78.980	(Average)
ISP11	0.000	0.000	0.577	5.443	0.060	0.000	0.000	6.000	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	5.667	67.667	0.795	1.000	1.000	79.460	(Average)
ISP12	0.000	0.000	0.577	6.638	0.056	0.000	0.000	5.570	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	5.333	67.385	0.741	1.000	0.667	74.060	(Average)
ISP13	0.000	0.000	0.577	10.915	0.058	0.000	0.577	5.750	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	5.333	66.021	0.731	1.000	1.000	73.110	(Average)
ISP14	0.000	0.000	0.577	3.286	0.044	0.000	0.000	4.440	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	5.333	70.961	0.772	1.000	1.000	77.160	(Average)
ISP15	0.000	0.000	1.155	10.511	0.069	0.000	0.000	6.860	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	5.667	67.491	0.795	1.000	1.000	79.530	(Average)
ISP16	0.000	0.000	0.577	2.018	0.063	0.000	0.000	6.250	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	5.000	73.866	0.769	1.000	0.333	76.940	(Average)
ISP17	0.000	0.000	0.000	3.533	0.037	0.000	0.577	3.680	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	5.333	65.791	0.725	1.000	1.000	72.460	(Average)
ISP18	0.000	0.000	0.577	8.101	0.019	0.000	0.000	1.850	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	5.000	75.498	0.786	1.000	1.000	78.640	(Average)
ISP19	0.000	0.000	0.000	4.552	0.047	0.000	0.000	4.740	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	5.333	75.034	0.831	1.000	1.000	83.120	(Average)
ISP20	0.000	0.000	0.577	3.492	0.056	0.000	0.000	5.640	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	6.333	64.917	0.851	1.000	1.000	85.120	(Average)
ISP21	0.000	0.000	0.577	6.872	0.024	0.000	0.000	2.380	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	5.333	74.251	0.817	1.000	1.000	81.710	(Average)
ISP22	0.000	0.000	0.577	9.986	0.031	0.000	0.000	3.130	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	5.667	70.719	0.829	1.000	1.000	82.940	(Average)
ISP23	0.000	0.000	0.577	7.135	0.027	0.000	0.000	2.740	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	5.000	78.102	0.814	1.000	1.000	81.360	(Average)
ISP24	0.000	0.000	0.000	0.714	0.007	0.000	0.000	0.740	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

		Average		Average		Average			
		Number	Minutes	Minutes	Minutes			%	
Resource		Scheduled	Of Times	Per	Travel	Travel	Blocked		
Name	Units	Hours	Used	Usage	To Use	To Park	In Travel	% Util	
AGV.1	1.000	8.000	44.000	3.336	0.000	4.789	0.000	30.580	(Average)
AGV.1	0.000	0.000	0.000	0.546	0.000	0.556	0.000	5.010	(Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	43.667	4.445	0.000	3.682	0.000	40.470	(Average)
AGV.2	0.000	0.000	0.577	0.677	0.000	0.720	0.000	6.520	(Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	42.667	4.263	0.000	3.919	0.000	37.860	(Average)
AGV.3	0.000	0.000	0.577	1.273	0.000	1.292	0.000	11.200	(Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	130.333	4.011	0.000	4.140	0.000	36.300	(Average)
AGV	0.000	0.000	0.577	0.012	0.000	0.033	0.000	0.130	(Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	37.000	12.684	0.080	0.033	0.000	98.380	(Average)
MAN1	0.000	0.000	0.000	0.047	0.005	0.058	0.000	0.330	(Std.Dev.)
MAN2	1.000	8.000	36.667	12.684	0.079	0.000	0.000	97.500	(Average)
MAN2	0.000	0.000	0.577	0.041	0.002	0.000	0.000	1.250	(Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	36.000	12.841	0.079	0.033	0.000	96.900	(Average)
MAN3	0.000	0.000	0.000	0.130	0.005	0.058	0.000	0.940	(Std.Dev.)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

		%		%					
Resource		Scheduled	%	Travel	Travel	%	%		
Name	Hours	In Use	To Use	To Park	idle	down			
AGV.1	8.000	30.580	0.000	43.610	25.810	0.000		(Average)	
AGV.1	0.000	5.010	0.000	5.580	0.640	0.000		(Std.Dev.)	
AGV.2	8.000	40.470	0.000	32.690	26.830	0.000		(Average)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนจากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

AGV.2	0.000	6.520	0.000	6.120	0.610	0.000	(Std.Dev.)
AGV.3	8.000	37.860	0.000	34.670	27.480	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	11.200	0.000	11.950	0.870	0.000	(Std.Dev.)
AGV	24.000	36.300	0.000	36.990	26.710	0.000	(Average)
AGV	0.000	0.130	0.000	0.190	0.220	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	97.770	0.610	0.010	1.610	0.000	(Average)
MAN1	0.000	0.360	0.040	0.010	0.330	0.000	(Std.Dev.)
MAN2	8.000	96.890	0.600	0.000	2.500	0.000	(Average)
MAN2	0.000	1.220	0.020	0.000	1.250	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	96.300	0.590	0.010	3.100	0.000	(Average)
MAN3	0.000	0.970	0.030	0.010	0.940	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Average						Blocked
		Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes Move Logic	Average Minutes Wait Res etc.	Average Minutes For In Operation	Average Minutes Blocked	
Box	106.667	25.000	81.940	4.076	62.028	13.823	2.013	(Average)
Box	0.577	1.000	1.586	0.039	1.329	0.000	0.281	(Std.Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	PERCENTAGE				
	In Move Logic	Wait Res etc.	For In Operation	% Blocked	
Box	4.980	75.700	16.870	2.450	(Average)
Box	0.130	0.160	0.330	0.300	(Std.Dev.)

ตาราง แสดงผลการประมวลผลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม
ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\3m3CON.MOD [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.392 AM

Scenario : Normal Run

Replication : Average

Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)

Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum	Current %		
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
	Contents	Util						
ISP1	8.000	1.000	1.667	51.810	0.267	0.667	0.333	26.680 (Average)
ISP1	0.000	0.000	2.082	44.893	0.330	0.577	0.577	32.970 (Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	2.667	37.586	0.324	0.667	0.667	32.450 (Average)
ISP2	0.000	0.000	2.517	33.547	0.336	0.577	0.577	33.650 (Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	3.333	56.817	0.408	1.000	0.667	40.790 (Average)
ISP3	0.000	0.000	1.528	7.689	0.240	0.000	0.577	24.020 (Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	4.000	50.210	0.437	1.000	0.667	43.710 (Average)
ISP4	0.000	0.000	1.000	13.481	0.218	0.000	0.577	21.800 (Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	11.667	35.710	0.814	1.000	1.000	81.410 (Average)
ISP5	0.000	0.000	3.055	12.714	0.108	0.000	0.000	10.780 (Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	10.000	40.176	0.805	1.000	1.000	80.450 (Average)
ISP6	0.000	0.000	2.000	11.804	0.102	0.000	0.000	10.210 (Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	7.667	43.428	0.689	1.000	1.000	68.850 (Average)
ISP7	0.000	0.000	1.155	12.893	0.189	0.000	0.000	18.880 (Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	6.333	48.581	0.642	1.000	0.667	64.200 (Average)
ISP8	0.000	0.000	1.528	9.318	0.185	0.000	0.577	18.520 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลผลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	8.000	1.000	14.333	27.823	0.763	1.000	0.667	76.300	(Average)
ISP9	0.000	0.000	3.786	13.043	0.117	0.000	0.577	11.670	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	12.667	28.884	0.721	1.000	0.667	72.080	(Average)
ISP10	0.000	0.000	2.517	12.528	0.158	0.000	0.577	15.810	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	8.667	31.714	0.573	1.000	0.667	57.340	(Average)
ISP11	0.000	0.000	1.528	9.683	0.206	0.000	0.577	20.560	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	5.667	39.107	0.485	1.000	0.667	48.460	(Average)
ISP12	0.000	0.000	2.082	7.936	0.278	0.000	0.577	27.840	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	3.000	42.938	0.288	1.000	1.000	28.840	(Average)
ISP13	0.000	0.000	2.646	5.473	0.285	0.000	0.000	28.510	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	1.667	38.619	0.208	0.667	0.333	20.800	(Average)
ISP14	0.000	0.000	2.082	33.605	0.268	0.577	0.577	26.770	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	1.333	18.928	0.158	0.333	0.333	15.770	(Average)
ISP15	0.000	0.000	2.309	32.784	0.273	0.577	0.577	27.320	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	0.667	25.482	0.106	0.333	0.000	10.620	(Average)
ISP16	0.000	0.000	1.155	44.136	0.184	0.577	0.000	18.390	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	4.667	55.312	0.546	1.000	0.667	54.600	(Average)
ISP17	0.000	0.000	1.528	3.976	0.212	0.000	0.577	21.180	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	3.667	56.355	0.446	1.000	0.667	44.650	(Average)
ISP18	0.000	0.000	2.082	7.547	0.289	0.000	0.577	28.920	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	3.333	58.491	0.441	1.000	0.333	44.070	(Average)
ISP19	0.000	0.000	1.528	18.264	0.303	0.000	0.577	30.350	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	2.667	59.303	0.330	1.000	0.667	33.050	(Average)
ISP20	0.000	0.000	2.082	16.833	0.295	0.000	0.577	29.460	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	7.000	43.903	0.642	1.000	1.000	64.180	(Average)
ISP21	0.000	0.000	1.000	8.731	0.158	0.000	0.000	15.840	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	8.000	39.934	0.669	1.000	0.667	66.900	(Average)
ISP22	0.000	0.000	1.000	8.240	0.172	0.000	0.577	17.220	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	9.333	36.424	0.705	1.000	1.000	70.530	(Average)
ISP23	0.000	0.000	0.577	7.854	0.134	0.000	0.000	13.400	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP24	8.000	1.000	11.667	31.896	0.765	1.000	0.667	76.460	(Average)
ISP24	0.000	0.000	1.155	7.718	0.130	0.000	0.577	12.990	(Std.Dev.)

RESOURCES

Resource Name	Units	Average			Average		Average		%
		Number Scheduled	Minutes Used	Minutes Usage	Minutes Of Times To Use	Minutes To Park	Per In Travel	Travel % Util	
AGV:1	1.000	8.000	50.667	3.126	0.152	5.050	0.000	34.600	(Average)
AGV.1	0.000	0.000	0.577	0.022	0.138	0.059	0.000	1.440	(Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	50.667	3.145	0.408	5.075	0.000	37.500	(Average)
AGV.2	0.000	0.000	0.577	0.321	0.082	0.386	0.000	4.140	(Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	47.333	2.787	0.366	5.495	0.000	31.000	(Average)
AGV.3	0.000	0.000	3.055	0.340	0.161	0.382	0.000	0.640	(Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	148.667	3.023	0.310	5.195	0.000	34.370	(Average)
AGV	0.000	0.000	3.055	0.219	0.062	0.231	0.000	1.900	(Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	44.667	9.916	0.069	0.000	0.000	92.920	(Average)
MAN1	0.000	0.000	2.082	0.047	0.017	0.000	0.000	4.650	(Std.Dev.)
MAN2	1.000	8.000	45.667	9.842	0.072	0.000	0.000	94.300	(Average)
MAN2	0.000	0.000	3.215	0.059	0.006	0.000	0.000	6.170	(Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	43.667	9.827	0.076	0.000	0.000	90.110	(Average)
MAN3	0.000	0.000	4.163	0.036	0.013	0.000	0.000	8.870	(Std.Dev.)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Scheduled Hours	%		%		Travel idle	Travel down	%	%
		In Use	To Use	To Park	idle				
AGV.1	8.000	33.000	1.600	51.540	13.860	0.000			(Average)
AGV.1	0.000	0.140	1.460	1.730	1.210	0.000			(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานโยธาได้รับจากการอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

AGV.2	8.000	33.200	4.310	48.660	13.840	0.000	(Average)
AGV.2	0.000	3.420	0.840	4.350	0.660	0.000	(Std.Dev.)
AGV.3	8.000	27.340	3.670	48.900	20.100	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	1.510	1.740	4.540	4.520	0.000	(Std.Dev.)
AGV	24.000	31.180	3.190	49.700	15.930	0.000	(Average)
AGV	0.000	1.640	0.610	3.400	1.520	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	92.280	0.640	0.000	7.080	0.000	(Average)
MAN1	0.000	4.480	0.190	0.000	4.650	0.000	(Std.Dev.)
MAN2	8.000	93.610	0.690	0.000	5.700	0.000	(Average)
MAN2	0.000	6.070	0.100	0.000	6.170	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	89.410	0.700	0.000	9.890	0.000	(Average)
MAN3	0.000	8.690	0.180	0.000	8.870	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY

ACTIVITY

Entity	Total	Average					Blocked
		Quantity In	In	Move	Wait	For In	
Named	Exits	In System	System	Logic	Res etc.	Operation	
Box	129.667	20.333	50.713	4.177	28.528	16.232	1.775 (Average)
Box	2.082	3.512	6.825	0.277	6.338	3.154	0.884 (Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity	%				Blocked
	In	Move	Wait	For In	
Name	Logic	Res etc.	Operation		
Box	8.340	55.980	32.300	3.380	(Average)
Box	1.270	6.450	6.690	1.380	(Std. Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\3m3CON2LINE.MOD [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.391 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Location Scheduled		Average		Total	Minutes	Average	Maximum	Current %
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Per Entry	Contents	Contents	Contents
	Contents	Util						
ISP1	8.000	1.000	19.000	16.708	0.659	1.000	0.667	65.890 (Average)
ISP1	0.000	0.000	1.732	1.121	0.024	0.000	0.577	2.360 (Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	14.000	18.467	0.537	1.000	0.667	53.670 (Average)
ISP2	0.000	0.000	2.000	0.720	0.058	0.000	0.577	5.760 (Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	8.333	21.913	0.380	1.000	0.000	38.000 (Average)
ISP3	0.000	0.000	1.155	0.363	0.048	0.000	0.000	4.850 (Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	5.000	25.472	0.264	1.000	0.333	26.440 (Average)
ISP4	0.000	0.000	2.000	3.251	0.101	0.000	0.577	10.110 (Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	2.333	32.754	0.158	1.000	0.000	15.810 (Average)
ISP5	0.000	0.000	0.577	2.397	0.032	0.000	0.000	3.230 (Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	1.333	35.907	0.100	1.000	0.000	10.000 (Average)
ISP6	0.000	0.000	0.577	0.734	0.044	0.000	0.000	4.430 (Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	0.333	13.972	0.029	0.333	0.000	2.910 (Average)
ISP7	0.000	0.000	0.577	24.200	0.050	0.577	0.000	5.040 (Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 (Average)
ISP8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้ใดเห็นเข้าเว็บไซต์ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	8.000	1.000	21.000	15.136	0.656	1.000	0.667	65.570	(Average)
ISP9	0.000	0.000	1.732	2.714	0.058	0.000	0.577	5.850	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	18.000	15.860	0.592	1.000	1.000	59.210	(Average)
ISP10	0.000	0.000	1.000	2.065	0.046	0.000	0.000	4.640	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	8.000	18.618	0.327	1.000	0.333	32.680	(Average)
ISP11	0.000	0.000	3.464	3.528	0.206	0.000	0.577	20.610	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	3.333	14.537	0.151	0.667	0.333	15.120	(Average)
ISP12	0.000	0.000	4.163	12.590	0.189	0.577	0.577	18.860	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	1.000	9.286	0.058	0.333	0.333	5.800	(Average)
ISP13	0.000	0.000	1.732	16.084	0.101	0.577	0.577	10.050	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	0.667	5.806	0.024	0.333	0.333	2.420	(Average)
ISP14	0.000	0.000	1.155	10.056	0.042	0.577	0.577	4.190	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	0.333	14.573	0.030	0.333	0.000	3.040	(Average)
ISP17	0.000	0.000	0.577	25.241	0.053	0.577	0.000	5.260	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	1.000	35.604	0.074	1.000	0.000	7.420	(Average)
ISP18	0.000	0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.010	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	3.000	32.439	0.203	1.000	0.000	20.270	(Average)
ISP19	0.000	0.000	0.000	2.674	0.017	0.000	0.000	1.670	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	4.333	26.741	0.241	1.000	0.000	24.110	(Average)
ISP20	0.000	0.000	1.155	3.835	0.075	0.000	0.000	7.450	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	8.000	22.205	0.358	1.000	0.333	35.800	(Average)
ISP22	0.000	0.000	2.646	3.473	0.079	0.000	0.577	7.940	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	13.000	18.636	0.506	1.000	0.667	50.600	(Average)
ISP23	0.000	0.000	1.732	1.770	0.093	0.000	0.577	9.290	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	18.333	17.299	0.662	1.000	0.667	66.190	(Average)
ISP24	0.000	0.000	1.528	0.582	0.077	0.000	0.577	7.710	(Std.Dev.)

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

Resource Name	Units	Average			Average		Average		%
		Number Scheduled	Minutes Used	Minutes Usage	Minutes To Use	Minutes To Park	Per In Travel	Travel % Util	
AGV.1	1.000	8.000	51.667	3.037	0.091	5.135	0.000	33.620	(Average)
AGV.1	0.000	0.000	1.528	0.197	0.092	0.211	0.000	2.260	(Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	51.667	3.235	0.201	4.943	0.000	36.970	(Average)
AGV.2	0.000	0.000	1.528	0.344	0.236	0.414	0.000	4.870	(Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	48.333	2.960	0.224	5.233	0.000	32.090	(Average)
AGV.3	0.000	0.000	4.509	0.237	0.222	0.290	0.000	3.500	(Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	151.667	3.084	0.171	5.093	0.000	34.230	(Average)
AGV	0.000	0.000	5.508	0.171	0.179	0.201	0.000	1.210	(Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	50.667	6.932	0.053	0.000	0.000	73.710	(Average)
MAN1	0.000	0.000	5.508	0.059	0.010	0.000	0.000	7.690	(Std.Dev.)
MAN2	1.000	8.000	49.667	6.975	0.042	0.085	0.000	72.600	(Average)
MAN2	0.000	0.000	3.512	0.037	0.005	0.001	0.000	5.040	(Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	48.000	6.927	0.021	0.019	0.000	69.510	(Average)
MAN3	0.000	0.000	6.557	0.068	0.001	0.009	0.000	9.900	(Std.Dev.)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Hours	Scheduled		%		Travel		%	
		In Use	To Use	To Use	To Park	idle	down	%	%
AGV.1	8.000	32.660	0.960	53.890	12.490	0.000			(Average)
AGV.1	0.000	1.560	0.960	4.140	2.390	0.000			(Std.Dev.)
AGV.2	8.000	34.850	2.120	51.080	11.950	0.000			(Average)
AGV.2	0.000	4.370	2.440	5.190	2.350	0.000			(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 2 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

AGV.3	8.000	29.850	2.240	49.260	18.650	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	4.300	2.210	4.610	8.110	0.000	(Std.Dev.)
AGV	24.000	32.460	1.770	51.410	14.360	0.000	(Average)
AGV	0.000	1.510	1.830	4.410	3.220	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	73.150	0.560	0.000	26.290	0.000	(Average)
MAN1	0.000	7.530	0.170	0.000	7.690	0.000	(Std.Dev.)
MAN2	8.000	72.170	0.440	0.240	27.160	0.000	(Average)
MAN2	0.000	5.060	0.020	0.040	5.000	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	69.300	0.210	0.020	30.470	0.000	(Average)
MAN3	0.000	9.870	0.030	0.010	9.910	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY	ACTIVITY	Average					
		Average	Average	Average	Average	Average	Average
		Current	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes
Entity	Total	Quantity In	In	Move	Wait	For In	
Name	Exits	In System	System	Logic	Res etc.	Operation	Blocked
Box	144.000	8.667	25.713	4.029	6.539	14.222	0.923 (Average)
Box	6.083	1.155	2.216	0.322	1.746	0.007	0.578 (Std.Dev.)

ENTITY	STATES	BY	PERCENTAGE	
			%	%
Entity	In Move	Wait For In	%	
Name	Logic	Res etc.	Operation	Blocked
Box	15.730	25.190	55.580	3.500 (Average)
Box	1.670	4.870	4.650	1.910 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคอนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\3m3CON3CYC7M1.MOD [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.389 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Location Scheduled		Average		Total	Minutes	Average	Maximum	Current %
Name	Hours	Capacity	Util	Entries	Per Entry	Contents	Contents	Contents
ISP1	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	0.667	24.426	0.051	0.667	0.000	5.090 (Average)
ISP3	0.000	0.000	0.577	21.155	0.044	0.577	0.000	4.410 (Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	1.667	20.469	0.106	0.667	0.000	10.590 (Average)
ISP4	0.000	0.000	1.528	17.756	0.095	0.577	0.000	9.550 (Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	5.000	27.039	0.281	1.000	0.333	28.100 (Average)
ISP5	0.000	0.000	2.646	3.505	0.155	0.000	0.577	15.490 (Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	9.000	22.613	0.425	1.000	0.333	42.520 (Average)
ISP6	0.000	0.000	1.000	2.032	0.074	0.000	0.577	7.440 (Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	14.333	19.575	0.585	1.000	0.667	58.540 (Average)
ISP7	0.000	0.000	0.577	1.111	0.057	0.000	0.577	5.690 (Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	18.333	18.365	0.695	1.000	0.333	69.470 (Average)
ISP8	0.000	0.000	2.309	3.009	0.076	0.000	0.577	7.600 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	8.000	1.000	3.000	15.131	0.143	0.667	0.000	14.320	(Average)
ISP9	0.000	0.000	3.606	13.110	0.174	0.577	0.000	17.390	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	8.333	17.983	0.322	1.000	0.333	32.220	(Average)
ISP10	0.000	0.000	3.215	2.278	0.166	0.000	0.577	16.620	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	17.667	15.620	0.573	1.000	1.000	57.340	(Average)
ISP11	0.000	0.000	1.155	1.913	0.059	0.000	0.000	5.880	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	21.000	15.143	0.662	1.000	0.667	66.200	(Average)
ISP12	0.000	0.000	1.000	1.769	0.078	0.000	0.577	7.800	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	0.333	9.670	0.020	0.333	0.000	2.010	(Average)
ISP13	0.000	0.000	0.577	16.748	0.035	0.577	0.000	3.490	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	3.000	33.690	0.213	1.000	0.000	21.310	(Average)
ISP17	0.000	0.000	1.000	1.845	0.082	0.000	0.000	8.190	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	2.000	37.812	0.160	1.000	0.000	15.980	(Average)
ISP18	0.000	0.000	1.000	2.385	0.088	0.000	0.000	8.820	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	0.667	28.930	0.060	0.667	0.000	6.030	(Average)
ISP19	0.000	0.000	0.577	25.066	0.052	0.577	0.000	5.220	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	0.333	16.727	0.035	0.333	0.000	3.480	(Average)
ISP20	0.000	0.000	0.577	28.972	0.060	0.577	0.000	6.040	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	4.000	25.099	0.211	1.000	0.000	21.060	(Average)
ISP21	0.000	0.000	1.732	2.108	0.097	0.000	0.000	9.650	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	9.333	19.895	0.386	1.000	0.667	38.630	(Average)
ISP22	0.000	0.000	0.577	2.812	0.052	0.000	0.577	5.190	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	13.000	17.002	0.461	1.000	0.333	46.140	(Average)
ISP23	0.000	0.000	1.000	1.210	0.062	0.000	0.577	6.170	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	19.000	16.750	0.663	1.000	0.333	66.320	(Average)
ISP24	0.000	0.000	1.000	1.956	0.088	0.000	0.577	8.830	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

Resource Name	Units	Average			Average		Average		%
		Number Hours	Minutes Used	Minutes Usage	Minutes To Use	Minutes To Park	Per In Travel	Travel % Util	
AGV.1	1.000	8.000	52.333	3.106	0.119	5.078	0.000	35.150	(Average)
AGV.1	0.000	0.000	2.082	0.129	0.057	0.139	0.000	1.960	(Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	51.667	3.265	0.201	4.890	0.000	37.310	(Average)
AGV.2	0.000	0.000	1.528	0.436	0.236	0.533	0.000	5.940	(Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	48.333	2.846	0.160	5.370	0.000	30.250	(Average)
AGV.3	0.000	0.000	3.512	0.132	0.277	0.165	0.000	2.350	(Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	152.333	3.080	0.161	5.103	0.000	34.240	(Average)
AGV	0.000	0.000	5.132	0.130	0.186	0.169	0.000	0.840	(Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	50.000	6.935	0.141	0.000	0.000	73.710	(Average)
MAN1	0.000	0.000	6.083	0.062	0.012	0.000	0.000	8.880	(Std.Dev.)
MAN2	1.000	8.000	52.333	6.939	0.146	0.000	0.000	77.220	(Average)
MAN2	0.000	0.000	4.933	0.057	0.015	0.000	0.000	6.890	(Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	47.333	6.944	0.144	0.000	0.000	69.950	(Average)
MAN3	0.000	0.000	4.041	0.086	0.032	0.000	0.000	6.890	(Std.Dev.)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Hours	%		%		%	
		Scheduled In Use	To Use	To Park	idle	Travel down	%
AGV.1	8.000	33.870	1.280	53.240	11.610	0.000	(Average)
AGV.1	0.000	2.260	0.550	2.450	3.220	0.000	(Std.Dev.)
AGV.2	8.000	35.190	2.120	50.540	12.160	0.000	(Average)
AGV.2	0.000	5.290	2.440	6.390	2.120	0.000	(Std.Dev.)
AGV.3	8.000	28.650	1.600	51.390	18.360	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	2.460	2.770	4.310	5.650	0.000	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการฝึกอบรมเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 3 คนกับ 3 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นวงกลม จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

AGV	24.000	32.570	1.660	51.720	14.040	0.000	(Average)
AGV	0.000	1.510	1.900	3.750	2.930	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	72.250	1.460	0.000	26.290	0.000	(Average)
MAN1	0.000	8.810	0.090	0.000	8.880	0.000	(Std.Dev.)
MAN2	8.000	75.620	1.610	0.000	22.780	0.000	(Average)
MAN2	0.000	6.590	0.310	0.000	6.890	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	68.530	1.430	0.000	30.050	0.000	(Average)
MAN3	0.000	6.630	0.390	0.000	6.890	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY		ACTIVITY						
		Average	Average	Average	Average	Average		
		Current	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes	
Entity	Total	Quantity In	In	Move	Wait	For In		
Name	Exits	In System	System	Logic	Res etc.	Operation	Blocked	
Box	145.667	7.667	25.605	4.036	6.614	14.116	0.839 (Average)	
Box	5.033	0.577	1.256	0.283	1.638	0.002	0.431 (Std.Dev.)	

ENTITY		STATES			BY	PERCENTAGE
		%	%	%		
Entity	In Move	Wait	For In		%	
Name	Logic	Res etc.	Operation		Blocked	
Box	15.820	25.670	55.220	3.290	(Average)	
Box	1.810	5.230	2.770	1.660	(Std.Dev.)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\4m.mod [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.383 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum	Current %
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents
	Contents	Util				
ISP1	8.000	1.000	6.333	47.728	0.627	1.000 1.000 62.720 (Average)
ISP1	0.000	0.000	0.577	3.616	0.026	0.000 0.000 2.580 (Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	7.000	39.558	0.574	1.000 1.000 57.440 (Average)
ISP2	0.000	0.000	1.000	3.975	0.079	0.000 0.000 7.860 (Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	8.000	39.159	0.650	1.000 1.000 64.960 (Average)
ISP3	0.000	0.000	1.000	2.329	0.047	0.000 0.000 4.730 (Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	8.000	35.520	0.592	1.000 1.000 59.200 (Average)
ISP4	0.000	0.000	0.000	4.644	0.077	0.000 0.000 7.740 (Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	6.000	44.889	0.551	1.000 1.000 55.100 (Average)
ISP5	0.000	0.000	1.000	7.562	0.036	0.000 0.000 3.550 (Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	7.667	42.758	0.672	1.000 1.000 67.180 (Average)
ISP6	0.000	0.000	1.528	5.555	0.067	0.000 0.000 6.720 (Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	6.333	45.624	0.600	1.000 1.000 59.960 (Average)
ISP7	0.000	0.000	0.577	3.532	0.027	0.000 0.000 2.650 (Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	6.333	42.700	0.563	1.000 1.000 56.330 (Average)
ISP8	0.000	0.000	0.577	0.493	0.051	0.000 0.000 5.080 (Std.Dev.)
ISP9	8.000	1.000	7.333	38.465	0.587	1.000 1.000 58.680 (Average)
ISP9	0.000	0.000	0.577	2.569	0.046	0.000 0.000 4.580 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานของนักศึกษาอื่นที่เข้ามา มีอยู่ให้เห็นโดยอิสระโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP10	8.000	1.000	7.000	38.533	0.560	1.000	1.000	56.040	(Average)
ISP10	0.000	0.000	1.000	4.839	0.091	0.000	0.000	9.100	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	7.667	36.830	0.585	1.000	1.000	58.470	(Average)
ISP11	0.000	0.000	0.577	4.411	0.024	0.000	0.000	2.370	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	6.667	39.834	0.545	1.000	0.333	54.540	(Average)
ISP12	0.000	0.000	1.528	5.920	0.104	0.000	0.577	10.350	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	6.000	38.708	0.487	1.000	1.000	48.690	(Average)
ISP13	0.000	0.000	1.000	2.310	0.108	0.000	0.000	10.780	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	6.333	39.993	0.521	1.000	0.667	52.090	(Average)
ISP14	0.000	0.000	1.155	4.468	0.051	0.000	0.577	5.080	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	6.333	39.519	0.523	1.000	0.667	52.310	(Average)
ISP15	0.000	0.000	0.577	2.121	0.077	0.000	0.577	7.680	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	5.667	40.783	0.468	1.000	0.667	46.820	(Average)
ISP16	0.000	0.000	2.082	5.555	0.115	0.000	0.577	11.540	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	7.000	41.432	0.604	1.000	0.667	60.420	(Average)
ISP17	0.000	0.000	0.000	4.391	0.064	0.000	0.577	6.400	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	5.667	44.263	0.522	1.000	0.333	52.210	(Average)
ISP18	0.000	0.000	0.577	4.826	0.076	0.000	0.577	7.620	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	6.667	44.900	0.616	1.000	1.000	61.630	(Average)
ISP19	0.000	0.000	0.577	10.088	0.091	0.000	0.000	9.090	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	6.000	45.123	0.552	1.000	1.000	55.220	(Average)
ISP20	0.000	0.000	1.000	8.518	0.012	0.000	0.000	1.210	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	5.667	46.637	0.554	1.000	0.667	55.410	(Average)
ISP21	0.000	0.000	0.577	6.871	0.124	0.000	0.577	12.370	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	7.000	43.141	0.622	1.000	1.000	62.180	(Average)
ISP22	0.000	0.000	1.000	5.780	0.031	0.000	0.000	3.070	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	6.000	46.185	0.577	1.000	1.000	57.730	(Average)
ISP23	0.000	0.000	0.000	1.904	0.024	0.000	0.000	2.380	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	6.333	41.675	0.551	1.000	1.000	55.060	(Average)
ISP24	0.000	0.000	1.155	1.373	0.107	0.000	0.000	10.740	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

Resource Name	Units	Average			Minutes To Use	Minutes To Park	%	Per In Travel	Average Travel % Util	Blocked
		Number Scheduled Hours	Minutes Used	Average Usage						
AGV.1	1.000	8.000	54.000	4.218	0.000	3.921	0.000	47.460	(Average)	
AGV.1	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	0.317	0.000	3.070	(Std.Dev.)	
AGV.2	1.000	8.000	53.000	3.907	0.000	4.293	0.000	43.140	(Average)	
AGV.2	0.000	0.000	0.000	0.266	0.000	0.266	0.000	2.940	(Std.Dev.)	
AGV.3	1.000	8.000	53.000	3.960	0.000	4.209	0.000	43.730	(Average)	
AGV.3	0.000	0.000	0.000	0.214	0.000	0.190	0.000	2.360	(Std.Dev.)	
AGV	3.000	24.000	160.000	4.030	0.000	4.140	0.000	44.770	(Average)	
AGV	0.000	0.000	0.000	0.112	0.000	0.133	0.000	1.250	(Std.Dev.)	
MAN1	1.000	8.000	36.333	12.755	0.064	0.000	0.000	97.010	(Average)	
MAN1	0.000	0.000	1.155	0.152	0.002	0.000	0.000	1.960	(Std.Dev.)	
MAN3	1.000	8.000	35.667	12.919	0.065	0.000	0.000	96.490	(Average)	
MAN3	0.000	0.000	0.577	0.087	0.002	0.000	0.000	2.190	(Std.Dev.)	
MAN4	1.000	8.000	34.667	12.757	0.062	0.000	0.000	92.580	(Average)	
MAN4	0.000	0.000	0.577	0.132	0.004	0.000	0.000	1.960	(Std.Dev.)	
MAN6	1.000	8.000	35.333	12.849	0.065	0.000	0.000	95.050	(Average)	
MAN6	0.000	0.000	1.155	0.039	0.003	0.000	0.000	2.830	(Std.Dev.)	

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Hours	%		%		Travel idle	Travel down	%	%
		Scheduled In Use	To Use	To Park					
AGV.1	8.000	47.460	0.000	43.540	9.000	0.000	(Average)		
AGV.1	0.000	3.070	0.000	3.070	0.000	0.000	(Std.Dev.)		
AGV.2	8.000	43.140	0.000	47.400	9.460	0.000	(Average)		
AGV.2	0.000	2.940	0.000	2.940	0.000	0.000	(Std.Dev.)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คน จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

AGV.3	8.000	43.730	0.000	46.180	10.090	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	2.360	0.000	2.360	0.000	0.000	(Std.Dev.)
AGV	24.000	44.770	0.000	45.710	9.520	0.000	(Average)
AGV	0.000	1.250	0.000	1.250	0.000	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	96.530	0.480	0.000	2.990	0.000	(Average)
MAN1	0.000	1.940	0.030	0.000	1.960	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	96.000	0.490	0.000	3.510	0.000	(Average)
MAN3	0.000	2.170	0.020	0.000	2.190	0.000	(Std.Dev.)
MAN4	8.000	92.130	0.450	0.000	7.420	0.000	(Average)
MAN4	0.000	1.960	0.030	0.000	1.960	0.000	(Std.Dev.)
MAN6	8.000	94.580	0.480	0.000	4.950	0.000	(Average)
MAN6	0.000	2.840	0.010	0.000	2.830	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity	Total	Average					Blocked	
		Quantity In	In	Move	Wait	For In		
Name	Exits	In System	System	Logic	Res etc.	Operation		
Box,	138.000	23.000	47.734	4.083	29.828	13.823	0.000	(Average)
Box	1.000	1.000	3.019	0.089	2.935	0.000	0.000	(Std.Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity	%				%
	In	Move	Wait	For In	
Name	Logic	Res etc.	Operation	Blocked	
Box	8.570	62.400	29.030	0.000	(Average)
Box	0.370	2.160	1.800	0.000	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH4m4CON4LINE.MOD [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.434 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Average		Maximum Contents	Current % Contents			
			Total Entries	Minutes Per Entry					
ISP1	8.000	1.000	2.333	23.311	0.113	1.000	0.333	11.270	(Average)
ISP1	0.000	0.000	2.309	1.652	0.111	0.000	0.577	11.070	(Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	5.333	18.248	0.208	1.000	0.000	20.800	(Average)
ISP2	0.000	0.000	4.163	1.109	0.174	0.000	0.000	17.400	(Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	12.667	15.679	0.418	1.000	0.333	41.820	(Average)
ISP3	0.000	0.000	2.082	1.584	0.113	0.000	0.577	11.270	(Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	19.000	14.116	0.559	1.000	0.667	55.880	(Average)
ISP4	0.000	0.000	0.000	1.961	0.078	0.000	0.577	7.760	(Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP9	8.000	1.000	0.667	14.544	0.030	0.667	0.000	3.030	(Average)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	0.000	0.000	0.577	12.595	0.026	0.577	0.000	2.620	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	5.333	16.441	0.183	1.000	0.000	18.280	(Average)
ISP10	0.000	0.000	2.517	0.370	0.088	0.000	0.000	8.780	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	11.333	14.243	0.339	1.000	0.667	33.940	(Average)
ISP11	0.000	0.000	2.517	0.941	0.096	0.000	0.577	9.600	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	17.333	13.606	0.492	1.000	0.667	49.250	(Average)
ISP12	0.000	0.000	2.309	0.455	0.080	0.000	0.577	8.000	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	6.000	14.185	0.178	1.000	0.000	17.790	(Average)
ISP14	0.000	0.000	2.646	0.153	0.080	0.000	0.000	7.970	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	14.000	13.520	0.395	1.000	0.000	39.460	(Average)
ISP15	0.000	0.000	2.000	0.120	0.059	0.000	0.000	5.910	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	20.000	13.119	0.546	1.000	0.667	54.630	(Average)
ISP16	0.000	0.000	2.646	0.115	0.069	0.000	0.577	6.880	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	2.000	16.221	0.103	0.667	0.000	10.310	(Average)
ISP21	0.000	0.000	2.000	14.105	0.107	0.577	0.000	10.680	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	3.667	13.071	0.152	0.667	0.000	15.180	(Average)
ISP22	0.000	0.000	3.512	11.360	0.150	0.577	0.000	14.990	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	10.333	14.974	0.326	1.000	0.667	32.640	(Average)
ISP23	0.000	0.000	2.082	1.410	0.093	0.000	0.577	9.250	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	15.667	13.617	0.445	1.000	1.000	44.480	(Average)
ISP24	0.000	0.000	2.082	1.280	0.077	0.000	0.000	7.660	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกพันกับนโยบายด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

Resource Name	Units	Average			%	Per Travel	Travel % Util	Blocked
		Number Scheduled	Average Minutes Used	Average Minutes Usage				
AGV.1	1.000	8.000	51.333	4.099	0.237	4.162	0.000	46.280 (Average)
AGV.1	0.000	0.000	1.528	0.328	0.125	0.397	0.000	3.580 (Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	49.333	3.920	0.161	4.288	0.000	41.830 (Average)
AGV.2	0.000	0.000	2.082	0.317	0.111	0.358	0.000	2.380 (Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	46.667	3.138	0.229	5.073	0.000	32.680 (Average)
AGV.3	0.000	0.000	2.082	0.323	0.334	0.466	0.000	6.050 (Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	147.333	3.735	0.210	4.496	0.000	40.260 (Average)
AGV	0.000	0.000	5.132	0.293	0.169	0.380	0.000	3.420 (Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	34.667	6.920	0.010	0.017	0.000	50.000 (Average)
MAN1	0.000	0.000	7.638	0.071	0.003	0.002	0.000	10.750 (Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	31.667	6.854	0.009	0.017	0.000	45.390 (Average)
MAN3	0.000	0.000	7.572	0.143	0.004	0.005	0.000	11.460 (Std.Dev.)
MAN4	1.000	8.000	40.000	6.999	0.023	0.035	0.000	58.510 (Average)
MAN4	0.000	0.000	5.568	0.002	0.001	0.001	0.000	8.130 (Std.Dev.)
MAN6	1.000	8.000	39.000	6.925	0.023	0.034	0.000	56.400 (Average)
MAN6	0.000	0.000	7.810	0.067	0.001	0.001	0.000	10.870 (Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Hours	%		%		Travel idle	Travel down	
		Scheduled In Use	To Use	To Park				
AGV.1	8.000	43.770	2.510	40.580	13.140	0.000	(Average)	
AGV.1	0.000	2.350	1.280	5.750	2.270	0.000	(Std.Dev.)	
AGV.2	8.000	40.190	1.630	41.860	16.310	0.000	(Average)	
AGV.2	0.000	1.500	1.110	6.520	4.210	0.000	(Std.Dev.)	
AGV.3	8.000	30.480	2.200	46.310	21.000	0.000	(Average)	
AGV.3	0.000	2.970	3.200	7.040	3.780	0.000	(Std.Dev.)	
AGV	24.000	38.150	2.110	42.920	16.820	0.000	(Average)	
AGV	0.000	1.770	1.660	6.250	2.990	0.000	(Std.Dev.)	
MAN1	8.000	49.930	0.070	0.030	49.970	0.000	(Average)	
MAN1	0.000	10.720	0.030	0.000	10.750	0.000	(Std.Dev.)	
MAN3	8.000	45.330	0.060	0.020	54.580	0.000	(Average)	
MAN3	0.000	11.430	0.040	0.010	11.470	0.000	(Std.Dev.)	
MAN4	8.000	58.320	0.190	0.150	41.350	0.000	(Average)	
MAN4	0.000	8.100	0.020	0.010	8.130	0.000	(Std.Dev.)	
MAN6	8.000	56.210	0.190	0.130	43.480	0.000	(Average)	
MAN6	0.000	10.840	0.030	0.030	10.840	0.000	(Std.Dev.)	

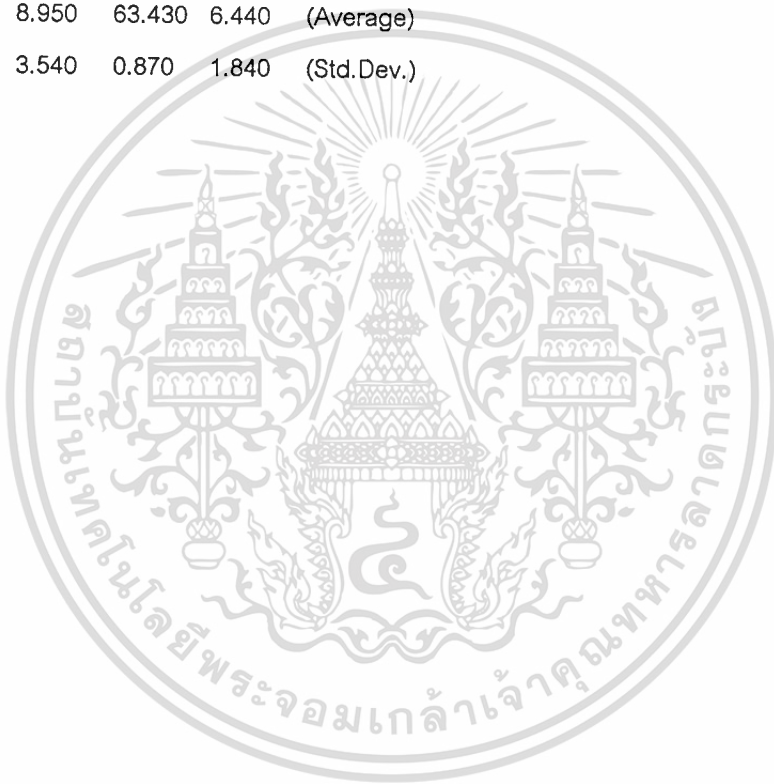
ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Average					Blocked	
		Current Quantity In In System	Average Minutes In System	Average Minutes Move Logic	Average Minutes Wait Res etc.	Average Minutes For In Operation		
Box	140.667	7.667	22.338	4.733	1.997	14.168	1.440	(Average)
Box	5.033	0.577	0.286	0.568	0.784	0.057	0.425	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชนที่ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 4 คนกับ 4 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ENTITY	STATES			BY	PERCENTAGE
	In	Move	Wait For In		
	%	%	%		
Entity	In	Move	Wait For In		%
Name	Logic	Res etc.	Operation	Blocked	
-----	-----	-----	-----	-----	
Box	21.180	8.950	63.430	6.440	(Average)
Box	2.370	3.540	0.870	1.840	(Std.Dev.)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel

General Report

Output from C:\sim\FINISH\6m6CON6LINE.MOD [thesis2]

Date: Apr/29/2002 Time: 0.386 AM

Scenario : Normal Run
 Replication : Average
 Period : Final Report (0 sec to 8 hr Elapsed: 8.000 hr)
 Simulation Time : 8.000 hr

LOCATIONS

Location Name	Scheduled Hours	Capacity Contents	Average		Maximum Contents	Current % Contents			
			Total Entries	Minutes Per Entry					
ISP1	8.000	1.000	0.333	7.429	0.015	0.333	0.000	1.550	(Average)
ISP1	0.000	0.000	0.577	12.867	0.027	0.577	0.000	2.680	(Std.Dev.)
ISP2	8.000	1.000	2.667	17.767	0.098	1.000	0.333	9.820	(Average)
ISP2	0.000	0.000	1.155	0.726	0.041	0.000	0.577	4.050	(Std.Dev.)
ISP3	8.000	1.000	7.333	14.876	0.228	1.000	0.333	22.840	(Average)
ISP3	0.000	0.000	2.082	0.630	0.069	0.000	0.577	6.920	(Std.Dev.)
ISP4	8.000	1.000	14.667	13.253	0.405	1.000	0.000	40.490	(Average)
ISP4	0.000	0.000	4.041	0.360	0.110	0.000	0.000	11.010	(Std.Dev.)
ISP5	8.000	1.000	0.333	7.407	0.015	0.333	0.000	1.540	(Average)
ISP5	0.000	0.000	0.577	12.829	0.027	0.577	0.000	2.670	(Std.Dev.)
ISP6	8.000	1.000	3.333	16.707	0.118	1.000	0.000	11.780	(Average)
ISP6	0.000	0.000	1.155	1.125	0.046	0.000	0.000	4.640	(Std.Dev.)
ISP7	8.000	1.000	6.333	13.978	0.186	1.000	0.333	18.610	(Average)
ISP7	0.000	0.000	1.155	1.185	0.046	0.000	0.577	4.640	(Std.Dev.)
ISP8	8.000	1.000	13.333	13.421	0.372	1.000	0.000	37.230	(Average)
ISP8	0.000	0.000	2.517	0.319	0.068	0.000	0.000	6.770	(Std.Dev.)
ISP9	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)

ตาราง แสดงผลการประมวลผลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

ISP9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP10	8.000	1.000	3.000	16.696	0.104	1.000	0.000	10.420	(Average)
ISP10	0.000	0.000	1.000	0.123	0.034	0.000	0.000	3.400	(Std.Dev.)
ISP11	8.000	1.000	10.667	13.900	0.312	1.000	0.333	31.240	(Average)
ISP11	0.000	0.000	2.517	1.145	0.093	0.000	0.577	9.290	(Std.Dev.)
ISP12	8.000	1.000	17.667	12.759	0.470	1.000	1.000	46.980	(Average)
ISP12	0.000	0.000	1.528	0.297	0.045	0.000	0.000	4.490	(Std.Dev.)
ISP13	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP14	8.000	1.000	0.667	4.695	0.020	0.333	0.000	1.960	(Average)
ISP14	0.000	0.000	1.155	8.133	0.034	0.577	0.000	3.390	(Std.Dev.)
ISP15	8.000	1.000	4.333	13.352	0.121	1.000	0.000	12.070	(Average)
ISP15	0.000	0.000	1.528	0.116	0.043	0.000	0.000	4.310	(Std.Dev.)
ISP16	8.000	1.000	13.000	13.020	0.353	1.000	0.000	35.260	(Average)
ISP16	0.000	0.000	2.646	0.004	0.072	0.000	0.000	7.180	(Std.Dev.)
ISP17	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP18	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP19	8.000	1.000	10.000	12.953	0.270	1.000	0.333	27.000	(Average)
ISP19	0.000	0.000	1.732	0.104	0.048	0.000	0.577	4.800	(Std.Dev.)
ISP20	8.000	1.000	16.333	12.522	0.426	1.000	1.000	42.650	(Average)
ISP20	0.000	0.000	4.163	0.193	0.112	0.000	0.000	11.180	(Std.Dev.)
ISP21	8.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Average)
ISP21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	(Std.Dev.)
ISP22	8.000	1.000	2.000	11.680	0.073	0.667	0.333	7.300	(Average)
ISP22	0.000	0.000	2.000	10.115	0.073	0.577	0.577	7.290	(Std.Dev.)
ISP23	8.000	1.000	6.333	14.361	0.192	1.000	0.000	19.170	(Average)
ISP23	0.000	0.000	2.517	0.632	0.084	0.000	0.000	8.430	(Std.Dev.)
ISP24	8.000	1.000	13.667	12.425	0.354	1.000	1.000	35.430	(Average)
ISP24	0.000	0.000	1.528	0.507	0.048	0.000	0.000	4.760	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCES

Resource Name	Units	Hours	Average				Per In Travel%	Travel % Util	Blocked
			Number Used	Average Minutes Usage	Average Minutes To Use	Average Minutes To Park			
AGV.1	1.000	8.000	51.667	4.177	0.266	4.040	0.000	47.840	(Average)
AGV.1	0.000	0.000	0.577	0.352	0.071	0.468	0.000	4.920	(Std.Dev.)
AGV.2	1.000	8.000	49.333	4.500	0.244	3.865	0.000	48.750	(Average)
AGV.2	0.000	0.000	0.577	0.121	0.098	0.279	0.000	2.060	(Std.Dev.)
AGV.3	1.000	8.000	46.333	4.427	0.459	3.813	0.000	46.980	(Average)
AGV.3	0.000	0.000	2.887	0.424	0.066	0.358	0.000	1.630	(Std.Dev.)
AGV	3.000	24.000	147.333	4.360	0.320	3.916	0.000	47.860	(Average)
AGV	0.000	0.000	3.786	0.103	0.021	0.144	0.000	0.940	(Std.Dev.)
MAN1	1.000	8.000	31.000	6.895	0.011	0.000	0.000	44.570	(Average)
MAN1	0.000	0.000	5.292	0.043	0.002	0.000	0.000	7.380	(Std.Dev.)
MAN2	1.000	8.000	23.333	6.997	0.011	0.000	0.000	34.070	(Average)
MAN2	0.000	0.000	3.512	0.005	0.000	0.000	0.000	5.130	(Std.Dev.)
MAN3	1.000	8.000	22.000	6.810	0.010	0.000	0.000	31.220	(Average)
MAN3	0.000	0.000	2.646	0.166	0.003	0.000	0.000	3.390	(Std.Dev.)
MAN4	1.000	8.000	18.000	7.000	0.030	0.000	0.000	26.370	(Average)
MAN4	0.000	0.000	5.000	0.000	0.006	0.000	0.000	7.340	(Std.Dev.)
MAN5	1.000	8.000	26.333	6.919	0.010	0.000	0.000	38.020	(Average)
MAN5	0.000	0.000	5.859	0.100	0.001	0.000	0.000	8.570	(Std.Dev.)
MAN6	1.000	8.000	25.000	6.976	0.011	0.000	0.000	36.380	(Average)
MAN6	0.000	0.000	6.083	0.041	0.003	0.000	0.000	8.790	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

RESOURCE STATES		BY		PERCENTAGE			
Resource	Scheduled	%	%	Travel	Travel	%	%
Name	Hours	In Use	To Use	To Park	idle	down	
AGV.1	8.000	44.980	2.870	39.250	12.910	0.000	(Average)
AGV.1	0.000	4.170	0.780	4.280	1.060	0.000	(Std.Dev.)
AGV.2	8.000	46.250	2.510	34.890	16.350	0.000	(Average)
AGV.2	0.000	1.090	0.990	2.560	1.560	0.000	(Std.Dev.)
AGV.3	8.000	42.560	4.420	31.700	21.310	0.000	(Average)
AGV.3	0.000	1.370	0.680	5.970	4.890	0.000	(Std.Dev.)
AGV	24.000	44.590	3.270	35.280	16.860	0.000	(Average)
AGV	0.000	0.910	0.140	2.010	2.160	0.000	(Std.Dev.)
MAN1	8.000	44.500	0.070	0.000	55.430	0.000	(Average)
MAN1	0.000	7.360	0.020	0.000	7.380	0.000	(Std.Dev.)
MAN2	8.000	34.010	0.060	0.000	65.930	0.000	(Average)
MAN2	0.000	5.120	0.010	0.000	5.130	0.000	(Std.Dev.)
MAN3	8.000	31.180	0.050	0.000	68.780	0.000	(Average)
MAN3	0.000	3.370	0.020	0.000	3.390	0.000	(Std.Dev.)
MAN4	8.000	26.250	0.120	0.000	73.630	0.000	(Average)
MAN4	0.000	7.290	0.050	0.000	7.340	0.000	(Std.Dev.)
MAN5	8.000	37.970	0.050	0.000	61.980	0.000	(Average)
MAN5	0.000	8.560	0.010	0.000	8.570	0.000	(Std.Dev.)
MAN6	8.000	36.320	0.060	0.000	63.620	0.000	(Average)
MAN6	0.000	8.770	0.020	0.000	8.790	0.000	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลการประมวลการทำงานของคนงาน 6 คนกับ 6 สายลำเลียง และจัดเส้นทางเดินใหม่เป็นเส้นตรง จากโปรแกรม ProModel (ต่อ)

Entity Name	Total Exits	ACTIVITY						Blocked
		Quantity In System	Average In System Minutes	Average Move System Logic	Average Wait Res etc.	Average For In Operation	Average	
Box	141.000	7.333	21.544	5.464	0.838	14.120	1.122	(Average)
Box	3.464	0.577	0.267	0.078	0.104	0.001	0.175	(Std.Dev.)

Entity Name	STATES BY PERCENTAGE				
	In Logic	Move Res etc.	Wait Operation	For In	In Blocked
Box	25.360	3.890	65.550	5.200	(Average)
Box	0.180	0.470	0.810	0.750	(Std.Dev.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คุณสมบัติของพนักงาน และลักษณะของใบแจ้งผลการตรวจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPANY	TITLE : เอกสารกำหนดหน้าที่ และความรับผิดชอบ	EFF. DATE	CONTROL NO
		PAGE 8 / 10	REV. NO.

ตำแหน่ง	พนักงานแผนกตรวจสอบ	ฝ่าย	จัดการคุณภาพ
ผู้บังคับบัญชา	หัวหน้าแผนกตรวจสอบ	ส่วน	ประกันคุณภาพ
ผู้ใต้บังคับบัญชา		แผนก	ตรวจสอบ

หน้าที่และความรับผิดชอบ

ปฏิบัติงานในความรับผิดชอบ ด้านการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนในกระบวนการการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จ ก่อนนำเข้าเก็บในโกดัง

ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

1. ทำการสุ่มตรวจเครื่องที่ผลิตเสร็จก่อนนำเข้าโกดัง ตามวิธีการและจำนวนที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน
2. ทำการสุ่มตรวจชิ้นส่วนที่ผลิตเองในโรงงานก่อนนำเข้าโกดัง ตามวิธีการและจำนวนที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน
3. ทำการรายงานการตรวจสอบแต่ละชิ้นส่วนที่ผลิตเอง และผลิตภัณฑ์สำเร็จ ให้ผู้บังคับบัญชาทราบ
4. ทำการคัดปียอมรับและบันทึกผลการตรวจสอบ ในใบตรวจสอบชิ้นส่วน/เครื่องสำเร็จ เมื่อทำการตรวจสอบแล้วได้ตามมาตรฐาน
5. ทำการคัดปียอมรับไม่ยอมรับ และบันทึกผลการตรวจสอบ รวมทั้งสาเหตุในการไม่ยอมรับชิ้นส่วน/เครื่องดังกล่าว เมื่อทำการตรวจสอบแล้วไม่ได้ตามมาตรฐาน
6. ปฏิบัติงานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

คุณสมบัติเฉพาะตำแหน่ง

1. การศึกษาขั้นต่ำ จบปวช.
2. ประสบการณ์ เคยผ่านงานด้านตรวจสอบอย่างน้อย 1 ปี

รูป แสดงคุณสมบัติของพนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ ระดับพนักงานปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

สัพพัญญู สวิง เกิดเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2518 จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษา
ระดับ วิทยาศาสตร์บัณฑิต(เศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี
การศึกษา 2540



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้