สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประเมินต้นทุนกิจกรรมของระบบการผลิตแบบเซลล์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศ

นางสาวปิยะดา เทียบทัน
นางสาวสโรชา ลอปกุณเกียรติ
นางสาวอมรรัตน์ ดวงแก้ว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71991
วัน,เดือน,ปี - 7 ส.ค. 2550

b 11761190
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Evaluating Activity Based Cost for Cellular manufacturing using Simulation Technique

A Case study of Air Conditioner Factory

MISS PIYADA TEABTUN

MISS SAROCHA LORPAKULKIAT

MISS AMORNRAT DUANGKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประเมินต้นทุนกิจกรรมของระบบการผลิตแบบเซลล์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศ

Evaluating Activity Based Cost for Cellular manufacturing using Simulation Technique a Case study of Air Conditioner Factory

นักศึกษา	นางสาวปิยะดา	เทียบทัน	รหัสประจำตัว	46010459
	นางสาวสโรชา	ลอปกุลเกียรติ	รหัสประจำตัว	46010814
	นางสาวอมรรัตน์	ดวงแก้ว	รหัสประจำตัว	46010929

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

(ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์)

(อ.เชาวลิต ทามนตรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประเมินต้นทุนกิจกรรมของระบบการผลิตแบบเซลล์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศ
นักศึกษา	นางสาวปิยะดา เทียบทัน นางสาวสโรชา ลอปกุลเกียรติ นางสาวอมรรัตน์ ดวงแก้ว
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ อาจารย์เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการเพื่อประเมินผลระบบการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรม (Activities-Based Costing) และเทคนิคการจำลองสถานการณ์(Simulation Tecnique) ในการศึกษาจะทำการพิจารณาผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจำนวน 5 รุ่นประกอบด้วยรุ่น Sky-Air , GMS , GES-VRV, FTE และรุ่น New-Wall ซึ่งทุกรุ่นมีการผลิตมาจากระบบการผลิต 2 ระบบในแผนกประกอบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งประกอบด้วย การประกอบเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบและการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์ วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อกำหนดระบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับเครื่องปรับอากาศในแต่ละชนิด โดยพิจารณาจากต้นทุนการผลิตของเครื่องปรับอากาศต่อหน่วยเทียบกับระดับของการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลง เทคนิคการวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรมถูกใช้เพื่อหาต้นทุนที่แท้จริงของแต่ละกิจกรรมที่ใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรมจะถูกนำไปใช้ ในการจำลองสถานการณ์ เพื่อพิจารณาตัวแปรที่ไม่คงที่ เช่น ต้นทุนเครื่องจักรเสีย การติดตั้งเครื่องจักร ต้นทุนการขนย้ายวัสดุ ฯ ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ จะได้ระบบการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการประกอบเครื่องปรับอากาศในแต่ละรุ่น ซึ่งผลการทดลองพบว่าการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์ มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ ที่ระดับการผลิตมากกว่า 19,683 หน่วยต่อเดือน และเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะกับเครื่องปรับอากาศทั้ง 5 รุ่น โดยพิจารณาจากความต้องการของลูกค้า และปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน ซึ่งการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบเหมาะสมกับเครื่องปรับอากาศรุ่น New-wall ส่วนระบบการประกอบแบบเซลล์เหมาะสำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Evaluating Activity Based Cost for Cellular manufacturing using Simulation Technique a Case study of Air Conditioner Factory
Student	Miss Piyada Teabtun Miss Sarocha Lorpakunkiat Miss Amornrat Duangkaew
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2006
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Sunpasit Limnararat Mr. Chaowalit Hamontree

Abstract

This project proposed a method to evaluate a suitable manufacturing system for an air conditioner factory, using activity based costing (ABC) technique and simulation. The study consider five models produced by two manufacturing systems in the assembly department: Assembly line and Cellular production. The objective of this project is to determine the suitable manufacturing system based on the cost per unit, depending on production level. The ABC technique was used to cost per activity and the output of ABC was used as the input for the simulation. The simulation was then performed to evaluate the optimal manufacturing system. The results indicated that Cellular manufacturing was more costly than Assembly line when the production level was over 19,683 units per month for all five cases. Based on the customer's demand and break-even analysis, it can be concluded that the suitable products for Cellular manufacturing are Sky-Air Model, GMS Model, GES-VRV Model and FTE Model and Line Assembly Production is suitable for New-Wall Model.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การประเมินต้นทุนกิจกรรมของระบบการผลิตแบบเซลล์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา บริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผศ.ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ และ อาจารย์เชาวลิต หามนตรี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับคำแนะนำ กำลังใจในการทำงาน ความเอาใจใส่ ความช่วยเหลือในทุกๆด้านและทุกสิ่งทุกอย่างตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

พี่ๆวิศวกร บริษัท ผลิตเครื่องปรับอากาศ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำความช่วยเหลือในทุกๆด้าน และให้ข้อมูลต่างๆในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบพระคุณบุคคลในครอบครัว คือ บิดา มารดาและพี่น้อง ที่เป็นทุกอย่างในชีวิต คอยอบรมสั่งสอนเลี้ยงดูเป็นอย่างดี สนับสนุนการศึกษาทุกอย่าง ขอบคุณสำหรับความรัก ความเข้าใจ ที่มีให้เสมอมาจนถึงทุกวันนี้

ขอบคุณเพื่อนทุกคน สำหรับการช่วยเหลือจน ทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นางสาวปิยะดา เทียบทัน
นางสาวสโรชา ลอปกุลเกียรติ
นางสาวอมรรัตน์ ควงแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	I
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
	กิตติกรรมประกาศ	III
	สารบัญ	IV
	สารบัญตาราง	VII
	สารบัญรูป	VIII
1	บทนำ	
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์	2
1.3	ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1	การคิดต้นทุนตามกิจกรรม (Activity Based Costing: ABC)	3
	2.1.1 ความแตกต่างระหว่างระบบ ABC กับระบบการคำนวณต้นทุนแบบเดิม	3
	2.1.2 การจัดลำดับกิจกรรม	8
	2.1.3 การคำนวณต้นทุนกิจกรรม (วิธีต้นทุนรวม)	9
	2.1.4 การบิดเบือนของข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์	9
	2.1.5 ตัวผลักดันกิจกรรม (Activity Driver)	11
	2.1.6 มาตรการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำกำไร	14
	2.1.7 ความจำเป็นในการพัฒนาระบบ ABC	15
	2.1.8 ปัจจัยที่จะช่วยให้การพัฒนาระบบ ABC ประสบความสำเร็จ	16
	2.1.9 การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรม	17
	2.1.10 คุณลักษณะของกิจกรรม	19
	2.1.11 นิยามที่ควรทราบ	20
2.2	การจำลองแบบปัญหา (Simulation)	20
	2.2.1 ระบบงานและแบบจำลอง (Model and System)	21
	2.2.1.1 ระบบงาน (System)	22
	2.2.1.2 แบบจำลอง (Model)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การประยุกต์ใช้งานของการจำลองแบบปัญหา (Simulation Applications)..... 29
2.2.3 เหตุผลสนับสนุนในการนำวิธีการจำลองแบบปัญหามาใช้แทนการทดลอง
กับระบบงานจริง..... 30
2.2.4 เงื่อนไขของระบบงานจริงที่เหมาะสมต่อการนำวิธีการจำลองแบบปัญหา
มาใช้ในการวิเคราะห์..... 30
2.2.5 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา
(Advantage and Disadvantage of Simulation)..... 31
2.2.5.1 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา..... 32
2.2.5.2 ข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา..... 32
2.2.6 กระบวนการจำลองแบบปัญหา (Simulation Process)..... 33
2.3 การทดสอบสมมติฐาน..... 34
2.3.1 ชนิดของสมมติฐานทางสถิติ..... 35
2.3.2 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน..... 35
2.3.3 ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐาน (Steps for hypothesis testing)..... 36
2.3.4 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร..... 38
2.3.4.1 ถ้าทราบค่าความแปรปรวนของประชากร..... 38
2.3.4.2 ถ้าไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร
และขนาดตัวอย่างใหญ่ ($n \geq 30$)..... 39
2.3.4.3 ถ้าไม่ทราบค่าความแปรปรวน
และขนาดตัวอย่างเล็ก ($n < 30$)..... 40
2.3.5 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนจากประชากรแบบปกติ..... 41
2.3.6 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนจากประชากรแบบปกติ..... 41
2.3.7 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากรแบบปกติสองชุด..... 42
2.3.8 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างไม่เป็นอิสระ..... 44
2.3.9 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างสัดส่วนจากสองประชากรปกติ. 45
2.3.10 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างความแปรปรวน
ของประชากรแบบปกติสองชุด..... 47

3 วิธีการดำเนินงาน
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 48
3.2 ข้อมูลโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ..... 50
3.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น..... 52
3.4 เตรียมและรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษา..... 53
3.4.1 คัดเลือกรุ่นเครื่องปรับอากาศที่ต้องการวิเคราะห์..... 53
3.4.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการประกอบเครื่องปรับอากาศ
ของแบบสายการประกอบและแบบเซลล์..... 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ข้อมูลการประกอบเครื่องปรับอากาศ 56
3.4.4 ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้อื่นๆในการคำนวณต้นทุนตามกิจกรรม 56
3.5 การประเมินต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง (ABC : Activity Based Costing) 57
3.5.1 วิธีการคิดต้นทุนกิจกรรม 57
3.6 การจำลองสถานการณ์ (Simulation) 58
3.6.1 ข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริงมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 58
3.6.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ 60
3.6.3 ทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง 62
3.7 การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ 66
3.7.1 การวิเคราะห์ผลเชิงความต้องการของลูกค้า 66
3.7.2การวิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Point) 68

4 ผลการศึกษาและทดลอง
4.1 ผลการคำนวณต้นทุนตามกิจกรรม (Product Activity Based Costing) 69
4.2 ผลการประเมินผลเชิงความต้องการของลูกค้า 72
4.3ผลการวิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากจุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis) 73

5 สรุปผลการดำเนินงาน
5.1 การสรุปผลการดำเนินงานจากการประเมินต้นทุนกิจกรรมและตัวแบบจำลองสถานการณ์ 74
5.2 การสรุปผลการดำเนินงานจากการพิจารณาความต้องการของลูกค้า 74
5.3 การสรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์เรื่องจุดคุ้มทุน 74
5.4 สรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์ระบบต้นทุนกิจกรรม ร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ 74
5.5 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป 74

บรรณานุกรม 76
ภาคผนวก ก ก1
ภาคผนวก ข ข1
ภาคผนวก ค ค1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	ขั้นตอนการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบสายการผลิต	54
3-2	ขั้นตอนการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์	55
3-3	ข้อมูลการประกอบเครื่องปรับอากาศ	56
4-3	สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบสายการประกอบ	58
5-3	สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบเซลล์	59
6-3	แสดงข้อมูลการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบของเดือน พฤษภาคม 2549	62
7-3	แสดงข้อมูลการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์ของเดือน พฤษภาคม 2549	64
3-8	การประมาณปริมาณความต้องการของลูกค้าระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007	67
3-9	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณความต้องการของลูกค้าระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007	67
3-10	ข้อมูลที่ใช้ในการคิดจุดคุ้มทุน	68
4-1	ตารางแสดงผลของต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบ	70
4-2	ตารางแสดงผลของต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์	71
4-3	ตารางแสดงต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	72
4-4	ตารางแสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของเครื่องปรับอากาศทั้ง 5 รุ่น	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2-1 แสดงวิธีการปันส่วน 2 ขั้นตอน (แบบเดิม)..... 4
รูปที่ 2-2 แสดงวิธีการปันส่วน 2 ขั้นตอน (แบบ ABC)..... 5
รูปที่ 2-3 แสดงการคิดต้นทุนแบบเดิม..... 5
รูปที่ 2-4 แสดงการคิดต้นทุนตามกิจกรรม..... 6
รูปที่ 2-5 แสดงแบบจำลอง ABC และลำดับกิจกรรมในระบบ ABC..... 10
รูปที่ 2-6 แสดงความสามารถในการทำกำไรของผลิตภัณฑ์ตามแนวคิด ABC..... 11
รูปที่ 2-7 แนวทางต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาระบบงานที่มีความแตกต่างกัน..... 25
รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 49
รูปที่ 3-2 เครื่องปรับอากาศ Daikin Siesta..... 50
รูปที่ 3-3 เครื่องปรับอากาศ Daikin FTE Series..... 50
รูปที่ 3-4 เครื่องปรับอากาศ Daikin inverter..... 50
รูปที่ 3-5 เครื่องปรับอากาศ Daikin Wide Cool..... 51
รูปที่ 3-6 เครื่องปรับอากาศ Daikin VRV II..... 51
รูปที่ 3-7 เครื่องปรับอากาศ Daikin VRV II-S..... 51
รูปที่ 3-8 การจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบ..... 60
รูปที่ 3-9 การจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศ แบบเซลล์..... 61
รูปที่ 3-10 การจำลองสถานการณ์การประกอบชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์..... 61
รูปที่ 4-1 กราฟแสดงข้อมูลความต้องการของลูกค้าของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ..... 72
รูปที่ 4-2 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์เรื่องจุดคุ้มทุน..... 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสนใจในระบบการผลิตแผนใหม่ เช่น การผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing)และการผลิตแบบทันเวลา (Just in time) ได้แพร่ไปทั่วโลก ถึงแม้ว่าความคิดในระบบนี้จะมีความยอดเยี่ยม แต่เมื่อถึงคราวติดตั้งและดำเนินการผลิต ประสิทธิภาพในการดำเนินการผลิตของระบบเหล่านี้ ไม่ประสบความสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ เหตุผลส่วนหนึ่งก็คือ การวิเคราะห์ประโยชน์ตามระบบที่ใช้กันมาอยู่แบบเดิม ไม่สามารถคำนวณประโยชน์ต่างๆที่เสนอโดยระบบการผลิตแผนใหม่เหล่านี้ได้ เพราะการวิเคราะห์ประโยชน์ตามระบบเดิมเน้นประโยชน์แค่ช่วงสั้นๆ ไม่ได้วิเคราะห์ ประโยชน์ในระยะยาว รวมถึงประโยชน์ที่ไม่สามารถรวบรวมเป็นจำนวนเงินได้ รวมทั้งสภาวะเศรษฐกิจโลกที่มีการแข่งขันกันอย่างกว้างขวาง ประเทศต่างๆทั่วโลกเปิดเสรีทางการค้ามากขึ้น ผู้ประกอบการทางธุรกิจจึงต้องตื่นตัวที่จะเตรียมพร้อมรับมือกับการแข่งขันอยู่ตลอดเวลา ในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตนั้น นอกจากการแข่งขันในเรื่องคุณภาพสินค้าและประสิทธิภาพแล้ว สิ่งสำคัญอย่างยิ่งคือ เรื่องของต้นทุนการผลิต ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ต้องตระหนักในการแก้ปัญหาและปรับปรุงในองค์การ คือ การปรับปรุงต้นทุนการผลิต เพื่อให้เกิดระบบและวิธีการที่ทำให้ผู้ประกอบการมีข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตที่แท้จริงของธุรกิจตัวเอง

บัญชีต้นทุนตามกิจกรรม (ABC : Activity Based Costing) เป็นแนวความคิดหนึ่งของการวิเคราะห์ต้นทุน ซึ่งเป็นการบริหารต้นทุนที่ให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่ทำการผลิตและต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมต่างๆ ข้อมูลที่ได้มีความสำคัญต่อผู้ประกอบการ คือ ต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความถูกต้องมากขึ้น โดยสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนและการตัดสินใจในด้านต่างๆได้ เช่น การเลือกรูปแบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์ หรือการเพิ่มและยกเลิกสายการผลิตผลิตภัณฑ์ เป็นต้น โดยที่ข้อมูลต้นทุนการผลิตมีความถูกต้องมากเท่าใด ทำให้การตัดสินใจที่ผิดพลาดลดลงมากขึ้นเท่านั้น และสามารถแข่งขันกับตลาดได้ ส่งผลให้องค์กรมีความก้าวหน้าทางธุรกิจมากยิ่งขึ้น

กรณีศึกษาในปริญญานิพนธ์ครั้งนี้เป็นการประเมินต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริงของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศ โรงงานที่เข้าไปศึกษาเป็นธุรกิจขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ของโรงงานมีเครื่องปรับอากาศหลายรูปแบบทั้งเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กตามบ้านเรือน และเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ในสำนักงาน รวมทั้งมีระบบการผลิตทั้งแบบสายการประกอบและแบบเซลล์

ปัญหาสำคัญที่พบก็คือ ระบบการคำนวณต้นทุนแบบเดิมที่มีอยู่นั้น ผู้ประกอบการไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ปัญหาสำหรับในการหารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์รวมทั้งทำให้มีต้นทุนที่ต่ำได้ ซึ่งบริษัทยังขาดการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตที่แท้จริงดังกล่าว และการประเมินผลในเชิงเศรษฐศาสตร์

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศของบริษัทที่นำมาทำการคำนวณต้นทุนและใช้ศึกษาเป็นข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 5 รุ่น ได้แก่ เครื่องปรับอากาศรุ่น NEW-WALL , รุ่น SKY-AIR , รุ่น GES-VRV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่น FTE และ รุ่น GMS

นอกจากนี้ ยังมีการใช้แบบจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยในการคำนวณด้วย เนื่องจากความไม่แน่นอนของตัวแปรบางค่า ทำให้โปรแกรมที่ใช้คำนวณกันทั่วไปไม่สามารถคำนวณค่าที่ไม่แน่นอนได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินต้นทุนกิจกรรมของระบบการผลิตแบบเซลล์และระบบการผลิตแบบสายการประกอบ

1.2.2 วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตแบบเซลล์และแบบสายการประกอบ เพื่อใช้ในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับระบบการผลิต

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ปริญญานิพนธ์นี้ทำการศึกษาเฉพาะเครื่องปรับอากาศที่ทำการผลิต ในช่วง เดือน มีนาคม - มิถุนายน พ.ศ. 2549

1.3.2 เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรม (Activities-Based Costing) เทคนิคทางด้านการจำลองสถานการณ์ (Simulation) และความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์

1.3.4 ในการศึกษาจะไม่พิจารณาปัจจัยที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์หารูปแบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์ และเพื่อประโยชน์สำหรับการผลิตแบบเซลล์ในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกการจำลองสถานการณ์ ให้เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการแก้ปัญหาของระบบการผลิต ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำและประหยัดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

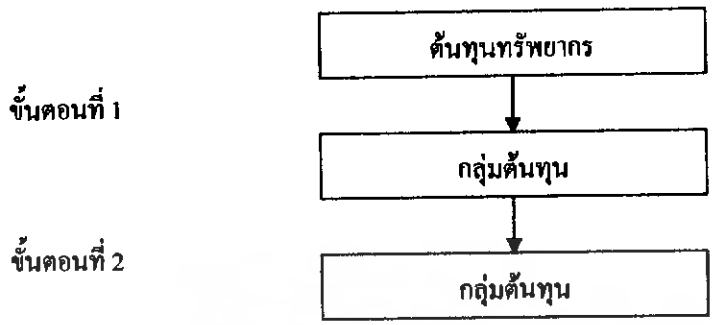
2.1 การคิดต้นทุนตามกิจกรรม (Activity Based Costing: ABC)

ที่มาของระบบการคิดต้นทุนตามกิจกรรมมีสาเหตุมาจาก ในสภาวการณ์ปัจจุบันที่มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ตลาดการค้าซึ่งได้ขยายวงกว้างออกไปในระดับโลก เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ผู้บริโภคต้องการได้สินค้าที่มีคุณภาพสูง ในระดับราคาพอสมควรส่งผลให้ผู้บริหารกิจการต้องการข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องและชัดเจนถึงผลกระทบของการตัดสินใจเกี่ยวกับส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีในการผลิตที่มีผลต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการ นักวิชาการทางด้านการบัญชีบริหารที่มีชื่อเสียงของประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น Cooper, Kaplan, Johnson และ Brimson ได้ตั้งข้อสังเกตว่าข้อมูลข่าวสารที่ผู้บริหารใช้ในการตัดสินใจมักจะได้มาจากระบบบัญชีการเงิน ซึ่งเน้นการจับคู่ค่าใช้จ่ายกับรายได้เป็นสำคัญ นอกจากนี้ระบบบัญชีต้นทุนที่ใช้อยู่ในหลายๆ กิจการก็ไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนให้ก้าวไปทันกับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการบริหารการผลิตและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ กลุ่มนักวิชาการดังกล่าวจึงได้เสนอระบบการบริหารต้นทุนแบบใหม่ที่เรียกว่าระบบ ABC เพื่อกระตุ้นให้ผู้บริหารหันมาให้ความสนสำคัญกับการบริหารกิจกรรมและการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีความถูกต้องมากขึ้น

2.1.1 ความแตกต่างระหว่างระบบ ABC กับระบบการคำนวณต้นทุนแบบเดิม

ในระบบการคิดต้นทุนแบบเดิม การปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตเข้าเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ จะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน กล่าวคือในขั้นตอนแรกค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการผลิตจะถูกปันส่วนเข้าสู่กลุ่มต้นทุนต่างๆ (Cost Pools) ตามเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งที่ผู้วางระบบเห็นว่าเหมาะสม ข้อมูลต้นทุนที่ได้ในขั้นตอนนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารในการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้รับผิดชอบกลุ่มต้นทุนนั้นๆ ในขั้นตอนที่ 2 ค่าใช้จ่ายการผลิตซึ่งสะสมอยู่ในแต่ละกลุ่มต้นทุนจะถูกปันส่วนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-1) โดยใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการผลิต เช่น การใช้ชั่วโมงเครื่องจักร ชั่วโมงแรงงานทางตรง ค่าวัตถุดิบเป็นเกณฑ์ในการปันส่วน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้วค่าใช้จ่ายการผลิตบางประเภท เช่น ค่าใช้จ่ายในการเตรียมการผลิต ค่าขนย้ายวัตถุดิบ กลับไม่ได้มีความสัมพันธ์ใดๆกับปริมาณการผลิต การใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับการผลิตเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะทำให้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

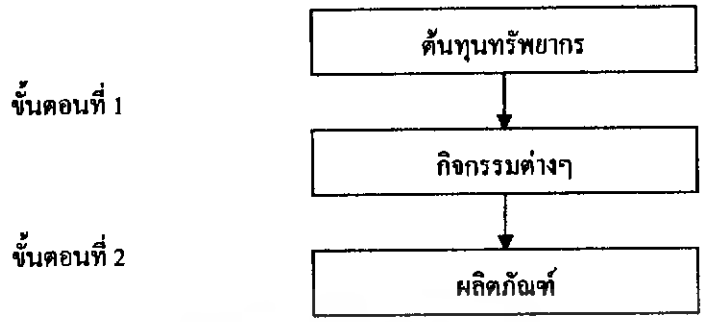


รูปที่ 2-1 แสดงวิธีการปันส่วน 2 ขั้นตอน (แบบเดิม)

ระบบ ABC จึงต่างไปจากระบบการคิดต้นทุนแบบเดิมในแง่ที่ว่าระบบ ABC เป็นแบบจำลองการใช้ทรัพยากรขององค์กรไปในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเน้นการบริหารกิจการโดยแบ่งออกเป็นกิจกรรมต่างๆ โดยที่ต้นทุนกิจกรรมต่างๆ จะมีการปันส่วนเข้าสู่ ต้นทุนการผลิต (Cost Object) ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ บริการ ลูกค้า หรือโครงการ (ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2-2) ตามปริมาณการใช้กิจกรรมของต้นทุนการผลิตนั้นๆเป็นสำคัญ นอกจากนี้ระบบ ABC ยังถือว่ากิจกรรมสนับสนุนต่างๆเกิดขึ้นก็เพื่อให้การดำเนินงานต่างๆเป็นไปได้และไม่ได้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดต้นทุนขึ้นเพื่อที่จะนำไปสู่การปันส่วนแต่อย่างใด ดังนั้นในขั้นตอนแรกของระบบ ABC จึงเป็นการปันส่วนต้นทุนตามรหัสบัญชีหรือต้นทุนตามทรัพยากร (Cost Element) เข้าสู่กิจกรรมต่างๆ ต้นทุนตามทรัพยากรใดที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเพียงกิจกรรมเดียว ก็จะระบุเข้าสู่กิจกรรมนั้นๆโดยตรง แต่ถ้าต้นทุนนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากหลายกิจกรรมรวมกัน ก็จะต้องมีการปันส่วนต้นทุนดังกล่าวเข้าเป็นต้นทุนของกิจกรรมโดยใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

ระบบ ABC จึงตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่ากิจกรรมเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดต้นทุน (Activities Cause Costs) ดังนั้นขั้นตอนแรกของการปันส่วนในระบบ ABC จึงเป็นเรื่องของการปันส่วนต้นทุนตามทรัพยากร เช่น ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์เข้าสู่กิจกรรม "การปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์" หรือค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมการผลิต (Setup Costs) เข้าสู่กิจกรรม "เตรียมการผลิต" ในกรณีที่ไม่สามารถปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตบางรายการเข้าสู่กิจกรรมต่างๆได้โดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักเกณฑ์ การทำการปันส่วนต้นทุน (Cost Mapping) ก็จะต้องเป็นไปในลักษณะที่ต้องอาศัยดุลยพินิจส่วนตัว (Arbitrary Allocation) เข้าช่วย เกณฑ์ที่ใช้ในการปันส่วนในลักษณะนี้ก็จะเรียกว่าแบบปันส่วน (Allocation Bases) แต่ถ้าหากสามารถทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายรายการนั้นๆกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้อย่างเด่นชัดหรือสามารถประมาณได้อย่างสมเหตุผล เช่น เงินเดือนพนักงาน ซึ่งอาจจะอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงานและหัวหน้างานเกี่ยวกับสัดส่วนของเวลา หรือน้ำหนักงานที่พนักงานใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ เกณฑ์ที่ใช้เป็นฐานในการปันส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆเข้าสู่กิจกรรมดังกล่าวก็จะเรียกตัวผลักดันทรัพยากร (Resource Driver)

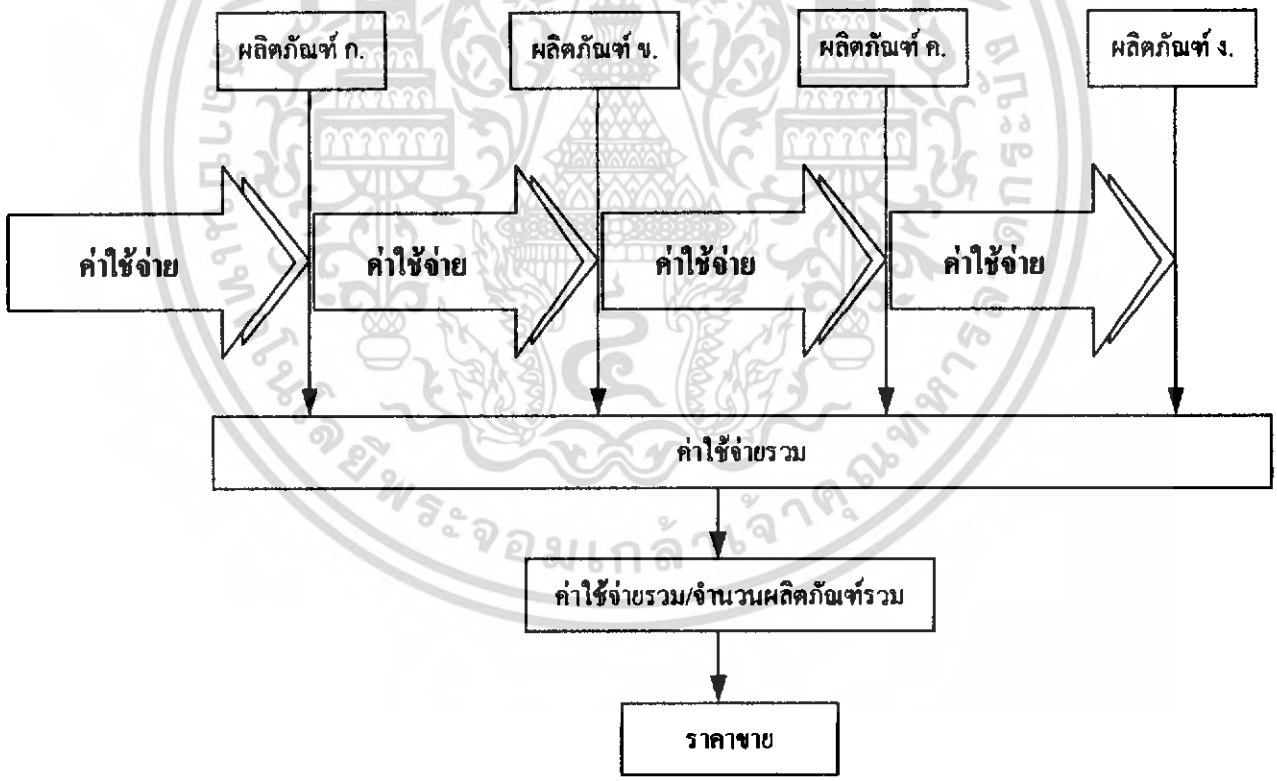
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 แสดงวิธีการปันส่วน 2 ขั้นตอน (แบบ ABC)

1. ระบบการคิดต้นทุนแบบเดิม

เป็นระบบการคิดต้นทุนที่ค่าโสหุ้ยการผลิตของทุกผลิตภัณฑ์ มารวมกัน และถูกหารเฉลี่ยด้วยปริมาณผลิตภัณฑ์ทุกชนิดรวมกัน ได้ออกเป็นต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิตต่อหน่วย

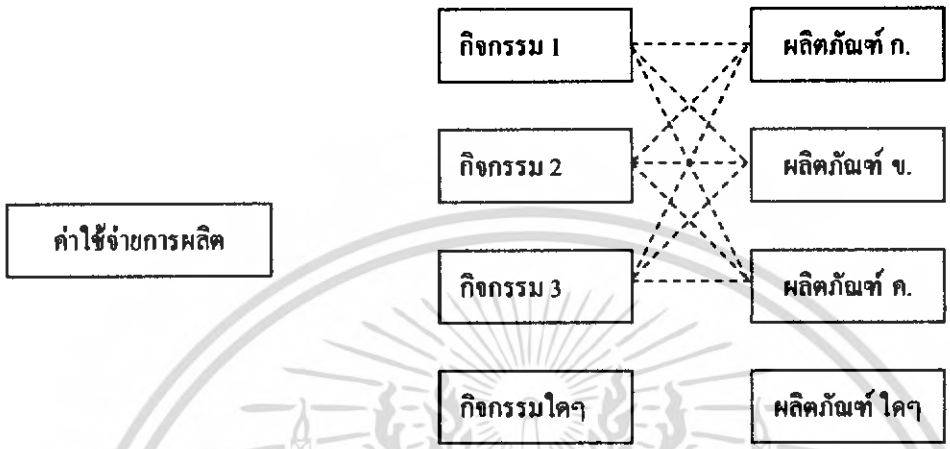


รูปที่ 2-3 แสดงการคิดต้นทุนแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคิดต้นทุนตามกิจกรรม

เป็นระบบการคิดต้นทุนที่ค่าใช้จ่ายการผลิตถูกกระจายลงไปในแต่ละกิจกรรม ในแต่ละกระบวนการทางธุรกิจ จากนั้นจึงจัดสรรให้กับผลิตภัณฑ์ตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์นั้นๆ



รูปที่ 2-4 แสดงการคิดต้นทุนตามกิจกรรม

3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยระหว่างระบบการคิดต้นทุนแบบเดิมกับระบบการคิดต้นทุนตามกิจกรรม

1) ระบบการคิดต้นทุนแบบเดิม

ข้อดี

- คำนวณง่าย และรวดเร็ว
- อาศัยข้อมูลต่างๆ ไม่ซับซ้อน
- เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดและถูกต้องน้อย

ข้อด้อย

- ระบบไม่ได้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาดในการตั้งราคาและการตลาด
- ทำให้ยากต่อการติดตามวิเคราะห์จุดที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนขึ้นในแต่ละผลิตภัณฑ์
- ทำให้ยากในการวางแผนการลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิตได้อย่างตรงจุด
- ผู้บริหารไม่สามารถใช้ประโยชน์ข้อมูลที่ได้อย่างเต็มที่ในการวางแผนและตัดสินใจ

2) การคิดต้นทุนตามกิจกรรม

ข้อดี

- ระบบสะท้อนต้นทุนที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดแม่นยำ เพื่อการตั้งราคา และบริหารการตลาด
- ใช้ในการติดตามวิเคราะห์จุดที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนขึ้นในแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อการวางแผนการลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิตได้อย่างตรงจุด
- ผู้บริหารสามารถใช้ประโยชน์ข้อมูลที่ได้อย่างเต็มที่ในการวางแผน กลยุทธ์และตัดสินใจต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อด้อย

- จำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่าระบบการคิดต้นทุนแบบดั้งเดิม

ระบบ ABC จึงตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่ากิจกรรมเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดต้นทุน (Activities cause costs) ดังนั้น ขั้นตอนแรกของการปันส่วนในระบบ ABC จึงเป็นเรื่องของการปันส่วนต้นทุนตามทรัพยากร (Cost Element) เช่น ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์เข้าสู่กิจกรรม "การปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์" หรือค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมการผลิต (Setup Costs) เข้าสู่กิจกรรม "เตรียมการผลิต" ในกรณีที่ไม่สามารถปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตบางรายการเข้าสู่กิจกรรมต่างๆได้โดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักเกณฑ์ การทำการปันส่วนต้นทุน (Cost Mapping) ก็จะต้องเป็นไปในลักษณะที่ต้องอาศัยดุลยพินิจส่วนตัว (Arbitrary Allocation) เข้าช่วย เกณฑ์ที่ใช้ในการปันส่วนในลักษณะนี้ก็จะเรียกว่าฐานปันส่วน (Allocation Bases) แต่ถ้าหากสามารถทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายรายการนั้น ๆ กับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้อย่างเด่นชัด หรือสามารถประมาณได้อย่างสมเหตุผล เช่น เงินเดือนพนักงาน ซึ่งอาจจะอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงานละหัวหน้างานเกี่ยวกับสัดส่วนของเวลา หรือน้ำหนักงานที่พนักงานใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ เกณฑ์ที่ใช้เป็นฐานในการปันส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆเข้าสู่กิจกรรมดังกล่าวก็จะเรียกว่าตัวผลักดันทรัพยากร (Resource Driver)

นอกจากนี้ระบบ ABC ยังมีสมมติฐานว่าผลิตภัณฑ์ (หรือบริการ ลูกค้า โครงการ) เป็นสิ่งที่ใช้กิจกรรมต่างๆ อีกทีหนึ่ง ดังนั้นขั้นตอนที่ 2 ของระบบ ABC จึงเป็นเรื่องของการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมต่างๆ เข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องโดยใช้อัตราต้นทุนกิจกรรมต่อหน่วยของตัวผลักดัน (Cost per Driver) เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์หรือต้นทุนการผลิต(Cost Objective)แต่ละชนิดใช้กิจกรรมต่างๆในสัดส่วนที่มากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น ในขั้นตอนที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนแบบของผลิตภัณฑ์หรือค่าใช้จ่ายในการเตรียมการผลิตก็จะปันส่วนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดโดยใช้จำนวนครั้งของการปรับเปลี่ยนงานวิศวกรรมหรือจำนวนครั้งการเตรียมการผลิตเป็นเกณฑ์ในการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ ผ่านไปตามกิจกรรมดังกล่าว การปันส่วนในลักษณะนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับเปลี่ยนงานวิศวกรรมบ่อยครั้งหรือมีการเตรียมการผลิตบ่อยครั้งตั้งรับภาระค่าใช้จ่ายวิศวกรรมหรือ ค่าใช้จ่ายในการเตรียมการผลิตไปมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนน้อยกว่าหรือได้มีการพัฒนามาจนกระทั่งใกล้ถึงจุดอิ่มตัวซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแทบไม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบหรือพัฒนากระบวนการผลิตอีกต่อไป

แม้ว่าการปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตหรือค่าใช้จ่ายต่างๆในการดำเนินงานในระบบ ABC จะไม่แตกต่างไปจากการปันส่วนในระบบการคิดต้นทุนแบบเดิมเท่าไรนัก เนื่องจากประกอบด้วย 2 ขั้นตอนเหมือนกัน แต่ระบบทั้งสองก็มีความแตกต่างกันในแง่ที่ว่าระบบ ABC ต้นทุนตามทรัพยากร (Cost Element) จะปันส่วนเข้าสู่กลุ่มต้นทุนกิจกรรมต่างๆ (Activity Cost Pools) เป็นลำดับแรก ไม่ใช่ปันส่วนเข้าสู่กลุ่มต้นทุนต่างๆ (Cost Pools) ดังเช่นระบบการคิดต้นทุนแบบเดิม นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 2 ก็จะต้องทำการระบุตัวผลักดันต้นทุนจะมีมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับจำนวนกิจกรรมที่ระบุขึ้นเป็นสำคัญ และเมื่อคูณต้นทุนของตัวผลักดัน (Cost Driver Rate) ด้วยปริมาณของตัวผลักดันกิจกรรมที่แต่ละผลิตภัณฑ์ใช้ไปในแต่ละกิจกรรมและรวมผลคูณที่ได้เข้าด้วยกัน ก็จะได้ค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าแต่ละชนิด และเมื่อนำต้นทุนที่ได้ไปรวมกับต้นทุนทางตรงอื่นๆของสินค้านั้นๆ (ค่าวัตถุดิบและค่าแรงทางตรง) ก็จะได้ต้นทุนรวมของสินค้าในที่สุด

การกำหนดกลุ่มต้นทุนในรูปกลุ่มต้นทุนกิจกรรมและใช้ตัวผลักดันกิจกรรมที่สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายการผลิตกับตัวผลิตภัณฑ์ (เช่นจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงของการปรับเปลี่ยนแบบผลิตภัณฑ์ จำนวนชั่วโมงของการเตรียมการผลิต) นอกจากจะช่วยให้การคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้นแล้ว ยังให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารในการตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่จะได้รับและการประกอบกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับการตั้งราคาผลิตภัณฑ์การแนะนำ ผลิตภัณฑ์ใหม่ การยกเลิกผลิตภัณฑ์ (หรือบริการ) การกำหนดปริมาณการผลิต การจัดจำหน่ายและการตลาด วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน การตัดทอนกิจกรรมบางประเภทที่มีต้นทุนสูง และทดแทนด้วยกิจกรรมที่มีต้นทุนต่ำกว่าการปรับเปลี่ยนกระบวนการทางธุรกิจเสียใหม่เพื่อลดลดความสูญเปล่าหรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มค่าให้เหลือน้อยสุด หรือหมดไป ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อลดกิจกรรมบางประเภทลง

ระบบ ABC จึงเป็นระบบการบริหารต้นทุนซึ่งเชื่อมโยงข้อมูลต้นทุนกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารในการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารงาน โดยการระบุต้นทุนทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้ไปในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนเชื่อมโยงต้นทุนกิจกรรมเข้ากับตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือลูกค้าที่ใช้กิจกรรมนั้นๆโดยตรง ในขณะที่ระบุการคิดต้นทุนแบบเดิมจะเน้นตัวผลิตภัณฑ์และประมาณการผลิตและใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการผลิตเป็นเกณฑ์สำคัญในการปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อการกำหนดมูลค่าสินค้าคงเหลือและต้นทุนขายเป็นสำคัญ

2.1.2 การจัดลำดับกิจกรรม

ระบบ ABC แบ่งกิจกรรมในการผลิต (การดำเนินงาน) ออกเป็น 4 ลำดับชั้น ดังนี้

1. Unit - Level Activity หมายถึง กิจกรรมที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละหน่วยผลิต สำหรับกิจกรรมในระดับนี้จำนวนครั้งที่ทำกิจกรรม (เช่น จำนวนหลุมที่ขุดเจาะ ปริมาณหน้าดินที่ทำการปรับโดยใช้เครื่องจักร จำนวนชิ้นส่วนทุกๆหน่วยที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรปริมาณวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิต) จะผันแปรโดยตรงกับปริมาณการผลิตหรือยอดขาย

2. Batch - Level Activity หมายถึง กิจกรรมที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละแบท (Batch) ของการผลิตหรือการให้บริการ สำหรับกิจกรรมในระดับนี้ จำนวนครั้งที่ทำกิจกรรม (เช่น จำนวนครั้งของการเตรียมการผลิต จำนวนครั้งของการขนย้ายวัตถุดิบเข้าโรงงาน จำนวนครั้งของการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน (เฉพาะหน่วยแรกและหน่วยสุดท้าย) จำนวนครั้งของการสั่งซื้อชิ้นส่วน จะผันแปรโดยตรงกับจำนวนแบท (Batch) และไม่ได้มีความสัมพันธ์ใดๆกับจำนวนหน่วยในแต่ละแบท ต้นทุนกิจกรรมดังกล่าวจะสามารถระบุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้โดยตรงเช่นเดียวกับต้นทุนกิจกรรมในระดับยูนิท (Unit)

3. Product – Sustaining Activity หมายถึงกิจกรรมที่ทำโดยรวมโดยมีเครือข่ายความสัมพันธ์กันเพื่อให้การผลิตทันต่อเวลาและสามารถขายสินค้าแต่ละชนิดได้ กิจกรรมในลำดับชั้นนี้จะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆกับปริมาณการผลิตหรือจำนวนแบทแต่จะเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับการผลิตและการขายสินค้ารูปแบบนั้นๆโดยเฉพาะ ต้นทุนในระดับนี้จะเพิ่มมากขึ้นตามความหลากหลายของประเภทผลิตภัณฑ์ (ตัวอย่างเช่น โรงงานที่ 2 ในตัวอย่างข้างต้นผลิตปากกาหลากหลายชนิดย่อมต้องใช้กิจกรรมสนับสนุน (Product-Sustaining Activity) มากกว่าโรงงานที่ 1 ซึ่งผลิตปากกาเพียงชนิดเดียว กิจกรรมในลำดับชั้นนี้จึงได้แก่ การควบคุมงาน การจัดทำใบเบิกวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงแบบผลิตภัณฑ์ การตรวจสอบคุณภาพสินค้า การตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร การซ่อมบำรุงเครื่องจักร เป็นต้น กิจกรรมดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นได้ แม้ว่าการผลิตขายสินค้านั้นๆและยังไม่เกิดขึ้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Facility – Sustaining Activity หมายถึง กิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยรวมเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปได้ กิจกรรมประเภทนี้จะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆกับจำนวนหน่วยผลิต จำนวนแบท (Batch) หรือความหลากหลายของประเภทหรือส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น การให้แสงสว่างในโรงงาน การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในโรงงาน การจัดยามรักษาความปลอดภัยโรงงาน การเสื่อมค่าของโรงงาน การบริหารโรงงาน การตกแต่งสวนบริเวณรอบโรงงาน ต้นทุนของกิจกรรมในลำดับนี้จึงมีลักษณะเป็นต้นทุนรวม (Common Cost) ซึ่งไม่สามารถระบุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์หรือบริการได้โดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักเกณฑ์ การปันส่วนจึงเป็นไปในลักษณะที่ต้องใช้ดุลยพินิจส่วนตัวเข้าช่วย นอกจากนี้กิจกรรมในระดับ Facility – Sustaining Activity ยังสามารถจัดจำแนกต่อไปได้อีก โดยเปลี่ยนจากการมองเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เป็นแต่ละชนิดไปสู่กลุ่มผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้กิจกรรมในระดับนี้สามารถจัดจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- Product-Line Sustaining Activities หมายถึง กิจกรรมที่ทำโดยรวมเพื่อให้ผลิตและขายแต่ละสายผลิตภัณฑ์ (Product Line) ได้ เช่น การสร้างต้นแบบ

- กิจกรรมที่ไม่ระบุได้โดยเด่นชัดว่าเป็นของสายผลิตภัณฑ์ใด

การวิเคราะห์เพิ่มเติมในลักษณะเช่นนี้ จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายการผลิตกับสายการผลิตต่างๆได้ดียิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าชื่อของกิจกรรมไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่ากิจกรรมนั้นๆจะจัดเป็นกิจกรรมในลำดับใดเสมอไป ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนจะจัดเป็นกิจกรรมในลำดับใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับการตรวจสอบคุณภาพว่าทำบ่อยครั้งเพียงใด ทำไมจึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ และการตรวจสอบคุณภาพมีวิธีการอย่างไร หากการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนทำเฉพาะหน่วยแรกและหน่วยสุดท้าย ก็จะจัดการตรวจสอบนั้นเป็นกิจกรรมในระดับแบทแต่ถ้าหากการตรวจสอบคุณภาพทำทุกๆหน่วย ก็จะจัดเป็นกิจกรรมในระดับยูนิท (Unit) เป็นต้น

2.1.3 การคำนวณต้นทุนกิจกรรม (วิธีต้นทุนรวม)

ระบบ ABC ที่อ้างอิงถึงในบทความส่วนใหญ่ที่ตีพิมพ์ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีต้นทุนรวม (Full-Absorption) ตามวิธีนี้ต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยการคิดต้นทุนกิจกรรมในระดับ Batch - Level Activity, Product – Sustaining Activity และ Facility – Sustaining Activity ด้วยปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และเมื่อนำต้นทุนที่ได้ไปรวมกับต้นทุนกิจกรรมในระดับยูนิท (Unit) ต่อหน่วย ก็จะได้ต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนที่คำนวณในลักษณะดังกล่าวอาจจะมีจำนวนแตกต่างไปจากต้นทุนต่อหน่วยที่คำนวณขึ้นในระบบการคิดต้นทุนแบบเดิม ทั้งนี้เป็นผลจากการที่ระบบ ABC จะใช้ตัวผลักดันต้นทุนที่แตกต่างกันไปในแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ ระบบ ABC จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และจำแนกกิจกรรมเป็นเกณฑ์ในการระบุต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ในลักษณะนี้จะคำนึงถึงกิจกรรมการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

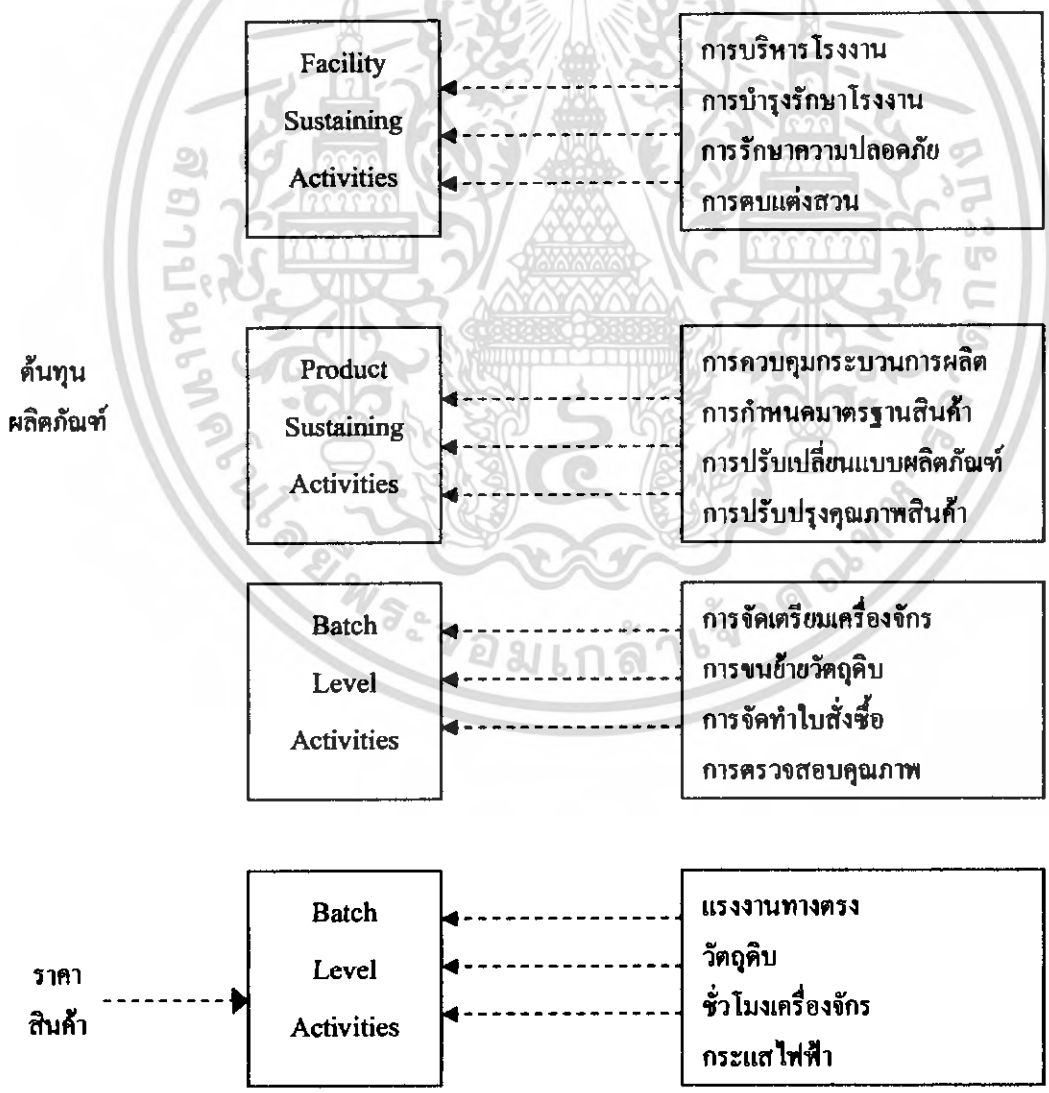
2.1.4 การปิดเผยของข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์

นอกจากการระบุต้นทุนกิจกรรมดังที่ได้อธิบายแล้วข้างต้น การระบุต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ สามารถมองได้ในอีกลักษณะหนึ่งว่าเป็นการเชื่อมถูกศรระหว่างกิจกรรมในลำดับชั้นต่างๆ การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยในลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดความเข้าใจผิดได้ว่าต้นทุนของกิจกรรมทั้งหมดเป็นต้นทุนผันแปร ซึ่งจะทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยที่คำนวณขึ้นบิดเบือนไปจากความจริง ในความเป็นจริงแล้วกิจการสามารถที่จะลดต้นทุนกิจกรรมในระดับแบทลงได้โดยการลดจำนวนแบทที่ใช้ลง (หรือโดยการดำเนินกิจกรรมต่างๆให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น) ไม่ใช่ลดแต่ปริมาณการผลิตลงเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยที่คำนวณขึ้นในระบบ ABC ยังบิดเบือนไปจากความเป็นจริงได้ หากมีการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมในระดับ Facility – Sustaining Activity เข้าสู่ผลิตภัณฑ์ จะไม่ทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยบิดเบือน เพราะต้นทุน (รวม) ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดก็ยังคงมียอดรวมเท่าเดิม

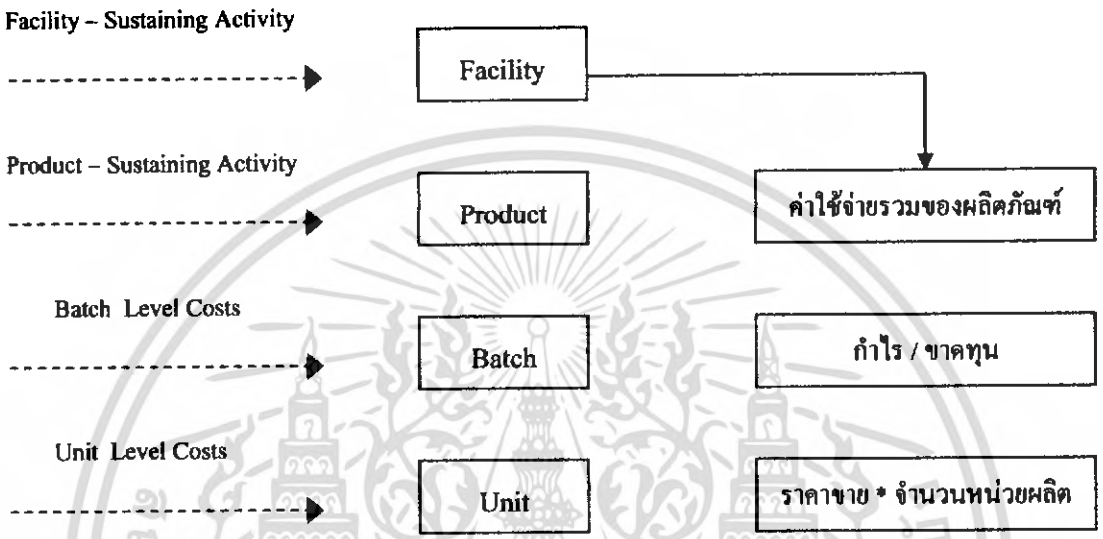
จากทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าจะมีเพียงต้นทุนกิจกรรมในระดับ Facility – Sustaining Activity เท่านั้นที่ระบบ ABC ยังไม่สามารถระบุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้โดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักเกณฑ์อย่างเช่นต้นทุนกิจกรรมใน 3 ลำดับแรก การปันส่วนต้นทุนดังกล่าวเข้าสู่ผลิตภัณฑ์จึงเป็นไปในลักษณะที่ต้องใช้ดุลยพินิจส่วนตัวเข้าช่วยด้วยเหตุนี้จึงมีผู้เสนอแนะว่ากิจการไม่ควรจะระบุต้นทุนกิจกรรมในระดับนี้เข้าเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์แต่อย่างใดและเมื่อย้อนกลับไปในรูปที่ 2-5 การเชื่อมโยงลูกศรจึงควรเป็นไปในลักษณะย้อนศรขึ้น



รูปที่ 2-5 แสดงแบบจำลอง ABC และลำดับกิจกรรมในระบบ ABC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการปันส่วนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก็ควรจะจำกัดอยู่แต่เฉพาะต้นทุนกิจกรรมในระดับ ยูนิท (Unit) แบท (Batch) และผลิตภัณฑ์ (Product) เท่านั้น ส่วนต้นทุนอื่นๆที่นอกเหนือไปจากนี้ก็ไม่ควรที่จะต้องมีการปันส่วนโดยใช้ดุลยพินิจ ส่วนตัวกันอีกต่อไปสำหรับบางกิจกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้นำเอาระบบ ABC ไปใช้จะคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีต้นทุนรวมและลดการบิดเบือนของต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยโดยคำนวณต้นทุน ผลิตภัณฑ์แยกตามกิจกรรมต่างๆ ดังที่ปรากฏในรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 แสดงความสามารถในการทำกำไรของผลิตภัณฑ์ตามแนวคิด ABC

2.1.5 ตัวผลักดันกิจกรรม (Activity Driver)

ตัวผลักดันกิจกรรม (Activity Driver) คือเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมที่สะสมไว้ในแต่ละกลุ่มต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือต้นทุนการผลิตอื่นๆ กล่าวคือ เมื่อต้นทุนทรัพยากรหรือต้นทุนตามผังบัญชีได้มีการระบุเข้าสู่แต่ละกลุ่มต้นทุนกิจกรรมแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมที่สะสมอยู่ในแต่ละกลุ่มต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์หรือบริการ ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

- การปันส่วนทางตรง (Direct Charging) ในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปมักเกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลาย การปันส่วนต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องจึงเป็นเรื่องยาก จะมีแต่เฉพาะค่าวัตถุดิบ และค่าแรงทางตรงเท่านั้นที่จะสามารถระบุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง สำหรับกิจการที่มีบริการต่างๆในลักษณะเดียวกัน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับกิจกรรมที่มีบริการเพียงไม่กี่ชนิด การปันส่วนทางตรงอาจเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า ตัวอย่างเช่น ธุรกิจประกันภัยอาจกำหนดให้แต่ละแผนกทำการขายประกันภัยเป็นแต่ละชนิดไป ในกรณีเช่นนี้ต้นทุนกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนกจะสามารถปันส่วนเข้าสู่บริการของแผนกนั้น ๆ ได้โดยตรง

- การปันส่วนโดยอาศัยดุลยพินิจเข้าช่วย (Arbitrary Allocation) เป็นวิธีที่ตรงกันข้ามกับวิธีแรก การปันส่วนวิธีนี้มักจบลงด้วยการใช้ตัวผลักดันกิจกรรมที่อาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์ใดๆกับการใช้กิจกรรมของผลิตภัณฑ์หรือบริการจึงเป็นวิธีที่ง่ายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแต่ไม่ได้คำนึงถึงกิจกรรมที่อยู่เบื้องหลังการผลิตสินค้าหรือบริการแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การปันส่วนโดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักการ (Estimation) วิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคทางสถิติเข้าช่วย เช่น การวิเคราะห์การถดถอยหรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Regression Analysis) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นเหตุผลระหว่างต้นทุนกิจกรรมกับตัวผลักดันกิจกรรมที่เลือกมานั้น (Causal Relationship) วิธีนี้จะมีต้นทุนต่ำกว่าวิธีการปันส่วนทางตรง และคนนำไปใช้มากกว่าวิธีการปันส่วนโดยอาศัยดุลยพินิจเข้าช่วย เนื่องจากในทางปฏิบัติความสัมพันธ์ระหว่างตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการกับกิจกรรมต่าง ๆ อาจมีเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นที่ผู้วางระบบจะต้องเลือกตัวผลักดันกิจกรรมมาใช้เท่าที่จำเป็นเพื่อให้มีค่าจ่ายในการวัดตัวผลักดันต่ำสุดตัวอย่างเช่นการจัดทำคำสั่งผลิตการจัดตารางการผลิต การทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนหน่วยแรก การขนย้ายวัตถุดิบ กิจกรรมเหล่านี้สามารถที่จะนำมายุบเป็นกิจกรรมเดียวกันและใช้ตัวผลักดันกิจกรรมร่วมกัน เช่น การใช้จำนวนการผลิต (Production Runs) หรือจำนวนล็อต (Lot) ของวัตถุดิบเป็นตัวผลักดันกิจกรรม เป็นต้น ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์จะมีความถูกต้องและสอดคล้องกับกระบวนการผลิตมากน้อยเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับตัวผลักดันกิจกรรมที่เลือกมาใช้มีความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกับกิจกรรมนั้นๆ มากน้อยเพียงใด

นอกจากประเด็นข้างต้น แต่ละกิจกรรมที่กำหนดขึ้นอาจมีตัวผลักดันกิจกรรมที่เป็นไปได้หลายชนิดตัวอย่างเช่นผู้วางระบบอาจเลือกใช้จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการเตรียมการผลิตหรือจำนวนครั้งของการเตรียมผลิตเป็นตัวผลักดันต้นทุนกิจกรรมการเตรียมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่ใช้จำนวนครั้งของการเตรียมการผลิตเป็นตัวผลักดันกิจกรรมสมมุติฐาน ก็คือ การเตรียมการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละครั้งจะใช้ทรัพยากรในปริมาณใกล้เคียงกัน จึงมีผู้เรียกตัวผลักดันกิจกรรมชนิดนี้ว่าตัวผลักดันที่อิงอยู่กับจำนวนครั้งของการประกอบกิจกรรม (Transaction Driver) ซึ่งจะต้องอาศัยการวัดจำนวนครั้งของการประกอบกิจกรรมนั้น ๆ ตัวผลักดันกิจกรรมชนิดนี้ควรนำมาใช้เมื่อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดใช้กิจกรรมในแต่ละครั้งที่ปฏิบัติกิจกรรมในสัดส่วนใกล้เคียงกัน เช่น ใช้เวลาและความพยายามเท่าๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตหรือในการจัดทำใบสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละใบ ในทางตรงกันข้ามหากใช้จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการเตรียมการผลิตเป็นตัวผลักดันกิจกรรม สมมติฐานก็คือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะใช้กิจกรรมในปริมาณแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการเตรียมการผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆ จึงมีผู้เรียกตัวผลักดันกิจกรรมเหล่านี้ว่าตัวผลักดันที่อิงอยู่กับปริมาณเวลา (Duration Driver) ซึ่งจะต้องอาศัยการวัดสัดส่วนเวลา ที่ใช้ไปในการประกอบกิจกรรมแต่ละชนิดโดยแยกเป็นรายผลิตภัณฑ์ ตัวผลักดันชนิดนี้ควรนำมาใช้ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดใช้กิจกรรมในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

1. ความสำคัญของตัวผลักดันกิจกรรม

จากขั้นตอนทั้งหมดที่ได้กล่าวมา ขั้นตอนที่จะส่งผลกระทบต่อองค์กรมากที่สุดเมื่อมีการเคลื่อนเข้าสู่ระบบ ABC ก็คือการวิเคราะห์และการระบุตัวผลักดันกิจกรรมในการเลือกตัวผลักดันกิจกรรม ผู้วางระบบควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- จะใช้ตัวผลักดันกิจกรรมมากน้อยเพียงใด
- จะใช้ตัวผลักดันกิจกรรมชนิดใดบ้าง

ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ขึ้นต่อกันในแง่ที่ว่าชนิดของตัวผลักดันกิจกรรมที่เลือกมาใช้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อจำนวนตัวผลักดันที่จะเลือกมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีความถูกต้องในระดับที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ทุกครั้งที่มีการผลิตแบท (Batch) ใหม่ในแผนกตัดโลหะอาจจะมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- เบิกเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จากห้องเก็บเครื่องมือ
- นำเครื่องมือต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกันและตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน (Feeds) และความเร็วของเครื่องจักร
- ขนย้ายชิ้นส่วนจากคลังสินค้าไปยังสายการผลิต
- ทดสอบชิ้นส่วนหน่วยแรกและจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตภัณฑ์แต่ละแบท (Batch)

แม้ว่าการเตรียมการผลิตจะมีการซับซ้อนเช่นนี้ แต่ระบบ ABC ที่มีการออกแบบมาอย่างดีอาจใช้ตัวผลักดันกิจกรรมเพียงไม่กี่ชนิดเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆที่ขึ้นในการเตรียมการผลิตเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เช่น อาจใช้จำนวนครั้งของการเตรียมการผลิตหรือระยะทางที่ใช้ในการขนย้ายชิ้นส่วนเป็นตัวผลักดันต้นทุนกิจกรรมย่อยต่าง ๆ ข้างต้นเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามการใช้ตัวผลักดันกิจกรรมเพียงไม่กี่ชนิดเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์อาจทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์บิดเบือนจากความเป็นจริงได้ ดังนั้นปัญหาสำคัญของการวางระบบ ABC ก็คือจะวางระบบอย่างไรที่จะก่อให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ในขณะเดียวกันก็ให้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่ไม่บิดเบือนไปจากความเป็นจริงมากนัก

2. ลักษณะของตัวผลักดันกิจกรรม

ระบบ ABC แตกต่างไปจากระบบการคิดต้นทุนแบบเดิมในแง่ของฐานปันส่วนที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิต กล่าวคือระบบการคิดต้นทุนแบบเดิมมักจะใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการผลิต เช่น การใช้ชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตในขณะที่ระบบABCจะใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้กิจกรรมของสินค้าแต่ละชนิดเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนซึ่งได้แก่

1.ตัวผลักดันกิจกรรในระดับแบทโดยสมมติฐานว่าต้นทุนกิจกรรมในระดับแบทจะผันแปรโดยตรงกับจำนวนแบทและไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ กับจำนวนหน่วยในแต่ละแบท

2.ตัวผลักดันกิจกรรมในระดับผลิตภัณฑ์ โดยสมมติฐานว่าต้นทุนกิจกรรมในระดับผลิตภัณฑ์จะเพิ่มมากขึ้นตามความหลากหลายของสินค้าและไม่มีความสัมพันธ์ใดๆกับจำนวนหน่วยผลิตหรือจำนวนแบท (Batch) ของสินค้า

ระบบ ABC ที่สมบูรณ์แบบจะใช้ตัวผลักดันกิจกรรมใน 2 ลำดับข้างต้น นอกเหนือไปจากการผลักดันกิจกรรมในระดับยูนิท (Unit) แต่เพียงอย่างเดียวเป็นฐานในการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ข้อมูลต้นทุนกิจกรรมที่คำนวณขึ้นยังถือเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับผู้บริหารที่จะใช้ในการควบคุมและลดต้นทุนของกิจการโดยอาศัยการวิเคราะห์และระบุกิจกรรมเป็นลำดับชั้น (Activity Hierarch) การวิเคราะห์และระบุกิจกรรมในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถทราบพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงต้นทุนของกิจกรรมนั้นๆได้ดีขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดตัวผลักดันต้นทุนที่จะใช้เป็นฐานในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ต่อไป ตัวอย่างเช่นในระบบ ABC ที่สมบูรณ์แบบจะใช้ตัวผลักดันต้นทุนกิจกรรมในระดับแบท (Batch) เช่น จำนวนครั้งของการเตรียมการผลิตเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมในระดับแบทและใช้ตัวผลักดันต้นทุนกิจกรรมในระดับผลิตภัณฑ์ เช่น จำนวนครั้งของการจัดทำใบเบิกวัตถุดิบเป็นเกณฑ์ในการระบุต้นทุนในการจัดทำใบเบิกวัตถุดิบเข้าสู่ผลิตภัณฑ์

การจัดการกับตัวผลักดันต้นทุนให้ได้ก่อนที่จะลงมือพัฒนากิจกรรมต่างๆต่อไปจึงเป็นวิธีที่ได้ผลที่สุดในการขจัดต้นทุนที่ไม่เพิ่มค่ากิจการ ไม่ควรเสียเวลาไปในการปฏิบัติกิจกรรมบางอย่างซึ่งไม่น่าจะปล่อยให้ปฏิบัติมาตั้งแต่แรก การจัดการกับตัวผลักดันต้นทุนจะช่วยให้สามารถขจัดหรือลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มค่าลงโดยปริยาย ซึ่งการจะกำหนดตัวผลักดันต้นทุนได้อย่างเหมาะสมนั้น ควรจะต้องจัดให้มีการฝึกปฏิบัติการขึ้นในหมู่ผู้เชี่ยวชาญในหน้าที่งานด้านต่างๆจากทุกๆฝ่ายในองค์กรเพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยเกี่ยวกับความสลับซับซ้อนในด้านต่างๆที่อยู่เบื้องหลังการเกิดต้นทุนกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จำนวนตัวผลักดันกิจกรรมขั้นต่ำสุดที่ควรใช้

จำนวนตัวผลักดันกิจกรรมขั้นต่ำสุด ที่ผู้วางระบบจะนำมาใช้ จะขึ้นอยู่กับระดับของความถูกต้องของข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่ผู้วางระบบต้องการและความซับซ้อนของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ความถูกต้องของข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีบทบาทสำคัญในแง่ที่ว่ายิ่งใช้ตัวผลักดันกิจกรรมเป็นจำนวนมากขึ้นเท่าไรความถูกต้องของต้นทุน ผลิตภัณฑ์ก็ย่อมมีมากขึ้นเท่านั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือยิ่งต้องการให้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความถูกต้องมากขึ้นเท่าไร ก็จำเป็นต้องเพิ่มตัวผลักดันกิจกรรมให้มากขึ้นเท่านั้น ความซับซ้อนของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์จะมีบทบาทในแง่ของการตัดสินใจว่าต้นทุนของกิจกรรมย่อยต่างๆ จะสามารถนำมารวมกันได้หรือไม่ โดยไม่ทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์บิดเบือนไปในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ การตัดสินใจว่าการใช้ตัวผลักดันกิจกรรมเพียงไม่กี่ชนิดเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมต่างๆ ที่จะนำมารวมกันจะเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่นั้น ควรจะพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (Product Diversity)
- ต้นทุนสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ที่ยุบมารวมกัน (Relative Costs)
- ความแตกต่างด้านปริมาณการผลิต (Production Diversity)

4. ปัจจัยสำคัญในการเลือกตัวผลักดันกิจกรรม

เมื่อกำหนดจำนวนตัวผลักดันกิจกรรมขั้นต่ำสุดเสร็จสิ้นผู้วางระบบจะสามารถเลือกตัวผลักดันกิจกรรมที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ ในการเลือกตัวผลักดันกิจกรรม ผู้วางระบบควรจะพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการวัดตัวผลักดันกิจกรรม (Measurement Costs) คือการได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการกำหนด ตัวผลักดันกิจกรรมมีความยากง่ายเพียงใด
2. สหสัมพันธ์ (Correlation) นั่นคือพิจารณาว่าปริมาณการใช้กิจกรรมที่แท้จริง (Actual Consumption of the Activity) มีสหสัมพันธ์กับปริมาณการใช้กิจกรรมที่แฝงอยู่ในตัวผลักดันกิจกรรมที่เลือกมากน้อยเพียงใด
3. ผลกระทบเชิงพฤติกรรม (Behavioral Effects) นั่นคือตัวผลักดันกิจกรรมที่เลือกมาทำให้พฤติกรรมของพนักงานเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

2.1.6 มาตรการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำกำไร

แม้ว่าระบบ ABC จะให้ข้อมูลที่ชัดเจนเพียงพอแก่ผู้บริหารถึงแนวทางในการบริหารการใช้ทรัพยากรและการใช้จ่ายของกิจการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานตลอดจนลดความสูญเปล่าของกิจกรรมต่างๆ ผู้บริหารควรจะตระหนักด้วยว่าจะต้องไม่ใช้ข้อมูลต้นทุนที่ได้จากระบบ ABC ไปในการตัดสินใจปิดโรงงานหรือยกเลิกผลิตภัณฑ์อย่างไร้เหตุผล ด้วยเหตุผลเพียงว่า การวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไรบ่งชี้ได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีความสามารถในการทำกำไรค่อนข้างต่ำ ในทางกลับกันข้อมูลที่ได้จากระบบ ABC ควรกระตุ้นให้ผู้บริหารดำเนินการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำกำไร โดยใช้มาตรการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เมื่อสภาวการณ์ทางการตลาดเอื้ออำนวย ผู้บริหารก็ควรจะทำการปรับราคาผลิตภัณฑ์เสียใหม่เพื่อให้รายได้และค่าใช้จ่ายสัมพันธ์กัน ซึ่งถือว่าเป็นมาตรการที่ง่ายที่สุดเพราะจะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในองค์กรขึ้นในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้บริหารควรจะปรับเปลี่ยนส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หรือส่วนผสมของลูกค้าเสียใหม่ เพื่อลดความต้องการใช้ทรัพยากรบางส่วนลงโดยออกแบบผลิตภัณฑ์เสียใหม่เพื่อลดการใช้ชิ้นส่วนบางประเภทลง หรือใช้ชิ้นส่วนร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ให้มากขึ้น ในขณะเดียวกันการผลิตสินค้าตามคำสั่งของลูกค้าก็ควรจะชะลอออกไปสู่กระบวนการผลิตสุดท้ายให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ นอกจากนี้ควรจะได้มีการกำหนดขนาดของการสั่งซื้อขั้นต่ำสุดตลอดจนจูงใจให้ลูกค้าหันมาให้ความสนใจกับสินค้ามาตรฐานที่กิจการผลิตอยู่แล้วมากขึ้น รวมทั้งลดการผลิตสินค้าที่ไม่ทำกำไรหรือลดการขายสินค้าให้แก่ลูกค้าที่ไม่ทำกำไรให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อที่ในที่สุดกิจการก็จะสามารถมุ่งเน้นไปที่การผลิตสินค้ามาตรฐานในปริมาณมากได้มากขึ้น โดยที่การผลิตสินค้าในปริมาณน้อยตามคำสั่งของลูกค้าแต่ละรายก็จะไม่เป็นอุปสรรคอีกต่อไป

2.1.7 ความจำเป็นในการพัฒนาระบบ ABC

ในความเป็นจริงแล้ว ABC ไม่ใช่ระบบบัญชี หากแต่เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าใจถึงพฤติกรรมของต้นทุนที่เกิดขึ้นภายในองค์กร ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กรและการตัดสินใจที่เชื่อมโยงกับกลยุทธ์มากขึ้น ความจำเป็นในการพัฒนาระบบ ABC เกิดขึ้นจากสาเหตุต่อไปนี้

1. ระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมมักให้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ ที่บิดเบือนไปจากความเป็นจริง เช่น การใช้ชั่วโมงแรงงานทางตรง หรือค่าแรงทางตรงตลอดจนชั่วโมงเครื่องจักร หรือต้นทุนวัตถุดิบเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิต การปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตในลักษณะนี้ จึงเท่ากับเป็นการสมมติว่าการใช้ปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ล้วนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับเกณฑ์ในการปันส่วนที่กล่าวมา ตัวอย่างเช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดทำใบสั่งซื้อจะสูงต่ำเพียงใด อันที่จริงแล้วขึ้นอยู่กับจำนวนใบสั่งซื้อที่จัดทำขึ้น แต่ในทางปฏิบัติการปันส่วนค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเข้าสู่ผลิตภัณฑ์กลับใช้มูลค่าของวัตถุดิบที่สั่งซื้อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูงกว่าต้องรับภาระต้นทุนที่สูงเกินกว่าความเป็นจริงในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชิ้นส่วนที่มีมูลค่าต่ำกว่า (แม้ว่าการผลิตภัณฑ์ทั้งสองจะมีค่าใช้จ่ายในการจัดทำใบสั่งซื้อเท่ากัน) ต้องรับภาระต้นทุนที่ต่ำกว่าความเป็นจริง ในทางตรงกันข้ามระบบ ABC จะระบุกิจกรรมและใช้ปริมาณการใช้กิจกรรมเป็นเกณฑ์ในการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ จึงให้ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิม

2. ระบบต้นทุนแบบเดิมเน้นการจัดจำแนกค่าใช้จ่ายขององค์กร โดยแสดงบัญชีค่าใช้จ่ายที่ใช้ชื่อหน้าที่งาน (Functions) (เช่น ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม ค่าใช้จ่ายในการบันทึกข้อมูลเก็บเงิน) หรือประเภทการจ่ายเงิน (เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าล่วงเวลา) มากกว่าที่จะแสดงบัญชีค่าใช้จ่ายที่ใช้ชื่อกิจกรรม (Activity) (เช่น ค่าใช้จ่ายในการเตรียมการผลิต ค่าใช้จ่ายในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายกิจกรรมรับชำระเงินค่าไฟฟ้า) การจัดจำแนกค่าใช้จ่ายในลักษณะดังกล่าวไม่ได้ให้ข้อมูลที่ชัดเจนเพียงพอแก่ผู้บริหาร ถึงสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดต้นทุนตลอดจนไม่ช่วยผู้บริหารในการประเมินว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของแต่ละแผนกจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้ากิจกรรมของแผนกนั้นๆเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้จำนวนรายการแสดงค่าใช้จ่ายในระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมจะยึดถือตามหลักการบัญชีที่ยอมรับกันทั่วไปหรือวิธีปฏิบัติทางบัญชี สำหรับอุตสาหกรรมเฉพาะ ในขณะที่ระบบ ABC จำนวนรายการแสดงค่าใช้จ่ายจะผันแปรตามกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงและมีจำนวนที่เหมาะสมสอดคล้องกับความจำเป็นในการบริหารงาน

3.ระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมเน้นการควบคุมการปฏิบัติงานในรูปแบบของการกำหนดมาตรฐานและวิเคราะห์ผลต่างการดำเนินงาน (Variance Analysis) ตลอดจนให้ข้อมูลข่าวสารที่ไม่สอดคล้องและไม่ทันการที่ผู้บริหารจะสามารถนำ ไปใช้ในการตัดสินใจ ในขณะที่ระบบ ABC เน้นการกำหนดและการวิเคราะห์กิจกรรมที่จะช่วยให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการลดหรือขจัดกิจกรรมสูญเปล่าต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนเน้นการระบุสาเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเกิดต้นทุน (Cost Drivers) และการสร้างตัววัดผลการปฏิบัติงานเพื่อนำไปสู่การพัฒนากิจกรรมต่างๆ อย่างต่อเนื่อง การระบุกิจกรรมเพิ่มค่าและกิจกรรมไม่เพิ่มค่าถือเป็นกุญแจสำคัญจะนำไปสู่การพัฒนาขบวนการพัฒนากระบวนการต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลยิ่งขึ้น การที่ต้นทุนขององค์กรจะลดลงได้จึงไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ การจะดำรงไว้ซึ่งการพัฒนากิจกรรมต่างๆ อย่างต่อเนื่องได้อย่างยั่งยืนนั้นจึงจำเป็นที่ผู้บริหารจะหมั่นเอาใจใส่ดูแลการปฏิบัติงานของพนักงานอย่างต่อเนื่อง

4. ระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมเน้นตัววัดผลการปฏิบัติงานที่เป็นตัวเงิน เช่น อัตรากำไรขั้นต้นต่อค่าขาย อัตราผลตอบแทนจากการใช้สินทรัพย์ และตัววัดผลปฏิบัติงานอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันนี้ ในขณะที่ระบบ ABC หรือในอีกมิติหนึ่งที่จะกล่าวถึงต่อไปคือระบบการบริหารต้นทุนกิจกรรม (Activity Based Management System หรือ ABC) จะเน้นตัววัดผลการปฏิบัติงานที่สะท้อนถึงต้นทุน (Cost = What does it cost?) คุณภาพ (Quality = How well is the activity performed?) เวลาที่ใช้ในการประกอบกิจการ (Time = How much time does it take?) และความยืดหยุ่นของกิจกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ (Flexibility = How flexible is the activity with respect to change?) ระบบ ABC จึงเป็นระบบที่เชื่อมโยงตัววัดผลการปฏิบัติงานทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงินเข้าด้วยกัน จึงจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นแต่ละกิจกรรมหรือแต่ละกระบวนการหรือขององค์กรโดยรวมได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้โดยการสร้างตัววัดผลการปฏิบัติงานที่เชื่อมโยงหน่วยงานเข้ากับกิจกรรมและกระบวนการต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อันจะนำไปสู่การประเมินผลการปฏิบัติงานและการพัฒนาการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. ระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมไม่ช่วยให้ผู้บริหารมองเห็นถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร ทั้งๆ ที่ผลได้ที่เกิดจากกิจกรรมหนึ่งอาจกลายเป็นสิ่งนำเข้าของอีกกิจกรรมหนึ่ง การเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ถือเป็นสิ่งจำเป็นเพราะต้นทุนส่วนใหญ่ขององค์กรมักเกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้บริหารในช่วงแรกของวงจรผลิตภัณฑ์ การเชื่อมโยงกิจกรรมต่างๆ เข้าด้วยกันจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าใจสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมหนึ่งๆ กับกิจกรรมอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการประกอบกิจกรรมนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดต้นทุนกิจกรรมได้ในที่สุด

2.1.8 ปัจจัยที่จะช่วยให้การพัฒนาระบบ ABC ประสบความสำเร็จ

การที่ระบบ ABC จะประสบความสำเร็จต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ อย่างเข้ามาสนับสนุนซึ่งประกอบด้วยดังนี้

1. การออกแบบระบบ ABC จะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องเริ่มต้นด้วยความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในตัวผลิตภัณฑ์และบริการ และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น ๆ

2. การออกแบบและพัฒนาระบบการบริหารต้นทุน จะต้องเกิดจากรอบการตัดสินใจที่เชื่อมโยงตัวผลิตภัณฑ์และบริหารกับต้นทุนที่เกี่ยวข้อง

3. กิจกรรมที่กำหนดขึ้นในแต่ละหน่วยงานควรเป็นกิจกรรมในระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Highest Level) เพื่อสนองความต้องการในการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจของพนักงานทุกๆ ฝ่ายในองค์กร โดยพยายามหลีกเลี่ยงการกำหนดกิจกรรมที่ไม่มีสาระสำคัญหรือการกำหนดกิจกรรมซึ่งลงลึกในรายละเอียดมากจนเกินไป

4. การกำหนดตัวผลักดันกิจกรรม (Activity Driver) ควรจะมีความชัดเจนเพียงพอที่จะช่วยให้สามารถปันส่วนค่าใช้จ่ายทางอ้อมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์หรือบริการได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

5. สำหรับองค์กรขนาดใหญ่ควรจะจัดทำโครงการนำร่อง (Pilot Project) ก่อนที่จะปรับปรุงระบบและระบุข้อบกพร่องต่าง ๆที่เป็นไปได้จนกว่าจะเป็นที่พอใจ แล้วจึงค่อยนำระบบประยุกต์แบบทั่วทั้งองค์กรมาใช้อย่างเต็มรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

6. การได้รับแรงสนับสนุนจากฝ่ายบริหารระดับสูงอย่างเต็มที่ ตลอดจนการเปิดโอกาสให้พนักงานในระดับต่างๆเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรมจะช่วยให้เกิดการยอมรับในตัวระบบและความสำเร็จของระบบที่ติดตามมาอีกทั้งเป็นการกระตุ้นให้พนักงานและฝ่ายบริหารหันมาให้ความสนใจกับการใช้ประโยชน์ข้อมูลที่ได้รับจากระบบ ABC ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าใจถึงโครงสร้างต้นทุนขององค์กรได้ดียิ่งขึ้น

7. ในแต่ละขั้นตอนของการทำให้สำเร็จ (Implement) จะต้องก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กรควบคู่ไปด้วย

2.1.9 การเก็บรวบข้อมูลกิจกรรม

การที่องค์กรต่างๆ จะสามารถกำหนดต้นทุนของผลิตภัณฑ์หรือบริการได้อย่างถูกต้องใกล้เคียง ความจริงนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์กิจกรรมขององค์กรให้ได้ครบถ้วนเสียก่อน วิธีการที่ง่ายที่สุดคือตั้งคณะทำงาน ABC ขึ้นมาโดยเลือกทีมงานหลักที่จะเป็นตัวแทนในการให้ข้อมูลในหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ การตั้งคณะทำงานควรจะทำในลักษณะรวบรวมทีมงานมาจากหลายหน่วยงานในองค์กร เป็นไปโดยสอดคล้องกัน ข้อมูลดังกล่าวสามารถทราบได้จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระบบข้อมูลต่างๆ ที่เกิดขึ้น หรืออาจจะได้จากการที่คณะทำงานดังกล่าวเข้าไปสัมภาษณ์กลุ่มคนในแต่ละแผนกทั่วทั้งองค์กร ซึ่งจะช่วยให้คณะทำงานได้รับข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องจากงานนั้นๆ โดยตรงและสามารถเข้าใจถึงลักษณะงานที่กำลังทำอยู่ รวมถึงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น แต่จะต้องระวังด้วยว่าข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์หรือจากแบบสอบถามอาจจะบิดเบือนไปจากความเป็นจริง เทคนิคต่างๆ ที่มักจะนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมมีดังนี้

1. วิธีการเข้าถึงข้อมูลของเดลไฟ (The Delphi Approach) หากใช้วิธีนี้ คณะทำงาน ABC ก็จะต้องเข้าไปขอคำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญภายในและบุคลากรในระดับบริหารคนสำคัญๆ โดยอาจจะทำการสัมภาษณ์หรือออกแบบสอบถามส่งต่อไปยังบุคคลเหล่านั้น ในการนี้ผู้สัมภาษณ์ควรจะมีเวลาในการเตรียมการอย่างเพียงพอ คู่มือการสัมภาษณ์หรือออกแบบและรายละเอียดต่างๆ ที่ต้องการตรวจสอบควรจะต้องมีการจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อให้การสัมภาษณ์ครอบคลุมทุกๆประเด็นที่เกี่ยวข้อง ในการนี้ผู้สัมภาษณ์อาจใช้ประโยชน์จากพจนานุกรมกิจกรรมควบคู่ไปด้วยก็ได้ (Activity Dictionary) ซึ่งในปัจจุบันบริษัทในประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดทำพจนานุกรมกิจกรรมออกจำหน่าย โดยระบุกิจกรรมต่างๆในแต่ละหน้าที่งานและกระบวนการไว้ค่อนข้างละเอียดซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรม แต่จะต้องมีการดัดแปลงให้เข้ากับลักษณะของการดำเนินงานของแต่ละองค์กร นอกจากพจนานุกรมกิจกรรมและคณะทำงาน ABC ยังอาจใช้คำบรรยายลักษณะงาน (Job Description) เข้าช่วยในการกำหนดกิจกรรม เนื่องจากคำบรรยายลักษณะงานมักจะเขียนขึ้นตามลักษณะของกิจกรรมต่างๆในองค์กร การสัมภาษณ์ควรจะครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้

- วัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์รองของแต่ละหน่วยงานในองค์กร (นั่นคือพนักงานในหน่วยงานนั้นๆ ปฏิบัติงานอะไรบ้างและใช้เทคโนโลยีใดบ้าง)
- สิ่งนำเข้าและผลได้ของกิจกรรม
- ผู้จัดหาทรัพยากร (Suppliers) และลูกค้า (Customers)
- ตัววัดผลการปฏิบัติงาน
- ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ในขณะนั้น

โดยทั่วไปในการสัมภาษณ์หน่วยงานต่างๆ ควรจะเริ่มต้นด้วยการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงสุดของหน่วยงานนั้นๆก่อน เช่น อาจจะเริ่มต้นด้วยการสัมภาษณ์ผู้จัดการแผนกก่อนจากนั้นหัวหน้าแผนกก็อาจจะมอบหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผู้สัมภาษณ์ไปทำการติดต่อพนักงานในระดับล่างเพื่อทำการสัมภาษณ์ต่อไปแม้ว่าการสัมภาษณ์โดยเริ่มต้นที่พนักงานในระดับล่างก่อนแล้วจึงค่อยไล่เลียงไปสู่ผู้จัดการระดับสูงจะเป็นวิธีที่ยอมรับในทางปฏิบัติ ในหลายๆองค์กรวัฒนธรรมองค์กรก็มักจะเป็นสิ่งกีดขวางที่ทำให้วิธีนี้เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ นอกจากประเด็นขั้นต้น ควรจะมีการจัดอบรมสัมมนาให้กับผู้ถูกสัมภาษณ์เพื่อให้เข้าใจถึงการให้ข้อมูลกิจกรรมการจัดอบรมสัมมนาอาจจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะ เมื่อผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าไปทำการสัมภาษณ์พนักงานหรือผู้บริหารที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนกับการถูกตั้งคำถามว่าพวกเขาทำอะไรในวันหนึ่งๆ ทุกครั้งที่เสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรจะให้ข้อมูลป้อนกับไปยังผู้ถูกสัมภาษณ์เพื่อให้พวกเขาเกิดความรู้สึกว่ามีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรม ถ้าหากผู้ถูกสัมภาษณ์เกิดความรู้สึกหวาดระแวง ผู้สัมภาษณ์ก็สามารถที่จะนำเทคนิคอื่นๆมาใช้ เช่น พยายามขายแนวคิดของการที่ผู้ถูกสัมภาษณ์จะต้องให้ความร่วมมือกับผู้สัมภาษณ์ โดยการสร้างความตระหนักถึงปัญหาต่างๆให้เกิดขึ้นในตัวผู้ถูกสัมภาษณ์และให้แนวทางแก้ไขประเด็นปัญหาต่างๆเหล่านั้น อีกวิธีหนึ่งก็คือการสัมภาษณ์ลึกลงสู่ระดับของรายละเอียดที่พนักงานหรือผู้บริหารรายนั้นๆ จะสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจที่พวกเขามีอยู่ได้ ขบวนการสัมภาษณ์จึงเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำแล้วซ้ำเล่า ในบางครั้งอาจพบว่าอาจต้องทำการสัมภาษณ์พนักงานคนเดียวกันนั้นมากกว่าหนึ่งครั้งขึ้นไปเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ผู้สัมภาษณ์ต้องการ โดยหลักการแล้วการสัมภาษณ์ควรจะใช้ทีมงานที่รวบรวมตัวแทนจากทุกๆฝ่ายในองค์กรเข้าด้วยกัน โดยตัวแทนของทีมงาน ABC อย่างน้อยสองคนจะต้องเข้าร่วมทำการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง และถ้าเป็นไปได้ควรจะมีบุคคลหนึ่งในทีมงาน ABC ที่เข้าร่วมทำการสัมภาษณ์ทุกครั้งเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและความสอดคล้องต้องกันระหว่างกิจกรรมต่างๆที่กำหนดขึ้น จากประสบการณ์ของหลายบริษัทในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มักจะมีความแตกต่างไปจากเอกสารงานบุคคลและคำบรรยาย ลักษณะงานจึงจำเป็นที่ผู้สัมภาษณ์ จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้อย่างละเอียดถี่ถ้วนโดยเปรียบเทียบกับคู่มือปฏิบัติงานก่อนที่จะนำไปกำหนดเป็นกิจกรรม ต่อไป เช่น อาจจะต้องทำการสอบถามผู้บังคับบัญชาในระดับสูงขึ้นไปและพิจารณาปรับกับคำบรรยายลักษณะงานตามเห็นสมควร ในบางครั้งการสัมภาษณ์มีข้อดีคือทำให้เกิดประโยชน์หรือการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กรในเวลาต่อมา กล่าวคืออาจมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างขององค์กรเสียใหม่เนื่องจากมีงานบางอย่างทำซ้ำซ้อนกันในหลายๆ หน่วยงาน หรืออาจพบว่างานที่ทำผิดเพี้ยนไปจากคำบรรยายลักษณะงานที่กำหนดไว้พบความเขิ่นเข้อในกระบวนการทำงาน พบว่ามีการทำงานที่เบี่ยงเบนไปจากแผนงานขององค์กรที่ได้วางไว้ จึงนับว่าการกำหนดกิจกรรมโดยวิธีสัมภาษณ์พนักงานเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรม

1. การวิเคราะห์กิจกรรมด้วยตัวพนักงานเอง (Self-Analysis) วิธีนี้จำเป็นที่พนักงานจะต้องกรอกข้อมูลลงในเอกสารหรือสมุดบันทึกประจำวันด้วยตัวเอง วิธีนี้จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในกรณีที่กิจกรรมนั้น ๆ ประกอบขึ้นด้วยหลายกิจกรรมย่อย ซึ่งจะช่วยให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่รวดเร็วและครอบคลุมแต่ก็มีข้อเสียตรงที่ว่าพนักงานอาจจะกำหนดกิจกรรมตามอำเภอใจ ใช้เวลาค่อนข้างมากหรือให้ข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากแผนงานขององค์กรที่ได้วางไว้ นอกจากนี้ควรจะต้องแน่ใจด้วยว่าช่วงเวลาที่กำหนดให้ทำการกรอกข้อมูลนั้นเป็นช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนที่ดีที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรม

2. การสุ่มกิจกรรม (Activity Sampling) การสุ่มกิจกรรมเป็นวิธีหนึ่งที่ต้องอาศัยการสังเกตการณ์ประกอบและจะต้องมีการจัดทำรายการกิจกรรมที่จะทำการสังเกตการณ์ขึ้น (Sample Listing of Activities) กล่าวคือเมื่อการปฏิบัติกิจกรรมสังเกตการณ์ขึ้น ทีมงาน ABC ที่จะเข้าไปทำการตรวจสอบกิจกรรมนั้น ๆ กับรายการกิจกรรมที่ได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้ทีมงาน ABC สามารถกำหนดความถี่ของการประกอบกิจกรรมได้โดยง่าย วิธีนี้มีข้อเสียเช่นเดียวกับวิธีที่ 2 คืออาจมีบางกิจกรรมที่ปฏิบัติงานเพียงบางช่วงเวลาข้ามาปะปนอยู่ด้วย

3. การวัดเนื้องาน (Work Measurement) การวัดเนื้องานเป็นวิธีการศึกษาเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมต่างๆ วิธีนี้จึงเหมาะกับบางกิจกรรมที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ (Repetitive Activities) แต่จะไม่เหมาะกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นนานๆครั้ง ผู้วางระบบพึงระลึกไว้เสมอว่าไม่มีวิธีใดที่กล่าวมาที่จะสามารถนำมาใช้ได้กับทุก ๆ สถานการณ์การจะเลือกใช้วิธีใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่การวิเคราะห์กิจกรรมนั้นต้องเข้าไปเกี่ยวข้องบ่อยครั้งจึงพบว่าหลายองค์กรจะใช้หลายๆเทคนิคที่กล่าวมาร่วมกันไป

2.1.10 คุณลักษณะของกิจกรรม

ขั้นตอนของการกำหนดกิจกรรมไม่ได้เสร็จสิ้นลงเมื่อได้กำหนดกิจกรรมและตัวผลักดันต่าง ๆ โดยครบถ้วนแล้วเท่านั้น เพราะไม่ได้หมายความว่าทุก ๆ กิจกรรมที่กำหนดขึ้นนั้นจะเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นหรือเป็นกิจกรรมที่ปฏิบัติไปอย่างมีประสิทธิภาพเสมอไป หลายกิจการในประเทศสหรัฐอเมริกาที่นำเอาระบบ ABC ไปใช้จะแบ่งกิจกรรมต่าง ๆ ออกตามคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. กิจกรรมปฐมภูมิ (Primary Activities) กิจกรรมปฐมภูมิหมายถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อให้การปฏิบัติภารกิจของหน่วยงานหรือแผนกนั้น ๆ เป็นผลสำเร็จ ตัวอย่างเช่น การออกแบบและการดัดแปลงผลิตภัณฑ์จัดเป็นกิจกรรมปฐมภูมิของแผนวิศวกรรมและเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้เกิดความเป็นที่จะต้องมีแผนวิศวกรรมขึ้นในองค์กร

2. กิจกรรมทุติยภูมิ (Secondary Activities) กิจกรรมทุติยภูมิหมายถึงกิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมของปฐมภูมิ ตัวอย่างเช่น พนักงานในแผนกการเงินอันที่จริงแล้วไม่ได้ถูกว่าจ้างให้เพื่อมารับการฝึกอบรม จัดทำแบบฟอร์มประเมินน้ำหนักงานหรือเข้าร่วมการประชุมโดยเฉพาะแม้ว่ากิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้การประกอบกิจกรรมปฐมภูมิเป็น ไปอย่างมีประสิทธิผลแต่ก็เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาและทรัพยากรส่วนหนึ่งจากที่ควรจะใช้ในกิจกรรมปฐมภูมิจึงต้องมีการบริหารด้วยความรอบคอบ

3. กิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำ (Repetitive Activities) กิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำหมายถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นเรื่อยๆและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีสิ่งนำเข้าผลได้ และกระบวนการที่สม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง

4. กิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง (No repetitive Activities) กิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งหมายถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวโดยมีจุดเริ่มต้นและจุดจบที่แน่นอน และมักเกิดขึ้นในลักษณะพาดผ่านไปตามหน่วยงานต่างๆ ในองค์กร

5. กิจกรรมที่ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของฝ่ายบริหาร (Discretionary Activities) กิจกรรมที่ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของฝ่ายบริหารหมายถึงกิจกรรมที่อาจจะเกิดหรือไม่เกิดขึ้นทั้งนี้อยู่กับดุลยพินิจของฝ่ายบริหารเป็นสำคัญ องค์กรควรจะต้องเน้นความสำคัญของการปฏิบัติกิจกรรมเหล่านี้ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

6. กิจกรรมที่จำเป็น (Required Activities) กิจกรรมที่จำเป็นหมายถึงกิจกรรมต่างๆ ที่องค์กรจำเป็นต้องปฏิบัติ เช่น การจัดทำรายงานทางการเงินตามกฎข้อบังคับต่างๆ

7. กิจกรรมเชิงกลยุทธ์ (Strategic Activities) กิจกรรมเชิงกลยุทธ์หมายถึงกิจกรรมที่มีความสำคัญยิ่งต่อการที่กิจการจะประสบความสำเร็จทางด้านการแข่งขัน

8. กิจกรรมเพิ่มค่า (Value-Added Activities) กิจกรรมเพิ่มค่าหมายถึง

- กิจกรรมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการเกิดคุณค่าในสายตาลูกค้า
- กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และระดับการให้บริหารที่ลูกค้าควรจะจ่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และระดับการให้บริหารนั้นๆ
- กิจกรรมที่มีความจำเป็นยิ่งต่อองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กิจกรรมไม่เพิ่มค่า (Non-Value-Added Activities) กิจกรรมไม่เพิ่มค่าหมายถึงกิจกรรมที่สามารถลดลงหรือขจัดให้หมดไปได้ ในขณะเดียวกันช่วยให้กิจการยังคงสามารถแข่งขันในแง่ของการตอบสนองข้อกำหนดต่างๆ ของลูกค้า (หรือเกินไปกว่าข้อกำหนดต่างๆ ของลูกค้า) กิจกรรมเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับการแก้ไขหรือทบทวนข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ วัตถุดิบ เนื้อที่ และเวลามากไปกว่าปริมาณขั้นต่ำสุดที่ควรจะใช้เพื่อก่อให้เกิดการเพิ่มคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นๆ ผู้บริหารที่ชาญฉลาดย่อมเล็งเห็นถึงความสำคัญของการขจัดหรือลดกิจกรรมไม่เพิ่มค่าให้เหลือน้อยที่สุดหรือหมดไป

2.1.11 นิยามที่ควรทราบ

<u>กิจกรรม</u> (Activity)

กิจกรรม หมายถึง กระบวนการ (Process) หรือวิธีการ (Procedures) ที่ทำให้เกิดการปฏิบัติงานขึ้นภายในองค์กร กิจกรรมจึงเป็นผลพวงจากการผสมผสานแรงงาน เทคโนโลยี วัตถุดิบ วิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์หรืองานบริการขึ้น กิจกรรมจะเป็นตัวสะท้อนว่า กิจการได้มีการปฏิบัติอะไรบ้าง

<u>ทรัพยากร</u> (Resources)

ทุกๆ กิจกรรมจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการประกอบกิจการ ทรัพยากรก็คือปัจจัยการผลิตที่ใช้ไปในแต่ละกิจกรรมเพื่อก่อให้เกิดผลได้ ทรัพยากรอาจอยู่ในรูปของที่ดิน เงินทุน เทคโนโลยี สินเชื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดังนั้นกิจกรรมจึงเป็นตัวสะท้อนถึงผลรวมของทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ไปในกิจกรรมนั้น ๆ ภายในองค์กรเดียวกัน

<u>ตัวผลักดันต้นทุน</u> (Cost Driver)

ตัวผลักดันต้นทุน คือ เหตุการณ์หรือปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนรวมของกิจกรรมเปลี่ยนแปลงไป กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ตัวผลักดันต้นทุน คือ ปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนและการปฏิบัติกิจกรรมและกระบวนการต่าง ๆ ตามมา แต่ละกิจกรรมอาจมีตัวผลักดันต้นทุนได้มากกว่า 1 ชนิด

2.2 การจำลองแบบปัญหา (Simulation)

การจำลองแบบปัญหา เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก ที่นำมาช่วยสำหรับการทำการศึกษาและวิเคราะห์หาผลลัพธ์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ ซึ่งมีระบบหรือขั้นตอนการทำงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในสภาพของธุรกิจโลกปัจจุบันที่มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงในทุกๆ ด้าน การจำลองแบบปัญหาจึงกลายเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความเหมาะสมที่สุด ที่จะนำมาใช้งาน เพื่อช่วยในด้านการวิเคราะห์ การออกแบบ การวางแผน การควบคุมงาน และอื่นๆอีกมากมาย สำหรับระบบงานต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง และในปัจจุบันนี้การจำลองแบบปัญหาถูกมองว่า เป็นศาสตร์แห่งวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่ขาดไม่ได้สำหรับวิศวกร, นักออกแบบระบบ และผู้บริหารระดับสูง

คำนิยามของการจำลองแบบปัญหา ได้มีผู้ให้ความหมายของการจำลองแบบปัญหา ไว้หลายๆอย่าง Webster's Collegiate Dictionary ได้ให้ความหมายไว้ คือ "การปลอมแปลงเพื่อที่จะได้รับแก่นสารที่สำคัญของปัญหาโดยปราศจากความมีอยู่จริง"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชอร์ริเบอร์ (Schriber 1987) ได้ให้ความหมายไว้คือ "การจำลองแบบปัญหาจะเกี่ยวข้องกับการสร้างต้นแบบ (Modeling) ของกระบวนการ (Process) หรือของระบบ (System) ในแนวทางซึ่งต้นแบบนั้นจะจำลองลอกแบบผลตอบสนองของระบบอย่างแท้จริงสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลานั้น"

ดร.กมล ได้ให้ความหมาย คือ "การแสร้งทำ หรือการกระทำที่ดูเหมือนว่าสถานการณ์นั้นเป็นจริง"

เชลนอล (Shannon) ได้ให้คำจำกัดความของการจำลองแบบปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าสามารถครอบคลุมความหมายได้เหมาะสมที่สุด คือ "กระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้น เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้"

การจำลองแบบปัญหา ตามแนวความคิดเพ็กเดนและชานอน (Pegden & Shannon) ได้จัดแบ่งกระบวนการของการจำลองแบบปัญหา ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ การสร้างแบบจำลองและการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์ (Experimental) ซึ่งจะต้องรวมเอาสองส่วนนี้เข้าด้วยกัน ดังนั้น กลไกของวิธีการของการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลอง และการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหา อาจจะเป็นระบบงาน หรือเป็นแนวความคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง แต่จะต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบงานจริง ฉะนั้น การจำลองแบบปัญหาจะเน้นถึงการสร้างแบบจำลองและการทดลองเพื่อศึกษาปัญหาต่างๆ ที่ต้องการเรียนรู้ และแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าทางสถิติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ ตามหัวข้อข้างล่างนี้

1. สามารถอธิบายถึงพฤติกรรมของระบบ
2. สามารถจะสร้างทฤษฎี หรือสมมติฐานที่จะอธิบายหรือแสดงถึงสาเหตุสำหรับพฤติกรรมที่กำลังสังเกต
3. ใช้ต้นแบบที่จำลองขึ้นนี้ เพื่อจะพยากรณ์ถึงพฤติกรรมในอนาคต ตัวอย่าง เช่นผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบหรือวิธีการในการดำเนินงานของระบบ

ลอร์และเควตัน (Law, Averill M.; Kelton, W.David) ได้กล่าวไว้ว่า การจำลองแบบปัญหาเป็นหลักวิชาตัวหนึ่ง ที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายมากที่สุดในศาสตร์แห่งการจัดการ และการวิจัยดำเนินงาน จากการสำรวจผู้ที่เรียนสำเร็จได้รับปริญญาจากแผนกวิจัยดำเนินงานที่มหาวิทยาลัย Cast Western Reserve University พบว่าในกลุ่มของผู้ได้รับปริญญาโท การจำลองแบบปัญหาถูกจัดประเภทให้อยู่ในลำดับที่ 5 ในจำนวน 15 ลำดับ ที่มีเนื้อหาทางด้านคุณค่าในการนำไปใช้ประโยชน์ ภายหลังจากการเรียนสำเร็จได้รับปริญญา ซึ่งมีลำดับถัดมาจากวิธีการเชิงสถิติ (Statistical method) , การพยากรณ์ (Forecasting) , การวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) และระบบข้อมูลข่าวสาร (Information Systems) สำหรับในกลุ่มของผู้ได้รับปริญญาเอก การจำลองแบบปัญหา พร้อมกับการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ถูกจัดวางลำดับเป็นที่ 2 ต่อจากวิธีการเชิงสถิติ

2.2.1 ระบบงานและแบบจำลอง (Model and System)

องค์ประกอบที่เป็นกลไกอันสำคัญในการจำลองแบบปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ ก็คือ แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหา จำเป็นต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจโดยละเอียดเกี่ยวกับระบบงานจริงนั้นๆ เป็นอย่างดีเสียก่อน เพราะว่าสิ่งนี้ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองและการนำแบบจำลองไปใช้งาน ดังนั้น ผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงอย่างแท้จริง จะไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนระบบงานจริงนั้นๆได้ เหตุผลที่เราจะต้องใช้แบบจำลอง ก็เพราะว่า เราต้องการที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนรู้บางสิ่งเกี่ยวกับระบบงานจริงบางระบบ ซึ่งเราไม่สามารถจะสังเกต หรือทำการทดลองกับระบบงานจริงโดยตรงได้ ไม่ว่าจะเป็นเพราะด้วยระบบยังไม่ได้มีอยู่จริง หรือเป็นเพราะด้วยความยากลำบากมากไปที่จะปฏิบัติด้วยความชำนาญได้ แบบจำลองที่ได้ถูกคิดขึ้นมาด้วยความระมัดระวัง จะสามารถช่วยขจัดความซับซ้อนของระบบงานจริงให้ลดลงได้

2.2.1.1 ระบบงาน (System)

หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความร่วมมือประสานงานกัน เพื่อให้ได้ผลสำเร็จในวัตถุประสงค์บางอย่างของระบบงานนั้นๆ สิ่งสำคัญในการศึกษาระบบงาน ก็คือ การกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งจะประกอบด้วย การกำหนดองค์ประกอบของระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบงาน แต่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของระบบงาน ซึ่งเรียกโดยรวมว่า ภาวะแวดล้อมของระบบงาน (System Environment) นอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้ว ยังจำเป็นต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งองค์ประกอบภายในระบบงาน และองค์ประกอบภายนอกระบบงาน ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้ จะทำให้เกิดกิจกรรม และกิจกรรมบางอย่างภายใต้เงื่อนไขบางข้อ ก็จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน (System Status)

ประเภทของระบบงาน เพื่อนำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหา สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการเปลี่ยนสถานภาพของระบบงานได้ดังนี้

(ก) ระบบต่อเนื่อง (Continuous Systems) คือ การเปลี่ยนสถานภาพของระบบงานเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ไม่สามารถแยกเวลา ณ จุดใดจุดหนึ่งได้ เช่น การเคลื่อนที่ผ่านในอากาศของเครื่องบิน เพราะว่าตำแหน่งและความเร็วเปลี่ยนแปลงตามเวลา

(ข) ระบบไม่ต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Discrete Systems) คือ การเปลี่ยนสถานภาพของระบบงานเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง โดยจะเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง เช่น การเข้ามาใช้บริการของลูกค้าที่ธนาคาร

(ค) ระบบแน่นอนหรือระบบตายตัว (Deterministic Systems) คือ การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน ที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานภาพ และกิจกรรมของระบบงานที่ระดับก่อน ซึ่งในโลกความเป็นจริงแล้วมีน้อยมาก ที่จะสามารถรู้องค์ประกอบต่างๆ ของระบบงานได้อย่างชัดเจน

(ง) ระบบไม่แน่นอน (Stochastic Systems) คือ การเปลี่ยนสถานภาพของระบบงาน ไม่มีความแน่นอน ต้องอาศัยการเดาสุ่ม และในบางกรณีก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนแปลงสถานภาพ

2.2.1.2 แบบจำลอง (Model)

หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบงาน คน กลุ่มวัตถุประสงค์หรือแนวคิดลักษณะใด ลักษณะหนึ่งของกระบวนการที่แสดงออกมา อย่างเช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศแต่ละสถานีงาน จำนวนเครื่องปรับอากาศที่สามารถผลิตได้ เป็นต้น

ประเภทของแบบจำลอง สามารถถูกจำแนกตามแนวทางที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

(ก) แบบจำลองปัญหาจำแนกตามความแตกต่างของระบบงาน

- แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Simulation Models) เป็นแบบจำลอง ที่จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบปัญหาให้มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบงานจริง ซึ่งตามปกติจะถูกเรียกว่าซิมมูเลเตอร์ (Simulator) อาจมีขนาดเท่ากับของจริง หรือมีขนาดเล็กกว่า หรือใหญ่กว่า (Scaled Models) และเป็นแบบจำลองที่มีมิติ ซึ่งอาจเป็นแบบจำลองของระบบงานจริงในมิติใดมิติหนึ่ง (Dimension) หรือมีทั้งสามมิติ แบบจำลองประเภทนี้จะถูกใช้สำหรับจุดประสงค์ เพื่อการอบรมในขั้นต้น และส่วนใหญ่จะเน้นหนักไปทางด้าน Hardware ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น Flight Simulators สำหรับทำการฝึกสอนนักบินให้ทราบถึงวิธีการควบคุมการบิน และการจัดการกับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นในระหว่างการบิน Driving Simulators สำหรับทำการฝึกสอนนักเรียนให้เรียนรู้ถึงวิธีการขับรถอย่างถูกต้อง เครื่องยนต์ต้นแบบ (Prototype) ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมรรถนะก่อนการผลิตจริง เครื่องบินขนาดจำลองที่ใช้ทดสอบในอุโมงค์ลมแบบจำลองของผังโรงงาน เป็นต้น

- แบบจำลองทางสัญลักษณ์ (Symbolic Simulation Model) เป็นการจำลอง เพื่อหาคุณลักษณะและคุณสมบัติของระบบงานจริง ด้วยสัญลักษณ์และฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์แทน องค์ประกอบในระบบงานจริง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือ ตัวอย่างเช่น ใช้ A แทนค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตสินค้า B แทนค่าใช้จ่ายผันแปรในการผลิตสินค้า และ C แทนจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ เป็นต้น

(ข) แบบจำลองปัญหา จำแนกตามชนิดของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกใช้เพื่อปฏิบัติงาน กับแบบจำลอง

- เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดอนาลอค (Analog Computer) เป็นระบบที่มีการทำงานโดยการแสดงถึงค่าตัวแปรและความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการใช้อุปกรณ์และปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะถูกสร้างขึ้นและง่ายต่อการควบคุม ตัวอย่างเช่น การหมุนของเพลา และการควบคุมระดับแรงดันทางไฟฟ้า ข้อได้เปรียบของเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดอนาลอค ก็คือ ความเร็วของเครื่องและการปฏิบัติงานแบบขนาน (Parallel Operations) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ใช้งานสำหรับการแก้ไขปัญหาของระบบ ด้วยสมการดิฟเฟอร์เรนเชียล
- เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดดิจิตอล (Digital Computer) เป็นระบบที่มีขอบเขตของความเที่ยงตรงแม่นยำสูงและมีความคล่องตัวสูงมากกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดอนาลอคเพราะว่าสามารถนับจำนวนตัวเลข ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ทางตรรกศาสตร์ และคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเศษส่วนได้
- เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดไฮบริด (Hybrid Computer) เป็นระบบซึ่งได้พยายามรวบรวมคุณลักษณะที่ดีที่สุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งสองชนิดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นเข้าด้วยกัน โดยมีการประมวลผลข้อมูลแบบผสมผสาน ซึ่งนับว่าเป็นระบบที่น่าสนใจมาก

(ค) แบบจำลองปัญหา จำแนกตามการยอมรับต่อความผันแปรอย่างสุ่ม (Random Variation) ที่เกิดขึ้นในระบบงานจริงที่ถูกจำลองขึ้น

- แบบจำลองที่มีความผันแปรอย่างแน่นอน หรือตายตัว (Deterministic Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่ไม่มีการสุ่มเข้ามาเกี่ยวข้องต่อการตัดสินใจในการทำงาน ซึ่งมีจำนวนน้อยมากในระบบงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบจำลองที่มีความผันแปรอย่างไม่แน่นอน (Stochastic Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่มีการสุ่มเข้ามาเกี่ยวข้องต่อการตัดสินใจอย่างมากในการทำงาน ซึ่งระบบงานจริงส่วนใหญ่จะมีแบบจำลองในลักษณะนี้

(ง) แบบจำลองปัญหา จำแนกตามความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเวลา

- แบบจำลองชนิดพลวัต (Dynamic Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับอธิบายพฤติกรรมของระบบงาน ตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินการจำลองแบบปัญหา
- แบบจำลองชนิดสถิตย์ (Static Model) เป็นระบบจำลองที่ใช้สำหรับอธิบายพฤติกรรมของระบบงาน เพียงช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งของเวลาทั้งหมด ที่ดำเนินการจำลองแบบปัญหา

(จ) แบบจำลองปัญหา จำแนกตามชนิดการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพ ภายในระบบงานที่ถูกจำลองขึ้น

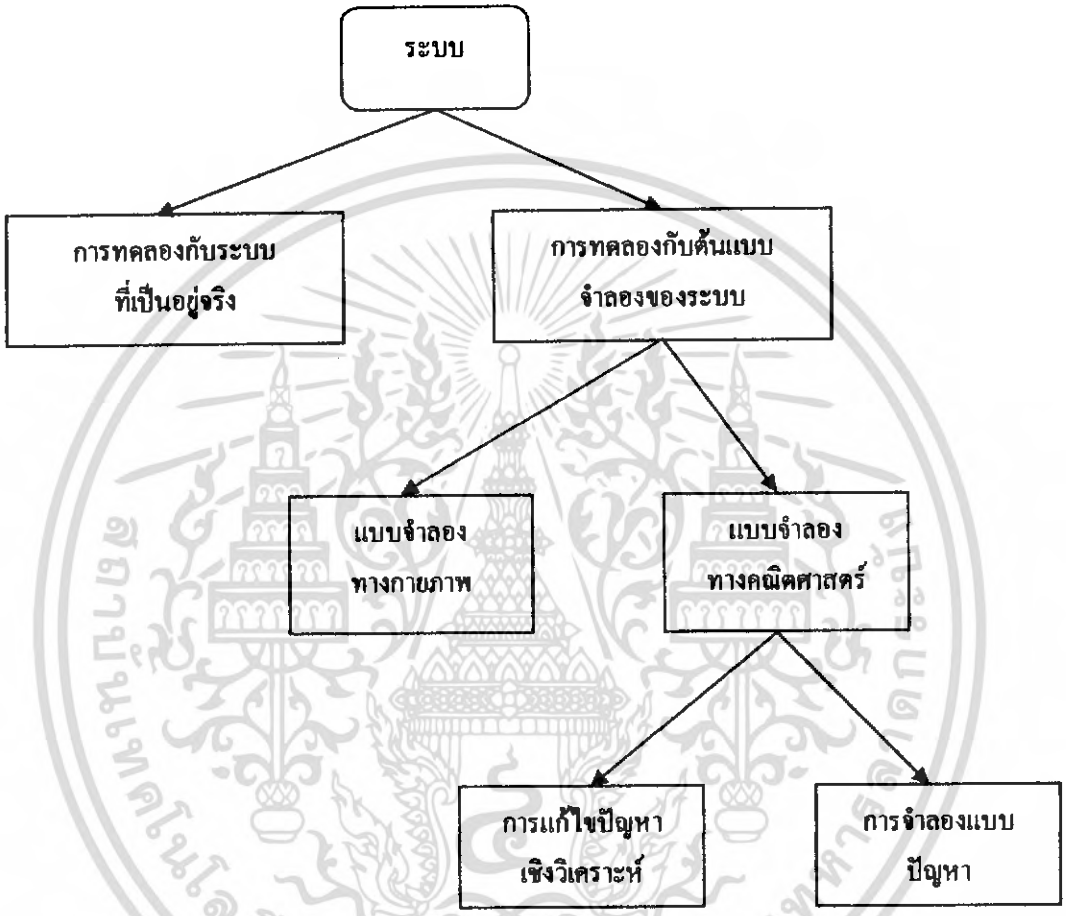
- แบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพภายในเป็นช่วง (Discrete Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพภายในที่เกิดขึ้น เพียงจุดใดจุดหนึ่งในเวลาที่กำหนด เช่น ภาพถ่าย
- แบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพภายในอย่างต่อเนื่อง (Continuous Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพภายในที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ภาพยนตร์
- แบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพภายในแบบผสมผสาน (Combined Model) เป็นการใช้แบบจำลองปัญหาบางส่วน ด้วยวิธีแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพภายในเป็นช่วง และบางส่วนด้วยวิธีแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพภายในอย่างต่อเนื่อง

ในระบบงานจริงที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากๆ แบบจำลองของระบบงานอาจจะใช้แบบจำลองหลายประเภทร่วมกัน แต่สิ่งที่สำคัญมากที่สุดในการจำลองแบบปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ก็คือ ผู้สร้างแบบจำลองจะต้องศึกษาระบบงานจริงที่สนใจอย่างละเอียดมากที่สุด เท่าที่จะกระทำได้ หรือถ้าหากระบบงานนั้นเป็นงานโครงการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ก็จะต้องเรียนรู้ระบบงาน โดยทั้งหมดของโครงการนั้นให้มากที่สุด ซึ่งผู้สร้างแบบจำลอง ยิ่งรู้รายละเอียดความซับซ้อนของระบบงานได้มากเท่าไร ก็ยิ่งจะสามารถออกแบบแบบจำลองได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของระบบงานมากขึ้นเท่านั้น และผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการจำลองแบบปัญหา ก็จะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพื่อจะได้นำไปใช้ในการตัดสินใจที่ถูกต้องสำหรับผู้บริหารต่อไป ระบบงานหรือวิธีการทำงานของโครงการหนึ่งๆ อาจจะมีวิธีการในการจำลองแบบปัญหาได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้สร้างแบบจำลอง ด้วยเหตุว่าความรู้ความสามารถ รวมถึงวัตถุประสงค์ในการจำลองแบบปัญหาของผู้สร้างแบบจำลอง มีความแตกต่างกัน อย่างเช่น การจำลองแบบปัญหาของกระบวนการประกอบเครื่องปรับอากาศ ถ้ามอบให้วิศวกรอุตสาหการเป็นผู้สร้างแบบจำลอง ก็จะสร้างไม่เหมือนกับมอบให้นักเศรษฐศาสตร์เป็นผู้สร้าง เพราะว่าพื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรม และวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลอง มีความแตกต่างกัน ฉะนั้น ด้วยเหตุนี้การจำลองแบบปัญหาอาจจะมีวิธีการในการจำลองแบบปัญหาได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบของระบบงาน วัตถุประสงค์ที่ต้องการจากการจำลองแบบปัญหา และความรู้พื้นฐานในเรื่องระบบงานของผู้สร้างแบบจำลอง แต่ในท้ายสุด เราก็ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจากระบบงานจริง เพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบงานที่อยู่ในความสนใจเพื่อจะทำความเข้าใจในพฤติกรรมของระบบงาน และกำหนดแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบงาน และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในระบบงานให้ต่ำลง ทำให้ทราบแนวโน้มหรือสามารถพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุการณ์ หรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองแบบปัญหา เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจขั้นสุดท้ายที่เหมาะสมที่สุด สำหรับผู้บริหารอีกด้วย

ลอร์และเควดัน (Law , Averill M. ; Kelton , W.Dvid) ได้กล่าวถึงแนวทางต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาระบบงานที่มีความแตกต่างกัน ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2-7 โดยมีรายละเอียดในการศึกษาแต่ละระบบงานดังนี้ คือ "..... สามารถจำแนกประเภทของระบบ ออกเป็น 2 ชนิด คือ ระบบไม่ต่อเนื่อง หรือระบบเป็นช่วง (Discrete System)



รูปที่ 2-7 แนวทางต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาระบบงานที่มีความแตกต่างกัน

และระบบต่อเนื่อง (Continuous System) ซึ่งรายละเอียดของระบบแต่ละชนิด มีดังนี้

1. ระบบไม่ต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Discrete System) เป็นระบบซึ่งตัวแปรสถานภาพเปลี่ยนแปลงในพริบตาที่จุดเวลาต่างๆ ตัวอย่างระบบเป็นช่วง คือ ธนาคาร เพราะว่าตัวแปรสถานภาพ เช่น จำนวนลูกค้าที่อยู่ในธนาคาร มีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีลูกค้าเข้ามาถึงธนาคารหรือเมื่อลูกค้าเสร็จสิ้นจากการใช้บริการและออกไปจากธนาคารเท่านั้น

2. ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) เป็นระบบซึ่งตัวแปรสถานภาพมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลา ตัวอย่างของระบบต่อเนื่อง คือ การเคลื่อนที่ผ่านในอากาศของเครื่องบิน เพราะว่าตัวแปรสถานภาพ อย่างเช่น ตำแหน่งและความเร็ว สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติแล้ว จะมีระบบจำนวนส่วนน้อยที่เป็นแบบช่วง โดยเฉพาะแต่อย่างเดียว หรือเป็นแบบต่อเนื่องโดยเฉพาะแต่อย่างเดียว แต่เนื่องจากระบบส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอำนาจเหนือมากกว่าการเปลี่ยนแปลงอีกชนิดหนึ่ง ดังนั้น ตามปกติ มันจะเป็นไปได้ที่จะจำแนกประเภทของระบบงานออกเป็นช่วง หรือแบบต่อเนื่อง และรายละเอียดเฉพาะบางอย่างที่เกี่ยวกับความแท้จริงของระบบงานส่วนใหญ่ มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษารายละเอียดเหล่านั้นเพื่อจะพยายามได้รับความเข้าใจลึกซึ้งในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ หรือเพื่อจะทำนายการกระทำที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขใหม่บางอย่างซึ่งถูกนำมาพิจารณา

- การทดลองกับระบบงานที่เป็นอยู่จริง (Experiment with the Actual System) และการทดลองกับแบบจำลองของระบบงาน (Experiment with a Model of the System) :

ถ้าหากมันเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของระบบงาน และต่อจากนั้น ยินยอมให้ระบบงานทำงานภายใต้เงื่อนไขใหม่ ซึ่งบางทีมันก็จำจะปรารถนาที่จะทำเช่นนั้น สำหรับในกรณีนี้ ไม่มีคำถามเกี่ยวกับว่าอะไรที่เราศึกษาจะอยู่ในประเด็นหรือไม่ อย่างไรก็ตาม มันอาจจะเป็นไปได้ที่นานๆ ครั้ง จึงจะทำสิ่งนี้ได้ เพราะว่าการทดลองเช่นนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูงจนเกินไปหรือจะทำให้ระบบยุ่งยากมากเกินไป ตัวอย่างเช่น ธนาคารอาจจะมีแผนงานที่จะลดจำนวนพนักงานรับจ่ายเงินประจำธนาคาร สำหรับทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายธนาคารของลดลง แต่ในความเป็นจริงแล้วการพยายามทำในสิ่งนี้ สามารถก่อให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการกับลูกค้า และทำให้เกิดความบาดหมางกับลูกค้า เพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น ระบบอาจจะไม่มีอยู่จริงก็เป็นได้ แต่อย่างไรก็ตาม เราต้องการที่จะศึกษาระบบงานที่เกี่ยวกับโครงร่างของทางเลือกต่างๆ ที่ถูกนำเสนอ เพื่อพิจารณาสำหรับระบบงาน เพื่อจะได้เห็นว่าระบบงานควรจะถูกสร้างขึ้นในสถานที่แห่งแรกได้อย่างไร ตัวอย่างของสถานการณ์นี้ อาจจะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิตที่มีความทันสมัยและความคล่องตัว หรือระบบอาวุธนิวเคลียร์ที่ใช้ในทางยุทธศาสตร์ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ โดยปกติมันเป็นความจำเป็นที่จะต้องสร้างแบบจำลอง เพื่อเป็นตัวแทนของระบบงานและศึกษามันในฐานะที่เป็นตัวแทนสำหรับระบบงานจริง

- แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Mode) และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) :

เพื่อให้คนส่วนใหญ่ได้รู้จักแบบจำลอง ก็โดยทำให้ปรากฏเป็นรูปทรงของรถยนต์ที่ทำด้วยดินเหนียว เพื่อทดสอบในอุโมงค์ลม , ที่นั่งของคนขับ หรือผู้โดยสารเครื่องบินซึ่งถูกตัดขาดออกมาจากตัวเครื่องบิน ซึ่งถูกใช้เพื่อเป็นการอบรมนักบิน หรือเรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่ โดยถูกย่อส่วนให้เล็กลงซึ่งเล่นอยู่ในสระว่ายน้ำ สิ่งเหล่านี้ที่กล่าวมาเป็นตัวอย่างของแบบจำลองทางกายภาพ (ถูกเรียกว่าแบบจำลองแห่งภาพ (Iconic Model) อีกด้วย) และไม่ได้เป็นตัวอย่างของแบบจำลองชนิดที่อยู่ในความสนใจของการวิเคราะห์ระบบและวิจัยดำเนินงาน อย่างไรก็ตามแบบจำลองทางกายภาพนี้ ในบางครั้งพบว่า เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาระบบงานทางด้านการจัดการหรือด้านวิศวกรรมศาสตร์ แต่แบบจำลองจำนวนมากที่ถูกสร้างขึ้นมา จะเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนของระบบงาน ด้วยเงื่อนไขของความสัมพันธ์เชิงปริมาณ และเชิงตรรกวิทยา และต่อจากนั้นจะถูกปฏิบัติและถูกเปลี่ยนแปลงเพื่อจะให้เห็นว่าแบบจำลองแสดงปฏิกิริยาได้ตอบอย่างไร ดังนั้น ถ้าหากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นแบบจำลองที่ถูกต้องใช้การได้ ก็จะทราบว่าระบบน่าจะแสดงปฏิกิริยาได้ตอบอย่างไร ตัวอย่างที่เรียบง่ายที่สุดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ ความสัมพันธ์ของ $d = rt$ ที่คุ้นเคยกัน เมื่อ r เป็นอัตราของการเดินทาง t เป็นเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และ d เป็นระยะทางที่เดิน

- การแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ (Analytical Solution) และการจำลองแบบปัญหา (Solution) :

ครั้นเมื่อเราได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา จากนั้นแบบจำลองนี้จำเป็นจะต้องถูกตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่ามันสามารถถูกใช้เพื่อหาคำตอบสำหรับคำถามที่อยู่ในความสนใจที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน ตามที่มันถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติให้เป็นตัวแทนของระบบงานได้อย่างไร ถ้าหากแบบจำลองนี้มีความเรียบง่ายอย่างเพียงพอ มันก็อาจจะเป็นไปได้ที่จะทำงานด้วยปริมาณ และความสัมพันธ์ของมัน เพื่อจะได้รับการแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ อย่างถูกต้อง ในตัวอย่างของ $d = rt$ ถ้าหากเราทราบระยะทางที่จะเดินทางและความเร็ว ดังนั้น เราก็สามารถทำงานพร้อมกับแบบจำลอง เพื่อจะได้รับ $t = d / r$ ซึ่งเป็นเวลาที่ต้องการใช้ในการเดินทาง โดยที่แบบจำลองนี้เป็นการแก้ไขปัญหาแบบปิด (Closed – form Solution) ที่มีความเรียบง่ายอย่างมาก ซึ่งสามารถหาได้ด้วยการใช้กระดาษเปล่าและแท่งดินสอ แต่การแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์บางอย่าง มีความซับซ้อนอย่างผิดปกติ มีความต้องการทรัพยากรในการคำนวณอย่างมากมาย การแปลกกลับของเมตริกขนาดใหญ่ ที่มีสมาชิกภายในเมตริกเรียงตัวอย่างหนาแน่น (Large Nonsparse Matrix) เป็นตัวอย่างที่รู้จักกันดีในสถานการณ์เช่นนี้ ซึ่งมีสูตรในการวิเคราะห์เป็นกฎพื้นฐาน แต่การได้มาของคำตอบในทางตัวเลขของตัวอย่างที่กำหนดให้นี้ เป็นการแทนที่ที่ไม่สลักสำคัญ ถ้าหากการแก้ไขเชิงวิเคราะห์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถที่จะเรียกหามาใช้ได้ และได้ผลตามที่ต้องการในการคำนวณตามปกติมันก็น่าจะศึกษาแบบจำลองในแนวทางนี้มากกว่าที่จะศึกษา โดยผ่านการจำลองปัญหา แต่อย่างไรก็ตามระบบจำนวนมากเป็นระบบที่มีความซับซ้อนอย่างมาก ดังนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องสำหรับพวกมันก็จะซับซ้อนตามด้วย ซึ่งจะเป็นการขัดขวางต่อความเป็นไปได้ของการแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ ในกรณีเช่นนี้แบบจำลองจำเป็นจะต้องถูกศึกษา โดยวิธีการของการจำลองแบบปัญหา (Simulation) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะถูกศึกษา ด้วยวิธีการของการจำลองแบบปัญหา ถูกอ้างอิงให้เป็นแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหา (Simulation Model) ดังนั้น เราจำเป็นต้องมองหาเครื่องมือพิเศษเฉพาะ เพื่อจะกระทำการจำลองแบบปัญหานี้ มันจะเป็นประโยชน์สำหรับจุดมุ่งหมายนี้ ด้วยการจำแนกแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหา ออกเป็น 3 มิติที่แตกต่างกัน คือ

1. แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหา ชนิดสถิตย์ (Static Simulation Model) กับแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดพลวัต (Dynamic Simulation Model) :

แบบจำลองของการจำลองแบบนี้ปัญหาชนิดสถิตย์ เป็นตัวแทนของระบบที่เวลาเฉพาะเจาะจงหรือเป็นตัวแทนซึ่งอาจจะถูกใช้ เพื่อจะแสดงถึงระบบในลักษณะที่เวลาเคลื่อนที่ โดยอิสระอย่างเรียบง่าย ไม่มีกฎเกณฑ์ ตัวอย่างของการจำลองแบบปัญหาชนิดสถิตย์ คือ แบบจำลองชนิดมอนติคาร์โล (Monte Carlo Models) ส่วนแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดพลวัตเป็นตัวแทนของระบบที่เปลี่ยนแปลงช้าๆ ตลอดเวลา อย่างเช่น ระบบลำเลียงขนถ่ายในโรงงาน

2. แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดแน่นอนหรือตายตัว (Deterministic Simulation Model) กับแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดไม่แน่นอน (Stochastic Simulation Model) :

ถ้าหากแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหา ไม่ได้บรรจุไว้ด้วยส่วนประกอบ ที่มีความน่าจะเป็น (Probabilistic Components) ตัวอย่างเช่น การสุ่ม แบบจำลองนี้จะถูกเรียกว่า แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดแน่นอนหรือตายตัว ระบบที่ถูกทำให้ยุ่งยากสับสน ด้วยสมการดิฟเฟอร์เรนเชียล ซึ่งใช้อธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาทางเคมีอาจจะเป็นแบบจำลองตัวหนึ่งในลักษณะที่ว่านี้ ในแบบจำลองชนิดแน่นอนหรือตายตัว ผลลัพธ์จะถูกกำหนดเมื่อชุดของจำนวนข้อมูลสำหรับแก้ปัญหาและความสัมพันธ์ต่างๆ ที่อยู่ในแบบจำลองถูกระบุไว้อย่างแจ้งชัด ถึงแม้ว่ามันอาจจะต้องใช้เวลามากในการคำนวณ เพื่อจะหาค่าของผลลัพธ์ว่าเป็นอะไร แต่อย่างไรก็ตามระบบจำนวนมากจำเป็นต้องถูกสร้าง จำลองเหมือนว่ามีส่วนประกอบเกี่ยวกับข้อมูลที่ป้อนเข้าเป็นแบบสุ่มอย่างน้อยบางส่วน และส่วนประกอบเหล่านี้ ก่อให้เกิดแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดไม่แน่นอน ระบบสินค้าคงคลัง (Inventory System) และระบบแถวคอย (Queuing System) ส่วนใหญ่ถูกสร้างจำลองให้เป็นชนิดไม่แน่นอน แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดไม่แน่นอน ก่อให้เกิดผลลัพธ์ ซึ่งเป็นไปโดยการสุ่มด้วยตัวมันเอง เพราะฉะนั้น จำเป็นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกพิจารณาเหมือนว่าเป็นการประมาณค่าลักษณะพิเศษเฉพาะที่แท้จริงของแบบจำลอง ซึ่งสิ่งนี้ถือว่าเป็นข้อเสียอย่างหนึ่งของการจำลองแบบปัญหา

3. แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดต่อเนื่อง (Continuous Simulation Model) กับแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาชนิดไม่ต่อเนื่องหรือเป็นช่วง (Discrete Simulation Model) :

ถ้ากล่าวกันอย่างกว้างๆ เราสามารถนิยามแบบจำลองของการจำลองแบบปัญหา ชนิดเป็นช่วงและแบบจำลองของการจำลองปัญหา ชนิดต่อเนื่องได้อย่างคล้ายคลึงกัน ด้วยรูปแบบของระบบแบบเป็นช่วง (Discrete System) และระบบแบบต่อเนื่อง (Continuous System) การตัดสินใจที่จะใช้แบบจำลองชนิดเป็นช่วง หรือแบจำลองชนิดต่อเนื่อง สำหรับระบบงานที่เจาะจงไว้ ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในการศึกษา ตัวอย่างเช่น แบบจำลองของการเคลื่อนตัวของจราจรบนถนนที่ไม่จำกัดความเร็วจะเป็นแบบจะลองชนิดเป็นช่วง ก็ต่อเมื่อการเคลื่อนที่ของรถยนต์แต่ละคันเป็นสาระที่สำคัญกว่า ในอีกด้าน ถ้าหากว่ารถยนต์ถูกพิจารณาในลักษณะของการไหลไปรวมตัวกัน การเคลื่อนตัวของการจราจร ก็สามารถถูกอธิบายด้วยสมการดิฟเฟอร์เรนเชียลที่อยู่ในแบบจำลองชนิดต่อเนื่อง....."

โครงสร้างของแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา (Structure of Simulation Model)

โครงสร้างของแบบจำลอง สามารถเขียนเป็นรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ :

$$E = f(Xi, Yi)$$

โดยที่ E หมายถึง ผลของการปฏิบัติการของระบบ
Xi หมายถึง ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้
Yi หมายถึง ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้
f หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง Xi และ Yi ที่ทำให้เกิด E

" ....รูปแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงให้เราเห็นว่า สมรรถนะของระบบงานนั้นเป็นผลกระทบเนื่องมาจากตัวแปรต่างๆ ทั้งที่อยู่และไม่อยู่ในความควบคุมของเรา และโดยที่ระบบงานทุกระบบที่ทำการศึกษา จะต้องมีขอบเขตจำกัด อีกทั้งต้องมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา เมื่อรวมเข้ากับรูปแบบของความสัมพันธ์จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของแบบจำลองนั้น ควรจะประกอบไปด้วย

1. องค์ประกอบ (Components) ในทุกระบบงานจะประกอบไปด้วย องค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองที่ใช้แทนระบบงานจริง ก็จะต้องประกอบไปด้วย องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบงาน

2. ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables and Parameters) พารามิเตอร์ คือ ค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดให้ อาจจะเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเอง เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือเป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล ส่วนตัวแปรนั้นเป็นค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่า ตามสภาวะจริงของการใช้งาน จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรภายนอก (Exogeneous Variables) หรือตัวแปรนำเข้า (Input Variables) หมายถึง ตัวแปรจากภายนอกระบบ ซึ่งเข้ามามีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ หรือเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกระบบ และตัวแปรภายใน (Endogeneous Variables) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ ตัวแปรภายในอาจอยู่ในลักษณะ ตัวแปรสถานภาพ (Status Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บอกสภาพ หรือเงื่อนไขของระบบ หรืออยู่ในลักษณะของตัวแปรนำออก (Output Variables) ซึ่งก็คือ ผลที่ได้จากการใช้งานระบบ ในทางสถิติตัวแปรจากภายนอก คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายใน คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Function Relationships) คือ ฟังก์ชันที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชันความสัมพันธ์นี้ อาจจะอยู่ในลักษณะแน่นอนตายตัว (Deterministic) ซึ่งเป็นลักษณะที่ เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าจะสามารถหาได้ว่า ผลลัพธ์เป็นเท่าไรแน่นอน และอาจจะอยู่ในลักษณะไม่แน่นอน (Stochastic) ซึ่งเมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าให้กับฟังก์ชันไม่แน่ว่าจะได้ผลลัพธ์ออกมาเท่าไร ลักษณะของฟังก์ชัน ความสัมพันธ์มักจะอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชั่นความสัมพันธ์เหล่านี้ อาจหามาได้จากสมมติฐาน หรือประเมินจากข้อมูลร่วมกับวิธีทางสถิติ หรือทางคณิตศาสตร์

4. ขอบข่ายจำกัด (Contraints) คือ ข้อจำกัดของค่าของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดเช่น ข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ของระบบงาน ข้อจำกัดของปริมาณที่ผลิตได้ หรือเป็นข้อจำกัดของระบบงานจริงโดยธรรมชาติ เช่น เราไม่อาจจำหน่ายสินค้าได้มากกว่าปริมาณที่ผลิตได้ ของไหล ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

5. ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion Function) หมายถึง ข้อความ (Statement) ที่บอกเป้าหมาย (Goals) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) ของระบบงาน และวิธีประเมินผลตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของระบบงานอาจแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ การคงสภาพของระบบงาน (Retentive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบงาน สามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พลังงาน ความชำนาญ ฯลฯ หรือคงสถานภาพของระบบ อย่างเช่น ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ฯลฯ และวัตถุประสงค์ประเภทการแสวงหา (Acquisitive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จำทำให้ระบบสามารถเพิ่มทรัพยากรต่าง ๆ เช่น กำไร ลูกค้า ฯลฯ หรือเปลี่ยนสถานภาพของระบบ เช่น ได้ส่วนแบ่งของตลาดเพิ่มขึ้น ...."

2.2.2 การประยุกต์ใช้งานของการจำลองแบบปัญหา (Simulation Applications)

การจำลองแบบปัญหา ได้ถูกนำมาดัดแปลงเพื่อใช้ในงานต่างๆ มากมาย และเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในโลกธุรกิจปัจจุบัน ทั้งนี้ เป็นเพราะว่าการจำลองแบบปัญหา มีความสามารถรอบตัวอย่างมาก (Versatility) มีความคล่องตัวยืดหยุ่นสูง (Flexibility) และมีกำลังความสามารถ (Power) อย่างสูง จึงทำให้การจำลองแบบปัญหาเป็นที่ชื่นชอบในงานศึกษาวิจัย โดยสามารถจำลองแบบของระบบงานเกือบจะทุกประเภท และมีขอบเขตกว้างขวางในการครอบคลุมถึงแบบจำลองทุกประเภท ซึ่งมีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ที่นำไปประยุกต์ใช้งานดังนี้คือ

1. ระบบงานคอมพิวเตอร์ (Computer System) เช่น งานองค์ประกอบของระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) ระบบซอฟแวร์ (Software System) งานระบบโครงข่ายของฮาร์ดแวร์ (Network of Hardware) งานบริหารจัดการโครงสร้างฐานข้อมูล (Data base) และงานประมวลผลข้อมูล (Information Processing) เป็นต้น

2. งานในโรงงานอุตสาหกรรม (Manufacturing) เช่น ระบบงานลำเลียงขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) ระบบงานสายการประกอบ (Assembly line) ระบบงานผลิตแบบอัตโนมัติ (Automated Production System) ระบบงานควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control System) ระบบงานการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการเพิ่มความไว้วางใจเครื่องจักร (Reliability and Maintenance System) งานจัดวางผังโรงงาน (Plant Lay-out) และงานออกแบบเครื่องจักร (Machine design) เป็นต้น

3. งานในแวดวงธุรกิจ (Business) เช่น งานวิเคราะห์พัสดุและสต็อคสินค้า (Stock and Commodity Analysis) งานนโยบายการกำหนดราคา (Pricing Policy) งานกลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing Strategies) งานศึกษาการเข้าถือครองสิทธิ (Acquisition Studies) งานวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash flow Analysis) งานพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Forecasting) งานกำหนดทางเลือกในการขนส่ง (Transportation Alternatives) งานวางแผนกำลังพล (Manpower Planning) เป็นต้น

4. งานด้านการปกครอง (Government) เช่น งานกำหนดกลยุทธ์อาวุธของกองทัพ (Military Weapons) งานกำหนดยุทธวิธีทางทหาร (Military Tactics) การพยากรณ์ประชากรของประเทศ (Population Forecasting) งานกำหนดการใช้ประโยชน์ของที่ดิน (Land Use) งานให้บริการดูแลและรักษาสุขภาพ (Health Care Delivery) งานป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ (Fire Protection) งานให้บริการของตำรวจ (Police Services) งานตัดสินความอาชญากรรม (Criminal Justice) งานออกแบบทางหลวงแผ่นดิน (Roadway Design) งานควบคุมการจราจร (Traffic Control) งานให้บริการด้านสุขาภิบาล (Sanitation Service)

5. งานทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเทศน์วิทยา (Ecology and Environment) เช่น งานระบบกำจัดมลพิษน้ำเสีย (Water Pollution and Purification) งานควบคุมปริมาณของเสีย (Waste Control) มลภาวะทางด้านอากาศ (Air Pollution) งานควบคุมไรคระบาด (Pest Control) งานพยากรณ์สภาพอากาศ (Weather Prediction) การวิเคราะห์แผ่นดินไหวและ พายุ (Earthquake and Storm Analysis) งานเหมืองและสำรวจแร่ (Mineral Exploration and Extraction) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy Systems) งานเพิ่มผลผลิตด้านเกษตร (Crop production)

6. งานทางด้านพฤติกรรมและสังคม (Society and Behavior) เช่น การวิเคราะห์สัดส่วนระหว่างอาหารและจำนวนประชากร (Food / Population Analysis) งานนโยบายทางด้านการศึกษา (Educational Policies) งานโครงสร้างการจัดองค์กร (Organizational Structure) การวิเคราะห์ระบบสังคม (Social System Analysis) ระบบสวัสดิการ (Walfare Systems) การบริหารงานของมหาวิทยาลัย (University Administration)

2.2.3 เหตุผลสนับสนุนในการนำวิธีการจำลองแบบปัญหามาใช้แทนการทดลองกับระบบงานจริง

1. การทดลองกับระบบงานจริง อาจจะก่อให้เกิดความขัดข้องไม่สะดวกในการทำงานตามปกติของระบบงานจริง

2. การทดลองกับระบบงานจริง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประสิทธิภาพในการทำงานของคน อาจทำให้ได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อน โดยมีสาเหตุมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของคน จึงส่งผลให้ได้ข้อมูลที่อาจจะมีค่าสูงกว่า หรือต่ำกว่าความเป็นจริง

3. การทดลองกับระบบงานจริงนั้น มีความยุ่งยากในการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอ ทำให้ผลการทดลองที่ได้ในแต่ละครั้งจากการทดลอง อาจจะไม่ใช่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ภายใต้เงื่อนไขกลุ่มเดียวกัน

4. การทดลองกับระบบงานจริง อาจจะต้องใช้เวลาและค่าใช่จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้รับข้อมูลที่มีจำนวนเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

5. การทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปได้ยากที่จะทดลองกับเงื่อนไขในทุกรูปแบบที่ต้องการ

2.2.4 เงื่อนไขของระบบงานจริงที่เหมาะสมต่อการนำวิธีการจำลองแบบปัญหามาใช้ในการวิเคราะห์

1. เมื่อระบบงานจริงนั้น ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ ด้วยวิธีการแก้ปัญหา โดยวิธีทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบงานจริง ก่อให้เกิดขั้นตอนและวิธีการคำนวณในการวิเคราะห์ที่ยุ่งยาก เสียเวลาและแรงงานมาก

3. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการจำลองแบบปัญหามาวิเคราะห์ ถูกกว่าการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญมาแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ไม่มีความยุ่งยากลำบากมาก แต่เกินขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่

5. มีความจำเป็นที่จะต้องสร้างสถานการณ์ในอดีตขึ้นมา เพื่อจะศึกษา หรือประเมินค่าพารามิเตอร์ของระบบงาน

6. มีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการจำลองแบบปัญหาเพียงวิธีการเดียว เพราะว่าไม่สามารถดำเนินการทดลอง และตรวจวัดผลกับระบบงานจริงที่อยู่ในสภาวะการทำงานจริง

7. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาของการใช้งาน ระบบงานนานๆ อย่างเช่น การศึกษาผลกระทบจากปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ การศึกษาสภาพความคับคั่งของการจราจรบนท้องถนน เป็นต้น

2.2.5 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา (Advantage and Disadvantage of Simulation)

การจำลองแบบปัญหา เป็นเครื่องมือที่ใช้บอกผลลัพธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นมาจากระบบงานที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ของระบบงานจริง ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจจะนำไปใช้งานได้โดยตรง หรืออาจจะต้องนำไปวิเคราะห์ต่ออีกทอดหนึ่ง แต่เนื่องจากว่าการจำลองแบบปัญหา มีแนวความคิดพื้นฐานที่สามารถเข้าใจได้โดยง่ายกว่า วิธีการวิเคราะห์ปัญหาแบบอื่นๆ และบ่อยครั้งที่แบบจำลองของการจำลองแบบปัญหาง่ายต่อการอ้างเหตุผลสนับสนุนต่อการตัดสินใจของผู้บริหารมากกว่าแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ (Anaytical Model) บางตัว จึงส่งผลให้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองแบบปัญหา มีความเชื่อถือได้มากกว่า เพราะว่าพฤติกรรมของการจำลองแบบปัญหาสามารถจะถูกเปรียบเทียบกับพฤติกรรมของระบบงานจริงได้ และการจำลองแบบปัญหาต้องการข้อสมมติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ด้วยเหตุนี้การจำลองแบบปัญหาก็ยังคงคุณลักษณะที่แท้จริง (True Characteristics) ของระบบงานจริงได้

การจำลองแบบปัญหาไม่สามารถที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุดกับเราได้เหมือนกันกับวิธีการวิเคราะห์บางอย่าง แต่มันก็เปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์และทำการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ หรือสามารถเป็นแนวทางในการช่วยตัดสินใจ ภายใต้สภาวะเงื่อนไขหรือตัวแปรที่เรากำหนด แต่มีข้อยกเว้นว่า การที่จะนำเอาแบบจำลองปัญหาไปหาคำตอบที่ดีที่สุดได้นั้น จะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ภายใต้แบบจำลองที่จะป้อนข้อมูลเข้าไปให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ

การจำลองแบบปัญหาได้ช่วยในการวิเคราะห์ ปรับปรุและพัฒนาระบบงาน สำหรับศึกษาพฤติกรรมของระบบงาน เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบงานใหม่ๆ หรือใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ ที่มีอยู่ และอื่นๆ อีกมากมาย การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีการที่อาจจะช่วยแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้น เมื่อเราพบปัญหาภายในระบบงาน จะต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆ เสียก่อน ว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ไขปัญหา เมื่อเป็นดังนี้ จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดี และข้อเสียของเครื่องมือ เพื่อช่วยในการตัดสินใจว่า เครื่องมือนั้นๆ เหมาะสมเพียงใดในการนำไปใช้แก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.1 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา

(ก) ใช้กำหนดนโยบายใหม่ กำหนดโครงสร้างการทำงาน มีบทบาทช่วยในการตัดสินใจสำหรับโครงการต่างๆ กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน กำหนดโครงสร้างการจัดองค์กร กำหนดการไหลของข้อมูลข่าวสาร ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ สามารถทดลองโดยแบบจำลองปัญหาโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือน หรือเกิดความยุ่งยากกับระบบงานจริงที่กำลังดำเนินการอยู่

(ข) สามารถนำการจำลองแบบปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาและประเมินผลกับระบบงานที่มีความซับซ้อน ที่ไม่สามารถจะอธิบายได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์อื่นๆ

(ค) มีความสะดวก รวดเร็ว ต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางเลือกอื่นๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อการใช้งาน (Best Solution)

(ง) สามารถที่จะดำเนินการทดสอบกับระบบฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบใหม่ การจัดวางผังทางกายภาพที่ออกแบบใหม่ ระบบการขนส่งที่ออกแบบใหม่ เป็นต้น เพื่อทราบผลลัพธ์จากการออกแบบใหม่ ก่อนที่จะมีการจัดสรรทรัพยากร หรือเครื่องมือเครื่องใช้ใหม่ๆ เพิ่มเติมให้กับระบบงานที่จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า

(จ) สามารถประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ เพราะว่า เราสามารถควบคุมเวลาได้โดยการใช้โปรแกรมการจำลองแบบปัญหา และเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ในการช่วยวิเคราะห์ ซึ่งใช้เวลาเพียงไม่ถึงชั่วโมงในการวิเคราะห์ และสามารถเร่งความเร็ว หรือชะลอความเร็วในการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจะทำการศึกษา แต่ถ้าหากเราไปทดลองกับระบบงานจริง อาจจะต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์เป็นวัน เดือน กว่าที่จะได้รับผลวิเคราะห์ที่น่าพอใจ

(ฉ) การจำลองแบบปัญหา ทำให้ไม่ต้องไปทดลองกับระบบงานจริง ซึ่งเราสามารถทดลองได้กับเงื่อนไขทุกรูปแบบ และสามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองให้มีความคงที่ได้

(ช) การจำลองแบบปัญหา สามารถทำให้เราได้รับความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เกี่ยวกับระบบงานว่า ตัวแปรตัวใดในระบบงานที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อสมรรถนะของระบบงาน และยังทราบอีกด้วยว่าตัวแปรต่างๆ ในระบบงานเกิดปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร

(ซ) จุดคับคั่งของงานสูง (Bottle neck) ในสายงานผลิต ระบบการขนส่งสินค้า และในระบบงานอื่นๆ สามารถจะรู้ได้โดยการจำลองแบบปัญหา

(ฌ) สมมติฐานเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เรายังไม่ทราบค่า จะสามารถหาคำตอบอย่างประมาณการ หรือสามารถได้รับการทดสอบ สำหรับความเป็นไปได้ในการเกิดโดยการใช้การจำลองแบบปัญหา

(ญ) การจำลองแบบปัญหา ยังเป็นประโยชน์สำหรับระบบงานที่ยังไม่ได้มีอยู่จริง หรือระบบงาน ที่เรามีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับมันอยู่อย่างจำกัด ซึ่งเราสามารถทดลองได้ในแบบจำลองปัญหา โดยสามารถออกแบบให้เป็นไปตามแนวความคิด และเงื่อนไขของตัวแปรต่างๆ ที่คาดว่าจะมี

2.2.5.2 ข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา

(ก) เนื่องจากผลลัพธ์ของแบบจำลองปัญหา บางทีเป็นสิ่งที่ยากอธิบายได้ เพราะว่าแบบจำลองปัญหา เป็นการพยายามที่จะจำลองเหตุการณ์ในระบบงานจริง โดยใช้ตัวเลขสุ่ม มันจึงยากจะอธิบายว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เกิดจากระบบงานจริง หรือเกิดจากสุ่มตัวเลข ซึ่งมีโอกาสที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีข้อผิดพลาด

(ข) การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองปัญหาที่ดีนั้น จะต้องใช้เวลา และค่าใช้จ่ายจำนวนมากรวมทั้งต้องอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้ความชำนาญ และความเข้าใจในตัวระบบงานที่ซับซ้อน เป็นอย่างสูงของผู้สร้างแบบจำลอง จึงจะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการจำลองแบบปัญหามีความน่าเชื่อถือสูงและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในงานได้อย่างแท้จริง

(ค) ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองปัญหา ไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถวัดขนาดของความแม่นยำได้ แม้จะมีการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อมูลเสียหายไปได้

(ง) แบบจำลองปัญหาที่ได้ในบางครั้ง ดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริง แบบจำลองปัญหานั้น อาจจะไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่นั้นก็ตอบได้ยาก

2.2.6 กระบวนการจำลองแบบปัญหา (Simulation Process)

สาระสำคัญ หรือจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา (Simulation Modelling) ก็คือ เพื่อจะช่วยเหลือผู้ที่ทำการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบงาน ซึ่งจะต้องมีองค์ประกอบ คือ ผู้สร้างแบบจำลองต้องมีประสบการณ์ มีความเข้าใจในระบบงาน ที่มีความซับซ้อนเป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีเทคนิคในการแก้ไขปัญหาที่ดีระบบงาน ที่มีความซับซ้อนเป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีเทคนิคในการแก้ไขปัญหาที่ดี ด้วยการจำลองแบบปัญหา โดยจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของซอฟแวร์ทางวิศวกรรม ที่สามารถจะปฏิบัติได้ด้วยดี แม้ว่าการจำลองแบบปัญหา ไม่จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขปัญหาเสมอไป แต่การใช้การจำลองแบบปัญหาในปัจจุบัน มักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน จึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหา ในการจำลองแบบปัญหาที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ มีขั้นตอนการจำลองแบบปัญหา ดังนี้ คือ

กำหนดปัญหา (Problem Definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบงาน กล่าวคือ ทำไมเราต้องการแก้ไขปัญหา และอะไรคือคำตอบที่เราต้องการ

1. วางแผนโครงการ (Project Planning) เราต้องแน่ใจว่าเรามีบุคลากรในด้านต่าง ๆ อย่างเพียงพอ ในการสนับสนุนโครงการมีระบบการจัดการสนับสนุน มีการวางแผน และจัดหาระบบฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์อย่างเพียงพอต่อการทำงาน มีแหล่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะมาใช้ในการทำงาน และมีเจ้าหน้าที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เราต้องการ

2. ให้คำจำกัดความของระบบงาน (System Definition) เราต้องกำหนดขอบเขต (Boundaries) และข้อจำกัด (Restrictions) ที่จะใช้ในการให้คำจำกัดความระบบงาน และวิธีการวัดผลงานของระบบงาน

3. การสร้างแบบจำลอง (Conceptual Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่จะต้องทำการศึกษา ให้เขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงาน ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา กำหนดแนวทางในการปรับปรุง กำหนดโครงสร้างในการสร้างแบบจำลองของระบบงาน กำหนดชนิดของตัวแปรและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องภายในระบบงานที่ต้องการปรับปรุง หรือระบบงานที่ต้องการสร้างใหม่

4. การออกแบบทดลอง (Preliminary Experimental Design) คัดเลือกหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการตรวจวัดผล กำหนดปัจจัยของระบบงานที่จะถูกแปรเปลี่ยน กำหนดลำดับความสำคัญของปัจจัยเหล่านั้นที่จะถูกตรวจสอบ อย่างเช่น ข้อมูลอะไรที่จำเป็นจะต้องถูกรวบรวมจากแบบจำลองปัญหา รูปแบบของข้อมูลและจำนวนของข้อมูล กล่าวโดยสรุปแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบการทดลองที่จะทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูล ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เตรียมข้อมูลที่จะป้อนเข้าสู่แบบจำลอง (Input Data Preparation) ทำการรวบรวมและวิเคราะห์หาข้อมูลที่สำคัญของตัวแปรต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ป้อนให้กับแบบจำลอง และจัดเตรียมให้อยู่ในรูปที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้

6. การแปรรูปแบบจำลอง (Model Translation) เปลี่ยนแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจำลองแบบปัญหาที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

7. การทดสอบความถูกต้อง และการทำให้สมบูรณ์ใช้งานได้ (Verification and Validation) เป็นขั้นตอนของการยืนยันว่าแบบจำลองทำงานในแนวทางที่ผู้วิเคราะห์ตั้งใจไว้ และผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสามารถจะเชื่อถือได้ รวมทั้งแสดงให้เห็นว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของผลลัพธ์จากระบบงานจริงได้ กล่าวโดยสรุปแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของการจำลองแบบปัญหา เพื่อช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองนี้ สามารถใช้แทนระบบงานจริงได้ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา และถ้าตรวจพบจุดบกพร่อง หรือความไม่สมบูรณ์ของแบบจำลอง ก็จะต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยให้ใกล้เคียงกับระบบงานจริงด้วยการเปรียบเทียบจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์

8. การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Final Experimental Design) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดสอบอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลอย่างเพียงพอ

9. การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ตามที่ต้องการจากการจำลองแบบปัญหา และวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากแบบจำลอง

10. การวิเคราะห์และตีความผลการทดลอง (Analysis and Interpretation) เป็นการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง โดยตรวจดูว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ไขปัญหาจะได้ผลอย่างไร

11. การนำไปใช้งาน (Implementation) จากผลการทดลองให้เลือกวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาให้ได้ดีที่สุดไปใช้ในระบบงานจริง

12. การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (Documentation) เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างแบบจำลอง วิธีการใช้งาน และผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุง ดัดแปลงแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบงาน ฯลฯ

2.3 การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานทางสถิติ (Statistical hypothesis) คือ ข้อสมมติ หรือกำกล่าวหรือถ้อยแถลงที่เกี่ยวข้องกับประชากรที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจจะเป็นความเชื่อของบุคคลใดบุคคลหนึ่งก็ได้ เช่น ผู้จัดการบริษัทผลิตหลอดไฟชนิดไส้ เชื่อว่าอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 1,300 ชั่วโมง เมื่อทำการเปิดติดต่อกัน หรือผู้จัดการบริษัทประกันภัยเชื่อว่า ส่วนแบ่งของบ้านเรือนที่ทำประกันภัยของบริษัทเขาเป็น 56% เป็นต้น

การทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติ (Statistical testing) คือ กฎเกณฑ์อย่างหนึ่งในการตัดสินว่า จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานทางสถิติที่ตั้งขึ้น ดังนั้น การทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติ ก็คือ การที่จะตัดสินใจปฏิเสธ หรือยอมรับข้อสมมติที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ของประชากรนั่นเอง ความจำเป็นในการทดสอบสมมติฐานเพื่อให้ผู้ทดสอบ หรือตัดสินใจมีความมั่นใจบ้าง เพราะหากตัดสินใจโดยขาดการทดสอบ หรือพิสูจน์บางอย่าง อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้มาก เช่น นาย ก จะซื้อหลอดไฟไปใช้ในบ้านจัดสรรที่เขาเป็นเจ้าของ หากมีการโฆษณาว่า หลอดไฟยี่ห้อหนึ่งประหยัดได้ถึง 75% ถ้านาย ก ตัดสินใจซื้อ คือ ยอมรับโดยเชื่อว่าเป็นความจริง ซึ่งอาจจะตัดสินใจผิดพลาดได้ ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาย ก จะทดลองซื้อหลอดไฟมาเป็นตัวอย่าง และทดลองใช้ดู หากหลอดไฟประหยัดไฟ 75% แล้วจึงซื้อ หรือถ้าประหยัดไฟไม่ได้ 75% ก็ไม่ซื้อหรือปฏิเสธ อย่างที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ คือการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ และการตัดสินใจภายใต้ความเป็นเหตุเป็นผลอีกด้วย

2.3.1 ชนิดของสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติเพื่อทดสอบแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. สมมติฐานหลัก หรือสมมติฐานว่าง (Null hypothesis)
2. สมมติฐานรอง หรือสมมติฐานอื่น หรือสมมติฐานแย้ง (Alternative hypothesis)

สมมติฐานหลัก (**Null hypothesis**) คือ ข้อสมมติฐานที่ผู้ทดสอบต้องการทดสอบว่ายอมรับได้หรือไม่ ใช้สัญลักษณ์ H_0 ซึ่งสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวข้องกับ μ, σ^2 และ p

สมมติฐานรอง (**Alternative hypothesis**) คือ สมมติฐานที่ผู้ทดสอบตั้งขึ้นมาให้ขัดแย้งกับสมมติฐานหลัก ใช้สัญลักษณ์ H_a หรือ H_1

H_0 : อายุการใช้งานของหลอดไฟเป็น 1,000 ชั่วโมง

เราอาจจะตั้งสมมติฐานรองให้ขัดแย้งกับสมมติฐานหลัก ดังนี้

H_1 : อายุการใช้งานของหลอดไฟ น้อยกว่า 1,000 ชั่วโมง

หรือ H_1 : อายุการใช้งานของหลอดไฟ มากกว่า 1,000 ชั่วโมง

หรือ H_1 : อายุการใช้งานของหลอดไฟ ไม่เท่ากับ 1,000 ชั่วโมง

การตั้งสมมติฐานรองนั้นใน 3 แบบ ต้องตั้งเพียงแบบเดียวเท่านั้น ถ้าเป็นสมมติฐานที่ทางสถิติส่วนมากจะพบว่าเป็นดังนี้

$H_0: \mu = 3.5$

$H_1: \mu < 3.5$ หรือ $H_1: \mu > 3.5$ หรือ $H_1: \mu \neq 3.5$ เป็นต้น

การตั้งสมมติฐานในที่นี้ก็คือ การทดสอบสมมติฐานหลักนั้นเอง การปฏิเสธก็เป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือยอมรับก็คือ การยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) การปฏิเสธหรือการยอมรับเป็นการอาศัยตัวสถิติจากตัวอย่าง เป็นเครื่องมือช่วยเท่านั้น ว่าควรจะยอมรับหรือปฏิเสธ

2.3.2 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบสมมติฐาน เพื่อการตัดสินใจจะยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 ซึ่งการตัดสินใจดังกล่าวอาจมีข้อผิดพลาดได้ และข้อผิดพลาดทางสถิติแบ่งเป็น 2 ประเภท

ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error) คือ ความผิดพลาดอันเกิดจากการที่เราปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ถูกต้องหรือเป็นจริง ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 นี้ เรียกว่า ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) มักใช้สัญลักษณ์ α แทน

α = P (Type I Error)

α = P (ปฏิเสธ H_0 / H_0 ถูกต้อง)

ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error) คือ ความผิดพลาดอันเกิดจากการที่เรายอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ไม่ถูกต้องหรือเป็นเท็จ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 นี้ มักใช้สัญลักษณ์ β แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

β = P (Type I Error)

β = P (ยอมรับ H_0 / H_0 เท็จ)

สิ่งที่คู่กับ β หรือความน่าจะเป็นที่เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 2 คือ อำนาจการทดสอบ (Power of the test) ซึ่งเท่ากับ 1 - β ในการทดสอบสมมติฐานเราต้องการให้เกิดอำนาจทดสอบสูงๆ จากทดสอบสมมติฐานและความผิดพลาดทั้ง 2 ประเภท พอสรุปได้ดังนี้

ในการทดสอบสมมติฐานเราต้องการให้เกิด α และ β ต่ำ ถ้าขนาดตัวอย่างคงที่ α และ β จะต่ำพร้อมกันไม่ได้ แต่โดยทั่วไปในการทดสอบสมมติฐานนั้น α เราสามารถกำหนดล่วงหน้าได้ คือ α = 0.01 , 0.05 หรือ 0.1 ส่วนการที่ลดขนาด β ให้ต่ำลงทางหนึ่งก็คือ เพิ่มขนาดตัวอย่างในการทดสอบ ซึ่งจะทำให้ 1- β มีค่าขึ้นนั้นเอง

2.3.3 ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐาน (Steps for hypothesis testing)

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) ดังที่ได้กล่าวแล้ว สมมติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบมี 2 แบบ คือ สมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ของประชากร คือ μ, σ^2 และ p และในที่นี้ใช้ θ แทน

สมมติฐานหลักมีรูปแบบเป็น

$$H_0 : \theta = \theta_0 : \theta_0 \text{ เป็นค่าคงที่}$$

และสมมติฐานรอง มี 2 อย่างคือ

สมมติฐานรองทางเดียว (One-sided alternative hypothesis) มีรูปแบบดังนี้

$$H_1 : \theta < \theta_0 \quad \text{หรือ}$$

$$H_1 : \theta > \theta_0$$

สมมติฐานรองสองทาง (Two-sided alternative hypothesis) มีรูปแบบดังนี้

$$H_1 : \theta \neq \theta_0$$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ (Specified the leveled of significance) โดยปกติเรามักจะกำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 หรือ 0.01 หรือ 0.1

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติเพื่อทดสอบ และตั้งเกณฑ์การตัดสินใจ (Selecting the test statistics & establishing decision criteria) การทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย (μ) ดังนั้นตัวสถิติทดสอบมี 2 แบบ คือ ตัวสถิติ Z และตัวสถิติ t ซึ่งแล้วแต่กรณี

ถ้าในการทดสอบ μ เราทราบค่า σ^2 ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \qquad \text{หรือ} \qquad Z = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าทดสอบเกี่ยวกับ μ และไม่ทราบค่า σ^2 ขนาดตัวอย่างใหญ่ ($n \geq 30$)

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \qquad \text{หรือ} \quad Z = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

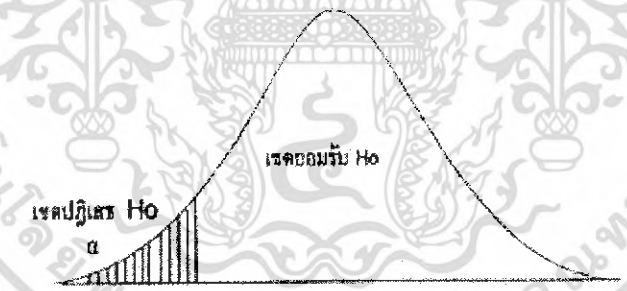
ถ้าทดสอบเกี่ยวกับ μ และไม่ทราบค่า σ^2 ขนาดตัวอย่างเล็ก ($n < 30$)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \qquad \text{หรือ} \quad t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

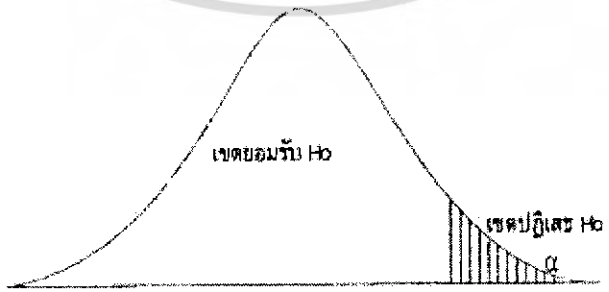
หรือ $$t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

ส่วนการตั้งเกณฑ์ตัดสินใจ จะต้องสัมพันธ์กับตัวสถิติทดสอบ , ระดับนัยสำคัญและสมมติฐานรอง ดังนี้

$H_1 : \theta < \theta_0$

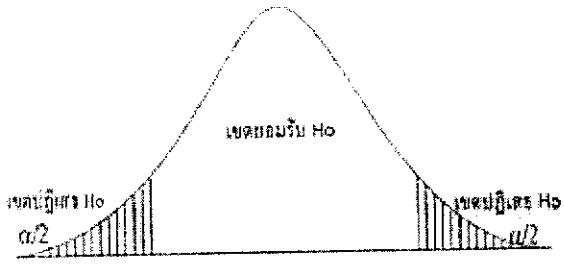


$H_1 : \theta > \theta_0$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$H_1 : \theta \neq \theta_0$



ส่วนที่สัมพันธ์กับตัวสถิติทดสอบ คือการใช้ตารางสถิติเพื่อเปิดหาจุดแบ่งเขตปฏิเสธและเขตยอมรับ H_0 ถ้าใช้ตัวสถิติทดสอบ Z และเปิดตัวปกติมาตรฐาน ถ้าใช้ตัวสถิติทดสอบ t ก็เปิดตาราง t

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติ (Experiment & Computational Statistics) ขั้นนี้คือการทำงานภาคสนาม หรือทำการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือข่าวสาร จากนั้นนำข้อมูลคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบที่เลือกใช้

ขั้นที่ 5 ตัดสินใจ หรือสรุปผล (Making Decision or Conclusion) ขั้นนี้คือนำค่าของตัวสถิติที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 4 มาเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจ ว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับ H_0

2.3.4 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร

2.3.4.1 <u>ถ้าทราบค่าความแปรปรวนของประชากร</u>

สุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรปกติ มีความแปรปรวน σ^2 และได้ค่าข้อมูลเป็น $X_1, X_2, ..., X_n$

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu, < \mu_0$ μ_0 คือค่าคงที่

$H_1 : \mu, < \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu, > \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu, \neq \mu_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ ในกรณีนี้ใช้

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

ตั้งเกณฑ์การตัดสินใจ

ถ้า $H_1 : \mu < \mu_0$ แล้ว จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Z_c < -Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : \mu > \mu_0$ แล้ว จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Z_c < +Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : \mu \neq \mu_0$ แล้ว จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|Z_c| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Z_c < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z_c > +Z_{\frac{\alpha}{2}}$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

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

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

ขั้นที่ 5 สรุปผล ถ้า Z_c ตกในเขตปฏิเสธก็จะปฏิเสธ H_0 และถ้า Z_c ตกในเขตยอมรับ นั่นหมายความว่า ไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะปฏิเสธ H_0

2.3.4.2 <u>ถ้าไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรและขนาดตัวอย่างใหญ่ ($n \geq 30$)</u>

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu = \mu_0$; μ_0 คือค่าคงที่

$H_1 : \mu < \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu > \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu \neq \mu_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ และตั้งเกณฑ์ในการตัดสินใจ

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}}$$

ใช้ S^2 แทนค่า σ^2

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (\overline{X_i} - \overline{X})^2$$

$$S^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n(n-1)}$$

การหาเกณฑ์การตัดสินใจเช่นเดียวกับหัวข้อ 2.3.4.1 ที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

$$Z_c = \frac{\overline{X} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

2.3.4.3 <u>ถ้าไม่ทราบค่าความแปรปรวน และขนาดตัวอย่างเล็ก</u> $(n < 30)$

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu = \mu_0$; μ_0 คือค่าคงที่

$H_1 : \mu < \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu > \mu_0$

หรือ $H_1 : \mu \neq \mu_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 กรณีนี้เราใช้สถิติ t เป็นตัวสถิติทดสอบ

ซึ่ง t มีองศาอิสระเป็น $n-1$

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$H_1 : \mu < \mu_0$

ถ้า $t_c < -t_{\alpha,n-1}$ จะปฏิเสธ H_0

($t_{\alpha,n-1}$ ค่าจากตาราง t เขตปฏิเสธ = α องศาอิสระ = $n-1$)

$H_1 : \mu > \mu_0$

ถ้า $t_c > t_{\alpha,n-1}$ จะปฏิเสธ H_0

$H_1 : \mu \neq \mu_0$

ถ้า $|t_c| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ จะปฏิเสธ H_0

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าสถิติ

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

ขั้นที่ 5 สรุปผลหรือตัดสินใจว่าปฏิเสธหรือยอมรับ H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนจากประชากรแบบปกติ

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : p = p_0$

$H_1 : p < p_0$

หรือ $H_1 : p > p_0$

หรือ $H_1 : p \neq p_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 กรณีนี้เราใช้ตัวสถิติ Z เป็นตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

ถ้า $H_1 : p < p_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $Z > Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : p > p_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $Z < Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : p \neq p_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $|Z| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

ขั้นที่ 4 การทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติ

ตัวอย่างจากประชากรที่ 1 $X_1, X_2, X_3, ..., X_n$

$X_i = 1$ ถ้าใช่ที่สนใจ $X_i = 0$ ถ้าไม่ใช่ที่สนใจ

$$p = \frac{x}{n} \quad ; \quad x = \sum_{i=1}^{n} X_1$$

$$Z_c = \frac{p - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0

2.3.6 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนจากประชากรแบบปกติ

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$

$H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$

หรือ $H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2$

หรือ $H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$$

ถ้า $H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $X^2 > X^2_{\alpha,n-1}$

ถ้า $H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $X^2 < X^2_{\alpha,n-1}$

ถ้า $H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $X^2 > X^2_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

หรือ $X^2 < X^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติ

ข้อมูลจากตัวอย่าง $X_1, X_2, X_3, ..., X_n$

$$S^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n(n-1)}$$

$$X_c^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2}$$

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจปฏิเสธหรือยอมรับ H_0

2.3.7 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากรแบบปกติสองชุด

การทดสอบสมมติฐาน เกี่ยวกับความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรสองชุดว่าต่างกันหรือไม่ หรือต่างกันมากน้อยเพียงใด โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

ให้ μ_1 แทนค่าเฉลี่ยจากประชากรที่ 1

μ_2 แทนค่าเฉลี่ยจากประชากรที่ 2

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$ d_0 เป็นค่าคงที่

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 < d_0$

หรือ $H_1 : \mu_1 - \mu_2 > d_0$

หรือ $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ และตั้งเกณฑ์การตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลือกตัวสถิติทดสอบมีเงื่อนไข 4 แบบ จะขออธิบายในที่นี้เลย เพราะขั้นตอนอื่นๆ ในการทดสอบสมมติฐาน ยังคงเหมือนเดิมทุกอย่าง

ก. ถ้าทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

ข. ถ้าไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 ; ขนาดตัวอย่างใหญ่

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

ค. ถ้าไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 ; แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ และขนาดตัวอย่าง (n_1 และ n_2) น้อยกว่า 30

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

โดยที่สถิติ t มีองศาอิสระเป็น $n_1 + n_2 - 2$

ง. ถ้าไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 ขนาดตัวอย่าง n_1 และ n_2 เล็ก ขณะเดียวกันถ้าทราบค่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2})}}$$

โดยตัวสถิติ t มีองศาความเป็น ν ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\nu = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1}\right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{n_2 - 1}}$$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าสถิติ

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับ H_0

2.3.8 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างไม่เป็นอิสระ

เรื่องการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างไม่เป็นอิสระกันเป็นเรื่องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองประชากรที่ได้ข้อมูลจากตัวอย่างชุดเดียวกัน เช่นการทดสอบประสิทธิภาพของยาลดน้ำหนักตัว เพื่อดูว่าน้ำหนักก่อนกินยาและหลังกินยาแล้วน้ำหนักตัวจะลดลงมากน้อยเพียงใด เพราะฉะนั้นเราจะต้องบันทึกน้ำหนักของคนก่อนกินยา (กรณีใช้คนเป็นตัวอย่าง) และเมื่อกินยาประจำผ่านไปแล้ว 1 เดือนจะบันทึกน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง นั่นคือใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวและได้ข้อมูล 2 ชุด เพื่อใช้วัดความแตกต่าง หรืออาจเป็นเรื่องการหาจำนวนสินแร่ทองคำในวัตถุชนิดหนึ่ง (หลายชิ้น) การหาอาจจะใช้วิธีทางเคมี หรือวิธีอื่นอีก 1 วิธีเพื่อศึกษาว่าจำนวนสินค้าแร่ทองคำวิธีการทั้งสองต่างกันหรือไม่ เป็นต้น

ในการทดสอบสมมติฐานมีขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างไม่เป็นอิสระกันมีดังนี้

ให้ μ_D แทนความแตกต่างค่าเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างไม่เป็นอิสระกัน $\mu_1 - \mu_2$

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_D = d_0$ (d_0 = ค่าคงที่)

$H_1 : \mu_D < d_0$

หรือ $H_1 : \mu_D > d_0$

หรือ $H_1 : \mu_D \neq d_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ และตั้งเกณฑ์การตัดสินใจ การเลือกตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบนี้อาจมีได้สองกรณี คือ กรณีขนาดตัวอย่างใหญ่ ($n \geq 30$) และ กรณีขนาดตัวอย่างเล็ก ($n < 30$)

กรณีที่ 1 ขนาดตัวอย่างเล็ก ($n < 30$)

ตัวสถิติทดสอบใช้ตัวสถิติ t และมีสูตรการคำนวณค่าดังนี้

$$t = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}}$$

ถ้าใช้ตัวสถิติ t ในการทดสอบเขตปฏิเสธสมมติฐานจะต้องเปิดตาราง t และมีลักษณะตามสมมติฐานรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D < d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t_c < -t_{\alpha,n-1}$

หรือตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D > d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t_c > t_{\alpha,n-1}$

หรือตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D \neq d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า

$|t_c| < -t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

โดยที่ $\bar{d}$ และ S_d มีสูตรการคำนวณจากข้อมูลต่อไปนี้

ค่าสังเกตที่ t	1	2	-	-	-	n
ค่าสังเกตที่ $1t$	X_{11}	X_{12}	-	-	-	X_{1n}
ค่าสังเกตที่ $2t$	X_{21}	X_{22}	-	-	-	X_{2n}
ผลต่างที่ t $d_t = X_{1t} - X_{2t}$	d_1	d_2	-	-	-	d_n

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$$

$$S_d^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} d_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} d_i)^2}{n(n-1)}$$

กรณีที่ 2 ขนาดตัวอย่างใหญ่ $(n \geq 30)$

ตัวสถิติทดสอบใช้ตัวสถิติ Z และมีสูตรการคำนวณค่าดังนี้

$$Z = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}}$$

ถ้าใช้ตัวสถิติ Z ในการทดสอบเขตปฏิเสธสมมติฐานจะต้องเปิดตารางปกติมาตรฐานและมีลักษณะตามสมมติฐานรอง

ถ้าตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D < d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $Z_c < -Z_\alpha$

หรือตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D > d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $Z_c > Z_\alpha$

หรือตั้งสมมติฐานรองว่า $H_1 : \mu_D \neq d_0$ แล้วจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $|Z_c| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าสถิติ

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับ H_0

2.3.9 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างสัดส่วนจากสองประชากรปกติ

ให้ p_1 แทนสัดส่วนจากประชากรที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ p_2 แทนสัดส่วนจากประชากรที่ 2

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 - p_2 = \Delta_0$$

$$H_1 : p_1 - p_2 > \Delta_0$$

หรือ $H_1 : p_1 - p_2 < \Delta_0$

หรือ $H_1 : p_1 - p_2 \neq \Delta_0$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบ และตั้งเกณฑ์ตัดสินใจ

ถ้า $\Delta_0 \neq 0$

ตัวสถิติทดสอบ $Z = \dfrac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - \Delta_0}{\sqrt{\dfrac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_1} + \dfrac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}}$ โดยที่ $\hat{q}_1 = 1 - \hat{p}_1$, $\hat{q}_2 = 1 - \hat{p}_2$

ถ้า $\Delta_0 = 0$

ตัวสถิติทดสอบ $Z = \dfrac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}(\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2})}}$ โดยที่ $\hat{q} = 1 - \hat{p}$, $\hat{p} = \dfrac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$

ถ้า $H_1 : p_1 - p_2 > \Delta_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $Z > Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : p_1 - p_2 < \Delta_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $Z < Z_\alpha$

ถ้า $H_1 : p_1 - p_2 \neq \Delta_0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $|Z| > Z_{\alpha/2}$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติ

ตัวอย่างจากประชากรที่ 1 $X_{11}, X_{12}, X_{13}, \ldots, X_{1n_1}$

ถ้า $X_{1i} = 1$ ถ้าใช่ที่สนใจ โดยที่ $X_{1i} = 0$ ถ้าไม่ใช่ที่สนใจ

ตัวอย่างจากประชากรที่ 2 $X_{21}, X_{22}, X_{23}, \ldots, X_{2n_2}$

ถ้า $X_{2i} = 1$ ถ้าใช่ที่สนใจ โดยที่ $X_{2i} = 0$ ถ้าไม่ใช่ที่สนใจ

$$\hat{p}_1 = \frac{x_1}{n_1}; x_1 = \sum_i X_{1i}$$

$$\hat{p}_2 = \frac{x_2}{n_2}; x_2 = \sum_i X_{2i}$$

ถ้า $\Delta_0 \neq 0$

$$Z_c = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - \Delta_0}{\sqrt{\dfrac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_1} + \dfrac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}}$$

ถ้า $\Delta_0 = 0$

$$Z_c = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}(\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2})}} \quad ; \hat{q} = 1 - \hat{p}, \hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0

2.3.10 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างความแปรปรวนของประชากรแบบปกติสองชุด

ให้ σ_1^2 แทนความแปรปรวนจากประชากรที่ 1

σ_2^2 แทนความแปรปรวนจากประชากรที่ 2

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

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

$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ หรือ

$H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$ หรือ

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติทดสอบและตั้งเกณฑ์การตัดสินใจ

$$F = \frac{S_1^2 / \sigma_1^2}{S_2^2 / \sigma_2^2}$$

ถ้า $H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $F > F_{\alpha,\nu_1,\nu_2}$

ถ้า $H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $F > F_{1-\alpha,\nu_1,\nu_2}$

ถ้า $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $F > F_{\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2}$ หรือ

$F > F_{1-\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2}$

ขั้นที่ 4 ทดลองและคำนวณค่าตัวสถิติ

ตัวอย่างจากประชากรที่ 1 $X_{11}, X_{12}, X_{13}, \ldots, X_{1n_1}$

ตัวอย่างจากประชากรที่ 2 $X_{21}, X_{22}, X_{23}, \ldots, X_{2n_2}$

$$S_1^2 = \frac{n_1 \sum_{i=1}^{n} X_{1i}^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_{1i})^2}{n_1(n_1 - 1)}$$

$$S_2^2 = \frac{n_2 \sum_{i=1}^{n} X_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_{2i})^2}{n_2(n_2 - 1)}$$

$$F_c = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

ขั้นที่ 5 สรุปผลและตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

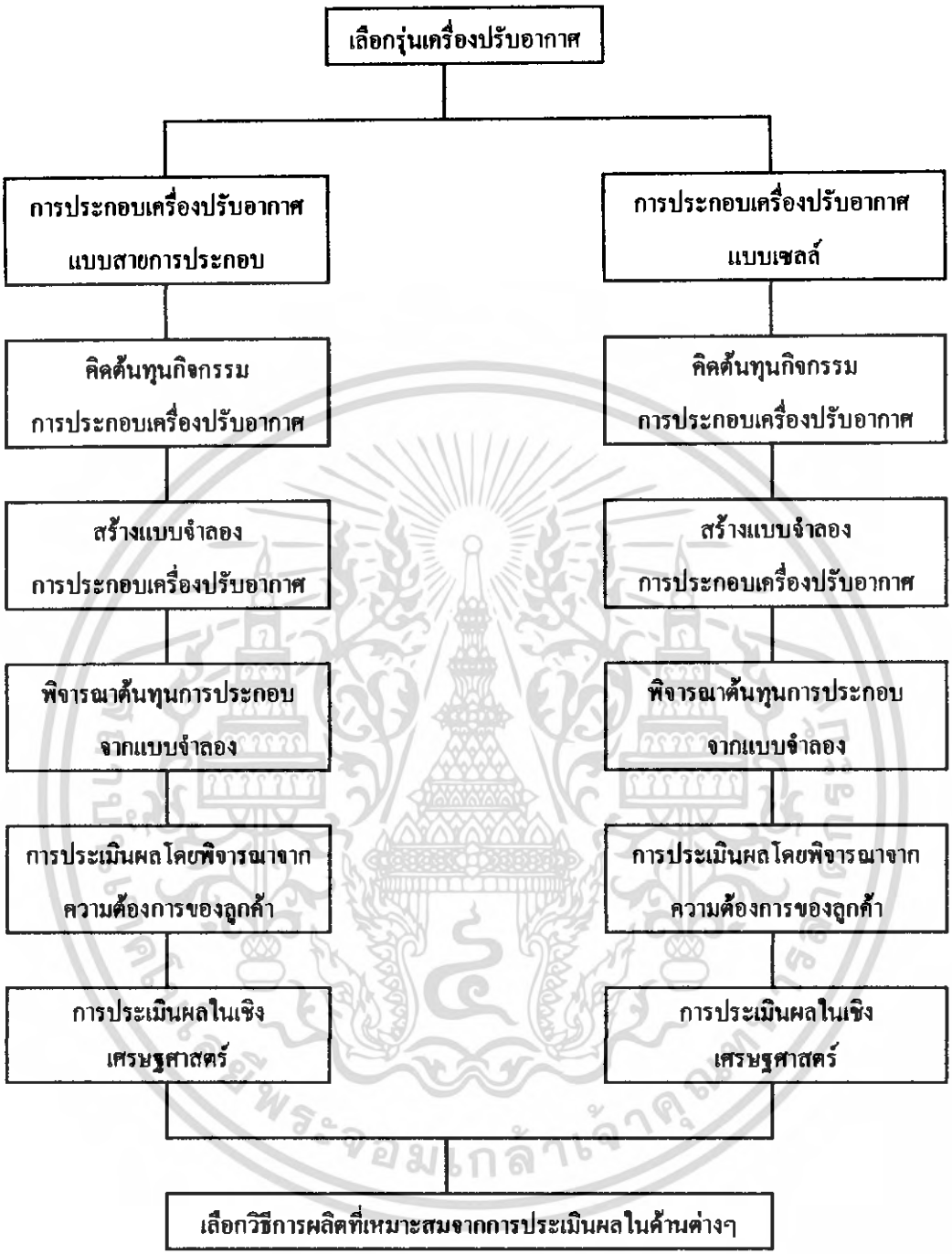
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในรายละเอียดของบทที่ 3 นี้เป็นขั้นตอนการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะกล่าวถึงข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศ นำไปสู่การรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นที่ต้องการการแก้ไข และทำการแก้ปัญหาโดยการนำเอาวิธีการคิดต้นทุนตามกิจกรรมมาประยุกต์ใช้ในการประมาณต้นทุนการผลิต สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยการวิเคราะห์ต้นทุนและประเมินรูปแบบของการผลิต ต่อจากนั้นเป็นการวิเคราะห์ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีศึกษานี้เป็นโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ โดยขั้นตอนต่างๆในการดำเนินงานมีดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาระบบการทำงานพร้อมทั้งปัญหากรณีศึกษา
   - เลือกรุ่นเครื่องปรับอากาศจำนวน 5 รุ่น
   - ศึกษาต้นทุนกิจกรรม ได้แก่
   - ต้นทุนวัตถุดิบ (Material Cost)
   - ต้นทุนจากการใช้งานเครื่องจักร (Machine Cost)
   - ต้นทุนจากการติดตั้งเครื่องจักร(Set up Cost)
   - ต้นทุนในการขนย้ายวัสดุ (Material Handling Cost)
3. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษาและปรับปรุง
4. เตรียมและรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษา
5. ศึกษาโปรแกรม Promodel6.0
6. ประเมินต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง
7. สร้างแบบจำลองปัญหา
8. เกณฑ์การประเมินผล (Measure of Performance) สำหรับการคัดเลือกรูปแบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์
   - พิจารณาจากต้นทุนกิจกรรมที่ต่ำ เปรียบเทียบระหว่างการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบและแบบเซลล์
   - พิจารณาจุดคุ้มทุนและจากปริมาณความต้องการของลูกค้า
9. สรุปและเสนอแนะ
10. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

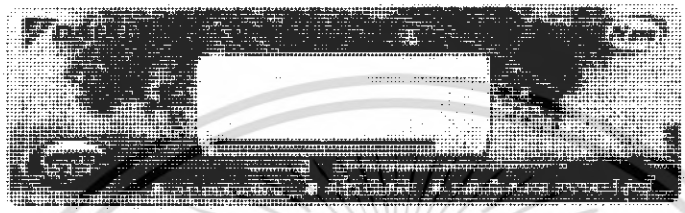
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ข้อมูลโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้ต้นทุนกิจกรรมกับอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศ ผลิตภัณฑ์ของโรงงานมีเครื่องปรับอากาศหลายรูปแบบ อาทิเครื่องปรับอากาศสำหรับบ้านพักอาศัยและอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม, น้ำยาทำความเย็น อุปกรณ์ไฮโดรลิค เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ทำการผลิตและจำหน่ายในเมืองไทย อาทิเช่น

1. Daikin Siesta เครื่องปรับอากาศที่ให้อากาศบริสุทธิ์ (AT09-18FV2S) และช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งให้ความเย็นสบาย ด้วยแผ่นฟอกอากาศ 2 ประสิทธิภาพในแผ่นเดียว

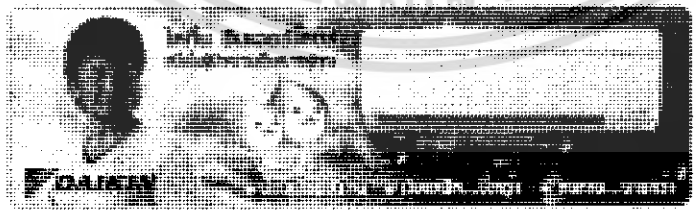


รูปที่ 3-2 เครื่องปรับอากาศ Daikin Siesta

2. Daikin FTE Series เครื่องปรับอากาศที่ให้ความเย็นสบาย (FTE09-12DV2S) ช่วยประหยัดพลังงาน นอกจากนั้นยังอากาศบริสุทธิ์ และฟังก์ชั่นต่างๆที่ทันสมัย

รูปที่ 3-3 เครื่องปรับอากาศ Daikin FTE Series

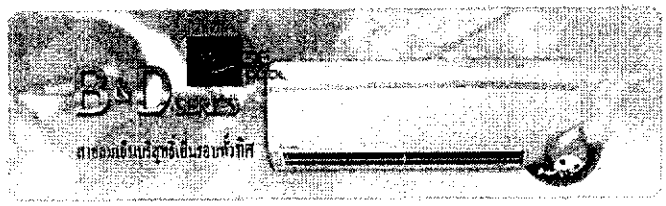
3. Daikin Inverter ประหยัดพลังงานพร้อมความเย็นสบาย (FTKD09-24D/BVMS) ระบบอิเวอร์เตอร์เป็นนวัตกรรมเครื่องปรับอากาศที่ช่วยประหยัดพลังงานโดยเฉพาะ นอกจากนั้นยังมีฟังก์ชั่นต่างๆที่ทันสมัย



รูปที่ 3-4 เครื่องปรับอากาศ Daikin inverter

4. Daikin Wide Cool เครื่องปรับอากาศที่ให้ความเย็นสบาย (FT09-24DV2S/BV1LS) ช่วยประหยัดพลังงาน นอกจากนั้นยังอากาศบริสุทธิ์ เพราะฟังก์ชั่นต่างๆที่ทันสมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

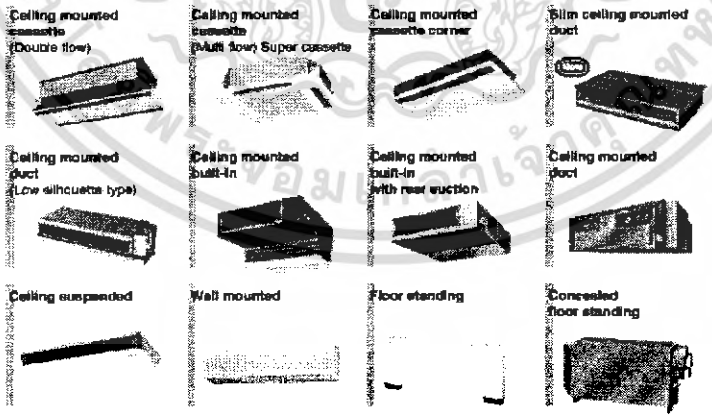


รูปที่ 3-5 เครื่องปรับอากาศ Daikin Wide Cool

5. Daikin VRV II ระบบปรับอากาศสำหรับอาคาร

รูปที่ 3-6 เครื่องปรับอากาศ Daikin VRV II

6. Daikin VRV II-S เทคโนโลยีระบบปรับอากาศสำหรับห้องชุดคอนโดมิเนียม สำนักงานขนาดเล็ก หลากหลายขนาดเพื่อความลงตัวในการเลือกใช้ เล็ก กระทัดรัด เงียบ และประหยัด



รูปที่ 3-7 เครื่องปรับอากาศ Daikin VRV II-S

ในส่วนของการผลิต เครื่องปรับอากาศแต่ละแบบยังแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่อยู่ภายในกับส่วนที่อยู่ภายนอกอาคาร โรงงานจึงแยกส่วนของการผลิตออกเป็นทั้งหมด 10 สายการผลิต ได้แก่ สายการผลิตที่ผลิตเครื่องปรับอากาศที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ด้านในตัวอาคาร(Indoor Unit) คือ สายการผลิตชื่อ F1,F2,F3,F4 และ F5 ส่วนสายการผลิตที่ผลิตเครื่องปรับอากาศที่ใช้ด้านนอกตัวอาคาร(Outdoor Unit) คือ R1,R2,R3,R4 และ R5 นอกจากนี้ยังมีส่วนของการผลิตคอมเพรสเซอร์และสายการผลิตรองของแต่ละสายการผลิตหลักๆอีกด้วย

การวิเคราะห์และการศึกษาครั้งนี้ ได้เกิดขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดต้นทุนการผลิตเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ระบบต้นทุนตามกิจกรรม เพื่อทำการแก้ปัญหาด้านการตัดสินใจในด้านต้นทุนการผลิตเพื่อช่วยในการคัดเลือกรูปแบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์แต่ละแบบ และเป็นแนวทางให้กับอุตสาหกรรมในด้านเดียวกันต่อไป

ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้ต้นทุนกิจกรรมของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ ทำให้ผู้บริหารได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจในด้านต้นทุนการผลิต

3.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัญหาของการคำนวณต้นทุนการผลิตแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง พบว่าต้นทุนผลิตภัณฑ์เกิดจากการประมาณการเท่านั้น ไม่มีการแสดงรายละเอียดสาเหตุของต้นทุนที่เกิดขึ้นทำให้ข้อมูลที่ได้รับไม่เพียงพอต่อการใช้ประกอบการตัดสินใจทางธุรกิจและเลือกระบบการผลิตที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์ได้

สรุปปัญหาที่พบได้ดังนี้

1. ต้นทุนที่คำนวณได้จากระบบเดิม ไม่ใช่การประเมินผลที่แท้จริงเป็นเพียงการประมาณการเท่านั้น
2. ไม่มีการวิเคราะห์ว่าระหว่างการผลิตแบบสายการประกอบกับแบบเซลล์แบบใดใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าโดยการใช้การประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง
3. ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าการผลิตแบบใดเหมาะกับผลิตภัณฑ์ชนิดใด เนื่องมาจากไม่ได้มีการประเมินผลในเรื่องนี้มาก่อน

จากปัญหาเบื้องต้น ต้องมีการคำนวณหาต้นทุนมาตรฐานที่สามารถช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งต้องได้รับทราบต้นทุนการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ โดยในวิธีการประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง (ABC : Activity Based Costing) จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และเนื่องจากเพื่อการประเมินผลที่ใกล้เคียงกับของจริงจึงนำการจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วย

การดำเนินของวิธีการประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบต้นทุนแบบเดิมแล้วจะก่อให้เกิดการปรับปรุงระบบการวัดผลที่แม่นยำมากขึ้น ประการแรก เนื่องจากวิธีการประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง ได้มีการใช้ตัวผลักดันต้นทุนที่หลากหลาย จึงได้มีการจัดสรรต้นทุนทางอ้อมให้กับผลิตภัณฑ์ (Cost Object) บนฐานตัวผลักดันต้นทุนที่สะท้อนความถูกต้องของระบบต้นทุน และอีกประการหนึ่งคือได้คำนึงถึงว่าผลิตภัณฑ์ (Cost Object) จะประกอบด้วยกิจกรรมประเภทต่างๆ ตามสัดส่วนที่แตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อต้นทุนที่แตกต่างกัน การนำเอาวิธีการประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง มาประยุกต์ใช้ในการประมาณต้นทุนการผลิต มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์และระบุกิจกรรม
2. ระบุต้นทุนตามกิจกรรม
3. คำนวณอัตราต้นทุนกิจกรรม
4. คำนวณต้นทุนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์

การใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยในการประเมินต้นทุน เนื่องจากการคำนวณแบบธรรมดานั้นไม่สามารถตอบสนองต่อความผันแปรของตัวแปรบางตัวได้ อาทิเช่น เวลาในการประกอบของพนักงาน เวลาที่เครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสีย ค่าไฟ ค่าเครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น ซึ่งวิธีการนี้จะได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงมากกว่าการคำนวณแบบธรรมดา ขั้นตอนการนำเอาการจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วย มีดังนี้

1. คำนวณต้นทุนที่ได้จากวิธีการประเมินผลต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง
2. หาการกระจายตัวของตัวแปรที่ไม่แน่นอน
3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์
4. ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์
5. คำนวณต้นทุนที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์

การวิเคราะห์ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์ จะเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจคัดเลือกรูปแบบที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์ มีวิธีการดังนี้

1. วิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากแบบจำลองสถานการณ์
2. วิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากปริมาณความต้องการของลูกค้า

3.4 เตรียมและรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษา

3.4.1 คัดเลือกรุ่นเครื่องปรับอากาศที่ต้องการวิเคราะห์

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเครื่องปรับอากาศที่สายการผลิต F1 (ระบบสายการผลิต) และสายการผลิต F4 (ระบบเซลล์) โดยสายการผลิตทั้งสองเป็นสายการผลิตที่ผลิตเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Unit) ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสายการผลิตทั้งสองนี้มีทั้งสิ้น 5 รุ่น ได้แก่

1. เครื่องปรับอากาศรุ่น NEW-WALL
2. เครื่องปรับอากาศรุ่น SKY-AIR
3. เครื่องปรับอากาศรุ่น GES-VRV
4. เครื่องปรับอากาศรุ่น GMS
5. เครื่องปรับอากาศรุ่น FTE

3.4.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการประกอบเครื่องปรับอากาศของแบบสายการประกอบและแบบเซลล์

การเปรียบเทียบระหว่างกิจกรรมสองกิจกรรม จำเป็นต้องเลือกกิจกรรมที่มีขั้นตอนเหมือนการผลิตเหมือนกัน ดังนั้นจึงเลือกกิจกรรมการประกอบเครื่องปรับอากาศทั้ง 5 รุ่น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน และทำการผลิตทั้งแบบสายการประกอบและแบบเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-1 ขั้นตอนการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบสายการผลิต

คนที่	ลำดับที่	ขั้นตอน
1	1	ยก Bottom Frame Ass'y พร้อมกับชิ้นส่วนอื่นๆ ลงวางบน Conveyer
	2	วาง Right side panel ส่วนล่างลงบนตัว Bottom Frame Ass'y ทางด้านขวา
	3	ประกอบมอเตอร์เข้ากับ Cross Flow Fan ด้วยการยิงสกรู
	4	ประกบ Right side panel ส่วนบนเข้ากับ Right side panel ส่วนล่าง
	5	เก็บสายไฟ
	6	วาง Upper moter cover ลงปิดส่วนของมอเตอร์
	7	เก็บกล่องใส่ชิ้นส่วนให้เข้าที่
2	8	ประกอบ Upper moter cover เข้ากับ Bottom Frame Ass'y ด้วยการยิงสกรู
	9	ยิง Screw Left side panel
3	10	ยิง HATA กับ Heat Exchanger
	11	ประกอบ Heat Exchanger
	12	ยิง HATA กับ Heat Exchanger อีกที
4	13	Inside view 1 (ตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 1)
5	14	Check Leak
6	15	ประกอบ Drain hose เข้ากับ Drain pan
	16	ประกอบ Drain pan เข้ากับ Heat Exchanger และ Bottom Frame Ass'y
	17	ติด Sealing Plate
	18	ประกอบ E-box
	19	ยิง Screw E-box
7	20	ประกอบสายไฟและเก็บสายไฟ
	21	ยิงสกรูสายดิน
	22	ยิงสกรู Drip proof cover
8	23	Recovery & Charge R-22
	24	ขัน Flare nut
9	25	Inside view 2 (ตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 2)
10	26	ประกอบ Front panel
	27	set ถุง Accessories set
11	28	อ่าน Barcode
	29	Insulation & withstanding high voltage test
	30	ยิงสกรูติด Front
12	31	อ่าน Barcode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนที่	ลำดับที่	ขั้นตอน
12	32	Running test
	33	ยิงสกรูติด Front
13	34	อ่าน Barcode
	35	เตรียม M/C name และ PC Label
	36	ติด M/C name
14	37	ติด Filament tape
	38	ประกอบ Installation plate
	39	ยิงสกรูติด installation plate
15	40	Final inspaction (การตรวจสอบคุณภาพครั้งสุดท้าย)
16	41	ติด Filament tape ตัว Accessory Set กับตัวแอร์
	42	คลุมถุง
	43	ใส่ CUSHION L,R
17	44	ประกอบกล่อง
	45	ติด PC Label
	46	tape sticking
	47	Straping

ตารางที่ 3-2 ขั้นตอนการประกอบเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์

คนที่	ลำดับที่	ขั้นตอน
1	1	วาง Bottom Frame Ass'y ลงบนโต๊ะ
	2	วาง Left side panel พร้อมกับยิงสกรู
	3	ประกอบ Fan moter เข้ากับ Cross Flow Fan ด้วยการยิงสกรู
	4	ใส่ Moter cover upper แล้วยิงสกรู
	5	ติด Sealing plate
	6	ประกอบ Heat Exchanger แล้วเก็บท่อ
	7	ประกอบ Drain pan เข้ากับ Bottom Frame Ass'y แล้วยิงสกรู
	8	ประกอบ E-box แล้วยิงสกรูเก็บสายไฟให้เรียบร้อย
	9	ยิงสกรูสายดิน
	10	ยิงสกรู Drip proof cover
	11	ประกอบ Front panel
	12	ยิงสกรู ติด Front
	13	ประกอบ Installation plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนที่	ลำดับที่	ขั้นตอน
1	14	ยิงสกรู ติด installation plate
	15	อ่าน Barcode
	16	Insulation & withstanding high voltage test
	17	Running test
	18	ยิงสกรู ปิดตัว Product
2	19	set ถุง Accessories set
	20	ติด Filament tape ตัว Accessory Set กับตัวแอร์
	21	คลุมถุง
	22	ใส่ CUSHION L,R
	23	ประกอบกล่อง
	24	ติด PC Label
	25	tape sticking
	26	Straping

3.4.3 ข้อมูลการประกอบเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลการประกอบเครื่องปรับอากาศ

ข้อมูล (ต่อเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง)	การประกอบเครื่องปรับอากาศ	
	แบบสายการประกอบ	แบบเซลล์
1. เวลาที่ใช้ในการประกอบ	445.53 วินาที	381.63 วินาที
2. จำนวนพนักงาน	17 คน	4 คน

3.4.4 ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้อื่นๆในการคำนวณต้นทุนตามกิจกรรม

- ค่าวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิต (Direct material cost)
- ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ (Machine cost)
- ค่าแรงพนักงาน (Direct labor cost)
- ค่าสาธารณูปโภค (Utility cost)
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Set-up cost)
- ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุ (Material handling cost)
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (Maintenance cost)
- เวลาที่ใช้แต่ละขั้นตอนการประกอบ
- ค่าปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศจากโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความต้องการของลูกค้า
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost)

3.5 การประเมินต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริง (ABC : Activity Based Costing)

โดยทั่วไปการคิดต้นทุนในการผลิตมักจะคิดเพียงค่าใช้จ่ายทางตรง แต่การคิดแบบ Activitiy - Based costing ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบการผลิตให้เหมาะสม โดยคิดทั้งค่าใช้จ่ายทางตรงและค่าใช้จ่ายทางอ้อมของแต่ละกิจกรรมย่อย

3.5.1 วิธีการคิดต้นทุนกิจกรรม

(1) ค่าวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิต (Direct material cost)

ค่าวัตถุดิบของวัตถุดิบแต่ละชนิด = (ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของวัตถุดิบ)x(จำนวนวัตถุดิบที่ใช้)

ผลรวมของค่าวัตถุดิบทั้งหมด = ผลรวมของค่าวัตถุดิบแต่ละชนิด

Direct cost of each material = (unit cost of direct material) x (amount of direct material used)

Total direct material cost = $\sum$ (direct cost of each material)

(2) ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ (Machine cost)

ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรต่อหน่วยเวลา = (ค่าแรงงานต่อหน่วยเวลา + ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเวลา)

ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรแต่ละชนิด = (ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรต่อหน่วยเวลา) x (ผลรวมของเวลาที่ใช้เครื่องจักรนั้น)

ผลรวมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรทั้งหมด= ผลรวมรวมของค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรแต่ละชนิด

Machine cost per unit time = (direct labor cost per unit time + utility cost per unit time)

Machine cost of each machine = (machine cost per unit time)x(total machine time of machine)

Total machine cost = $\sum$ (machine cost of each machine)

(3) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Set-up cost)

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อหน่วยเวลา = ค่าแรงงานต่อหน่วยเวลาระหว่างการติดตั้ง

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรแต่ละชนิด = (ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อหน่วยเวลา)(ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรแต่ละชนิด)

ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง = ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรแต่ละชนิด

Set-up cost per unit time = direct labor cost per unit time during set-up

Set-up cost of each machine = (set-up cost per unit time) x (total set-up time)

Total set-up cost = $\sum$ (set-up cost of each machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุ (Material handling cost)

ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุของเครื่องจักรแต่ละชนิด = (ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุต่อหน่วยเวลา) x(ผลรวมของเวลาในการขนย้าย)

ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุ = **ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุของเครื่องจักรแต่ละชนิด**

Material handling cost of each machine by each transporters= (transportation cost per unit time) x (total transportation time)

Total material handling cost = $\sum$ **(material handling cost of each machine by each transporters)**

3.6 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

3.6.1 ข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริงมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ตารางที่ 3-4 สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบสายการประกอบ

ลำดับ	ประเภทต้นทุนกิจกรรม	สายการประกอบ	
1	ต้นทุนการติดตั้ง	39 บาท/กะ	
2	ต้นทุนค่าวัตถุดิบ	5962.931 บาท/หน่วย	
3	ต้นทุนการขนย้ายวัสดุ	500.651 บาท/ชั่วโมง	
4	ต้นทุนเครื่องจักร	*บาท/ชั่วโมง*	
	Barcode Scan	0.150	
	Running test machine	6.724	
	HV. Machine	0.579	
	Recovery Charge	1.582	
	Check Leak machine	0.399	
	Tape Sticking	0.079	
	Strapping	1.582	
	Screw Driver	0.833	
	Boiler	0.009	
5	ต้นทุนค่าแรงงาน	20.10 บาท/ชั่วโมง/คน	
6	เวลาในการซ่อมบำรุง	**Distribution of TBF**	**Distribution of TTR**
	Running test	TRIA(15, 30.5, 31)	EXPO(23.6)
	Computer	TRIA(10, 15.4, 16)	EXP(2,20.2)
	Taping	EXP(20.3)	U(4,26)
	Conveyor	TRIA(15, 30.5, 31)	U(10,34)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ประเภทต้นทุนกิจกรรม	สายการประกอบ	
6	เวลาในการซ่อมบำรุง	Distribution of TBF	Distribution of TTR
	H.V. test	LOGNORM(20.3,17.6)	TRIA(3,4.18,14.8)
	Recovery	LOGNORM(20.3,17.6)	EXP(3,20.6)
	vacumm	-	-
7	สถานีงาน	การกระจายตัวของเวลา (วินาที)	
	1	Lognormal(27., 1.16, 0.525)	
	2	Lognormal(17., 1.38, 0.407)	
	3	Triangular(19., 24.4, 20.1)	
	4	Triangular(26., 31.6, 28.8)	
	5	Lognormal(18., 0.867, 0.469)	
	6	Triangular(77., 142, 120)	
	7	Lognormal(27., 1.42, 0.352)	
	8	Triangular(26., 33.6, 31.8)	
	9	Lognormal(19., 0.842, 0.476)	
	10	Triangular(36., 45.4, 44.8)	
	11	Triangular(18., 31.7, 27.6)	
	12	Triangular(64., 78.9, 74.9)	
	13	Triangular(17., 32.1, 24.)	
	14	Triangular(20., 30.7, 26.1)	
	15	Triangular(20., 30.6, 21.8)	
	16	Triangular(19., 26.8, 23.9)	
	17	Triangular(37., 47.4, 45.3)	
	Automatic(Sticking)	60	
	Automatic(Straping)	7	

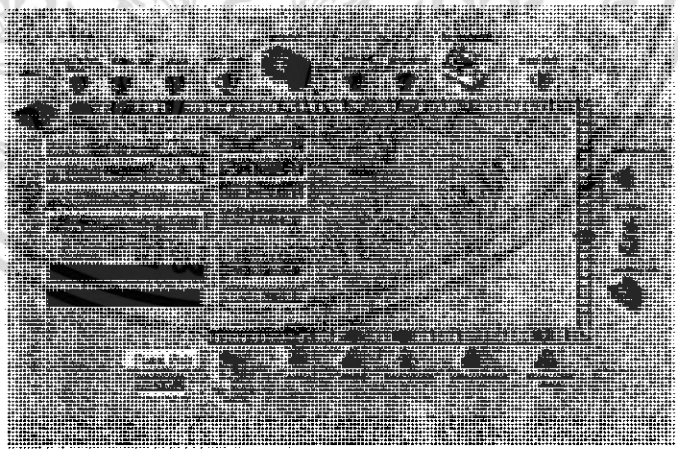
ตารางที่ 3-5 สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการคิดต้นทุนกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบเซลล์

ลำดับ	ประเภทต้นทุนกิจกรรม	เซลล์
1	ต้นทุนการติดตั้ง	25.72 บาท/กะ
2	ต้นทุนค่าวัตถุดิบ	5962.931 บาท/หน่วย
3	ต้นทุนการขนย้ายวัสดุ	328.738 บาท/ชั่วโมง
4	ต้นทุนเครื่องจักร	*บาท/ชั่วโมง*
	Barcode Scan	0.150
	Running test machine	6.724

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	ต้นทุนเครื่องจักร	*บาท/ชั่วโมง*	
	HV. Machine	11.463	
	Recovery Charge	1.582	
	Check Leak machine	0.399	
	Tape Sticking	0.346	
	Strapping	0.494	
	Screw Driver	0.833	
	Boiler	0.009	
5	ต้นทุนค่าแรงงาน	20.10 บาท/ชั่วโมง/คน	
6	เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร	**Distribution of TBF**	**Distribution of TTR**
	vacumm	LOG(20.7,17.9)	LOG(7,2.29,0.433)
7	สถานีงาน		การกระจายตัวของเวลา(วินาที)
	1		L(179,3.29)
	2		Lognormal(27., 1.68, 0.385)
	3		Triangular(25., 34., 29.2)
	4		Lognormal(27., 1.3, 0.41)
	Automatic(Sticking)		60
	Automatic(Straping)		5

3.6.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์

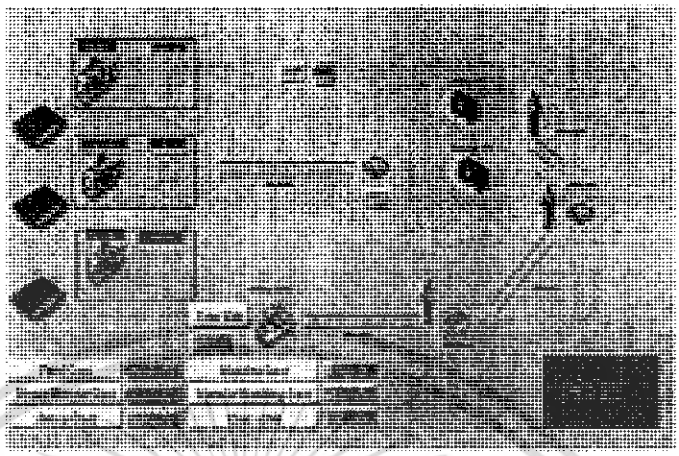


รูปที่ 3-8 การจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบ

รูปที่ 3-8 แสดงภาพการจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายประกอบ โดยเมื่อทำการจำลองสถานการณ์การประกอบนี้แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงทางด้านซ้ายมือ ซึ่งจะแสดงค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง,ต้นทุนของวัตถุดิบ,ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง รวมทั้งแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมดและจำนวนเครื่องปรับอากาศ

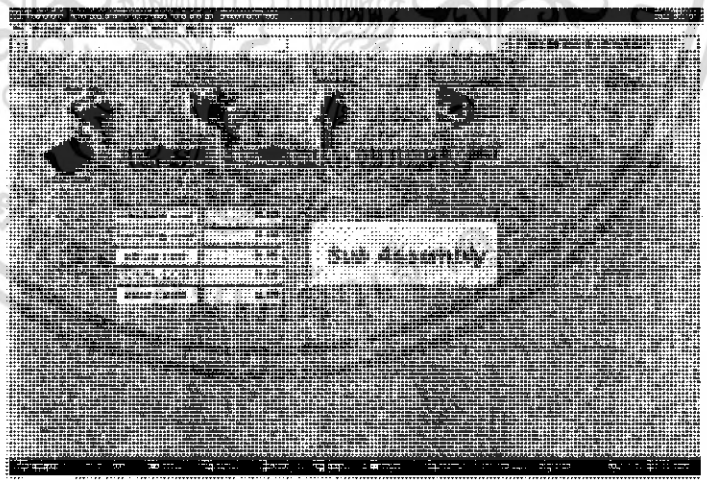
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้ต่อหน่วยเวลาที่ทำการจำลองสถานการณ์ ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้จะสามารถระบุเวลาที่จะทำการจำลองสถานการณ์ได้



รูปที่ 3-9 การจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศ แบบเซลล์

รูปที่ 3-9 แสดงภาพการจำลองสถานการณ์การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์ โดยเมื่อทำการจำลองสถานการณ์การประกอบนี้แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงทางด้านซ้ายมือเช่นกันกับการจำลองสถานการณ์แบบสายการประกอบ ซึ่งจะแสดงค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง,ต้นทุนของวัตถุดิบ,ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง รวมทั้งแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมดและจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้ต่อหน่วยเวลาที่ทำการจำลองสถานการณ์ ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้จะสามารถระบุเวลาที่จะทำการจำลองสถานการณ์ได้เช่นกัน



รูปที่ 3-10 การจำลองสถานการณ์การประกอบชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์

รูปที่ 3-10 เป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนก่อนที่จะส่งให้กับการผลิตในระบบการผลิตแบบเซลล์ เนื่องมาจากขั้นตอนการประกอบบางขั้นตอนในการผลิตแบบเซลล์ที่เหมือนกับขั้นตอนในการประกอบแบบสายการประกอบจะทำในส่วนของการเตรียมชิ้นส่วนเพื่อส่งให้กับการประกอบหลัก ในการวิเคราะห์ต้นทุนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์จึงต้องพิจารณาในส่วนนี้ด้วย และผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองก็ได้แสดงเช่นเดียวกับตัวแบบการจำลองทั้งสองแบบที่ผ่านมา

3.6.3 ทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง

การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้จากการผลิตจริง กับจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้จากแบบจำลองนี้ เป็นการเปรียบเทียบเพื่อแสดงให้เห็นว่า จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น สามารถยอมรับและเชื่อถือได้ ซึ่งจะทำการทดสอบสมมติฐาน (Hypotheses Test) โดยใช้วิธีการทางสถิติ กับข้อมูลของจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้จากการผลิตจริงในอดีตและจำนวนเครื่องปรับอากาศที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ทั้งการผลิตด้วยระบบเซลล์ (Cellular Manufacturing) และการผลิตด้วยระบบสายการประกอบ (Line Assembly Production)

การทดสอบสมมติฐานข้อมูลของปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ

ตารางที่ 3-6 แสดงข้อมูลการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบของเดือน พฤษภาคม 2549

วัน (j)	ข้อมูลจากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ (X_{1j})	ข้อมูลจากตัวแบบจำลอง (X_{2j})	ผลต่างของข้อมูล $X_{(1-2)j} = X_{1j} - X_{2j}$
1	1455	1398	57
2	1234	1394	-160
3	1417	1411	6
4	1635	1402	233
5	1132	1302	-170
6	1623	1397	226
7	1430	1388	42
8	1576	1398	178
9	1265	1349	-84
10	1345	1440	-95
11	997	1399	-402
12	1775	1406	369
13	1290	1393	-103
14	1430	1396	34
15	1765	1381	384
16	1023	1393	-370
17	1678	1388	290
18	1247	1390	-143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน (j)	ข้อมูลจากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ (X_{1j})	ข้อมูลจากตัวแบบจำลอง (X_{2j})	ผลต่างของข้อมูล $X_{(1-2)j} = X_{1j} - X_{2j}$
19	1805	1393	412
20	1563	1402	161
21	1520	1390	130
22	1395	1400	-5
23	1044	1408	-364
24	1690	1391	299
25	1328	1394	-66
26	1730	1384	346
27	1435	1402	33
28	1565	1382	183
29	1358	1428	-70
30	1659	1367	292

ค่าเฉลี่ยผลต่างของข้อมูล (Sample mean)

จากสมการ $$\overline{X}_{(1-2)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{(1-2)j}}{n} = 54.77$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างข้อมูล (Sample standard deviation)

จากสมการ $$S_{(1-2)} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}[X_{(1-2)j} - \overline{X}_{(1-2)}]^2}{n-1}} = 227.77$$

การหาช่วงความเชื่อมั่นของการเปรียบเทียบข้อมูล (Half-width equation for paired-t confidence interval)

จากสมการ $$hw = \frac{(t_{n-1,\alpha/2})S_{(1-2)}}{\sqrt{n}}$$

$$P(\overline{X}_{(1-2)} - hw \le \mu_{(1-2)} \le \overline{X}_{(1-2)} + hw) = 1 - \alpha$$

การทดสอบความแตกต่างระหว่าง 2 ข้อมูล (ใช้โปรแกรม MINITAB)

กำหนดให้ μ_1 แทน ค่าเฉลี่ยของปริมาณการประกอบเครื่องปรับอากาศต่อวันที่ได้จากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

μ_2 แทน ค่าเฉลี่ยของปริมาณการประกอบเครื่องปรับอากาศต่อวันที่ได้จากตัวแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

กำหนด ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบ

Paired T-Test and CI

```
                N     Mean     StDev  SE Mean
Difference     30  54.7600  231.8000  42.3207

95% CI for mean difference: (-31.7955, 141.3155)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.29  P-Value = 0.206
```

สรุปผลการทดสอบ

เนื่องจาก ค่า P-Value 0.206 > 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศกับข้อมูลปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศจากแบบจำลองสถานการณ์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อข้อมูลของทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ทำให้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น สามารถเชื่อถือได้

การทดสอบสมมติฐานข้อมูลของปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์

ตารางที่ 3-7 แสดงข้อมูลการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์ของเดือน พฤษภาคม 2549

วัน (j)	ข้อมูลจากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ (X_{1j})	ข้อมูลจากตัวแบบจำลอง (X_{2j})	ผลต่างของข้อมูล $X_{(1-2)j} = X_{1j} - X_{2j}$
1	538	580	-42
2	561	591	-30
3	615	588	27
4	597	591	6
5	694	587	107
6	580	591	-11
7	597	590	7
8	619	589	30
9	511	591	-80
10	501	587	-86
11	611	596	15
12	572	585	-13
13	649	589	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน (j)	ข้อมูลจากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ (X_{1j})	ข้อมูลจากตัวแบบจำลอง (X_{2j})	ผลต่างของข้อมูล $X_{(1-2)j} = X_{1j} - X_{2j}$
14	499	590	-91
15	575	589	-14
16	673	596	77
17	674	583	91
18	685	589	96
19	688	592	96
20	579	589	-10
21	612	589	23
22	597	590	7
23	584	588	-4
24	697	590	107
25	652	590	62
26	596	589	7
27	544	591	-47
28	697	586	111
29	651	612	39
30	573	568	5

ค่าเฉลี่ยผลต่างของข้อมูล (Sample mean)

จากสมการ $$\overline{X}_{(1-2)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{(1-2)j}}{n}$$

$$= 35.16$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างข้อมูล (Sample standard deviation)

จากสมการ $$S_{(1-2)} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}[X_{(1-2)j} - \overline{X}_{(1-2)}]^2}{n-1}}$$

$$= 110.4035$$

การหาช่วงความเชื่อมั่นของการเปรียบเทียบข้อมูล (Half-width equation for paired-t confidence interval)

จากสมการ $$hw = \frac{(t_{n-1,\alpha/2})S_{(1-2)}}{\sqrt{n}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P(\overline{X}_{(1-2)} - hw \le \mu_{(1-2)} \le \overline{X}_{(1-2)} + hw) = 1 - \alpha$$

การทดสอบความแตกต่างระหว่าง 2 ข้อมูล (ใช้โปรแกรม MINITAB)

กำหนดให้ μ_1 แทน ค่าเฉลี่ยของปริมาณการประกอบเครื่องปรับอากาศต่อวันที่ได้จากโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

μ_2 แทน ค่าเฉลี่ยของปริมาณการประกอบเครื่องปรับอากาศต่อวันที่ได้จากตัวแบบจำลอง

สมมติฐาน $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

กำหนด ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบ

Paired T-Test and CI

	N	Mean	StDev	SE Mean
Difference	30	35.6000	110.4048	20.1569

95% CI for mean difference: (-5.6255, 76.8255)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.77 P-Value = 0.088

สรุปผลการทดสอบ

เนื่องจาก ค่า P-Value 0.088 > 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศกับข้อมูลจากแบบจำลองสถานการณ์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อข้อมูลของทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ทำให้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น สามารถเชื่อถือได้

3.7 การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์

เนื่องจากการวิเคราะห์เพียงแค่ผลจากการประเมินต้นทุนกิจกรรมที่แท้จริงกับตัวแบบจำลองสถานการณ์นั้นยังไม่เพียงพอ จึงต้องมีการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลทางด้านอื่นด้วย

3.7.1 การวิเคราะห์ผลเชิงความต้องการของลูกค้า

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศนั้นมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก ทางด้านความต้องการของลูกค้าก็มีความต้องการที่หลากหลายเช่นกัน การประมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007 สรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-8 ปริมาณความต้องการของลูกค้าระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007

รุ่น เครื่องปรับอากาศ	เดือน											
	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	รวม
GMS	13171	16088	10747	6186	6498	10248	14686	17457	15712	18315	26094	155202
SKY-AIR	2606	3958	3371	1832	693	753	2065	1439	1403	2433	1996	22549
VRV	8094	7407	8038	6426	4651	7719	7019	6944	6054	6079	5460	73891
NEW-WALL	18725	25147	21803	9609	15937	23327	28881	25941	17275	22512	28828	237985
FTE	9614	10293	3337	3598	2060	1365	1510	4928	653	6447	7528	51333

ใช้วิธีสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.) เป็นตัววัดการกระจายของข้อมูล ซึ่งวิธีนี้คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยค่าเฉลี่ย เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่มีหน่วยเนื่องจากหน่วยของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดหนึ่งจะเป็นหน่วยเดียวกัน จึงทำให้สัมประสิทธิ์ความแปรผันไม่มีหน่วย ต่างจากค่าสถิติตัวอื่นๆที่ใช้วัดการกระจาย ซึ่งมีหน่วยเป็นหน่วยเดียวกับข้อมูล

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

ประโยชน์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

1. เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไปที่มีหน่วยต่างกัน
2. เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไปที่มีหน่วยเหมือนกันแต่ขนาดต่างกัน
3. เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลหลายๆชุด โดยชุดข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันมาก มีการกระจายมากกว่าข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันน้อย

จากข้อมูลข้างต้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์ความแปรผันได้ดังนี้

ตารางที่ 3-9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณความต้องการของลูกค้า ระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007

รุ่น	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
GMS	14109	5720
SKY-AIR	2050	1010
VRV	6717	1097
NEW-WALL	21635	5860
FTE	4667	3380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การวิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Point)

ใช้เรื่องจุดคุ้มทุนเป็นตัวเปรียบเทียบว่าจะเลือกระบบการผลิตแบบใด ซึ่งการเปรียบเทียบวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องทราบรายได้

จาก ต้นทุนรวมในการผลิต = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนแปรผัน

แต่ ต้นทุนแปรผัน = (ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย)(จำนวนการผลิตที่จุดใดๆ)

และ ปริมาณที่จุดคุ้มทุน = ต้นทุนคงที่ / (ราคาขายต่อหน่วย-ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย)

ข้อมูลที่มีคือ

ตารางที่ 3-10 ข้อมูลที่ใช้ในการคิดจุดคุ้มทุน

ชนิดของต้นทุน	รูปแบบการผลิต	
	เซลล์	สายการประกอบ
ต้นทุนคงที่	10,280,000 บาท	20,250,000 บาท
ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย	6,475.42 บาท/หน่วย	5,968.88 บาท/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและทดลอง

จากการศึกษาเรื่องระบบต้นทุนตามกิจกรรมรวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนตามกิจกรรม และศึกษาเรื่องแบบจำลองสถานการณ์รวมทั้งสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการประเมินต้นทุนตามกิจกรรมแล้ว นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลในด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย ซึ่งสิ่งสำคัญประการหนึ่งของการประเมินเรื่องต้นทุนกิจกรรมคือ เป็นการสนับสนุนการตัดสินใจในการคัดเลือกรูปแบบการผลิตให้เหมาะสมกับรุ่นเครื่องปรับอากาศเพื่อให้ได้ต้นทุนที่เหมาะสมที่สุด ผลการดำเนินงานมีดังนี้

4.1 ผลการคำนวณต้นทุนตามกิจกรรม (Product Activity Based Costing)

เมื่อศึกษาเรื่องระบบต้นทุนตามกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จะใช้ในการประเมินต้นทุนกิจกรรมทั้งสองรูปแบบการประกอบคือ แบบสายการประกอบและแบบเซลล์ ข้อมูลต่างๆที่ได้ดังกล่าวนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ต้นทุนตามกิจกรรมต่างๆที่ศึกษาได้แก่ ต้นทุนของวัตถุดิบ ต้นทุนของเครื่องจักร ต้นทุนในการติดตั้ง และต้นทุนในการขนย้าย ผลของต้นทุนตามกิจกรรมจากระบบการผลิตแบบสายประกอบแสดงได้ดังตารางที่ 4-1 และต้นทุนตามกิจกรรมที่จากระบบการผลิตแบบเซลล์แสดงดังตารางที่ 4-2 ส่วนรายละเอียดอื่นๆแสดงในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงผลของต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบ

จำนวนการผลิต (เครื่อง)	ชนิดของต้นทุน					
	วัตถุดิบ(บาท)	การใช้เครื่องจักร(บาท)	การติดตั้ง(บาท)	การขนย้ายวัสดุ(บาท)	ต้นทุนรวม(บาท)	**ต้นทุน/หน่วย(บาท)**
5000	29814655.00	2410.64	139.86	30216.29	29841458.83	**5968.29**
10000	59891678.96	4844.51	280.93	60693.92	59957498.31	**5968.89**
15000	89485705.52	7241.96	419.64	90663.39	89584030.48	**5969.09**
20000	119294397.59	9657.84	559.26	120827.11	119425441.76	**5969.18**
25000	149126941.38	12070.13	700.31	151302.24	149291014.03	**5969.25**
30000	178995262.76	14485.41	840.07	181497.00	179186122.29	**5969.26**
35000	208774140.17	16893.93	979.01	211516.04	209003529.13	**5969.31**
40000	238594758.10	19303.84	1118.37	241624.19	238850841.55	**5969.33**
45000	268665819.14	21739.04	1259.09	272026.22	268960843.46	**5969.35**
50000	298265808.62	24136.02	1397.76	301986.17	298593328.54	**5969.36**
55000	328271277.41	26568.58	1538.24	332336.14	328625757.42	**5969.37**
60000	357865303.96	28962.97	1677.32	362386.21	358258330.45	**5969.38**
65000	387668033.10	31375.54	1817.65	392703.13	388087966.48	**5969.39**
70000	417476725.17	33788.20	1957.18	422849.83	417935320.37	**5969.40**
75000	447851895.69	36248.96	2099.73	453647.88	448343892.23	**5969.40**
80000	477129886.90	38616.47	2236.71	483242.36	477648019.50	**5969.41**

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลของต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์

จำนวนการผลิต (เครื่อง)	ชนิดของต้นทุน					
	วัตถุดิบ(บาท)	การใช้เครื่องจักร(บาท)	การติดตั้ง(บาท)	การขนย้ายวัสดุ(บาท)	ต้นทุนรวม(บาท)	**ต้นทุน/หน่วย(บาท)**
5000	29814655.00	6536.54	259.03	62062.12	31446140.57	**6472.93**
10000	59891678.96	13045.49	517.18	123948.69	62773083.42	**6475.42**
15000	89485705.52	19558.07	775.39	185831.64	94150129.23	**6475.84**
20000	119294397.59	26067.39	1033.44	247675.15	125533395.02	**6476.04**
25000	149126941.38	32946.10	1303.85	312187.68	158704647.13	**6476.17**
30000	178995262.76	39099.52	1550.12	371503.85	188306345.45	**6476.25**
35000	208774140.17	45668.25	1810.21	433796.42	219965690.07	**6476.31**
40000	238594758.10	52132.86	2066.80	495331.24	251135662.32	**6476.35**
45000	268665819.14	58627.84	2324.48	557107.36	282449953.61	**6476.39**
50000	298265808.62	65140.76	2582.72	619003.13	313839538.63	**6476.41**
55000	328271277.41	71672.72	2841.62	681043.56	345335757.71	**6476.44**
60000	357865303.96	78162.87	3099.12	742780.88	376599901.90	**6476.46**
65000	387668033.10	84722.57	3358.91	805007.37	408221594.12	**6476.47**
70000	417476725.17	91194.33	3615.81	866618.13	439397911.78	**6476.49**
75000	447851895.69	97692.04	3873.50	928386.03	470749775.63	**6476.50**
80000	477129886.90	104217.23	4132.41	990464.91	502133293.35	**6476.51**

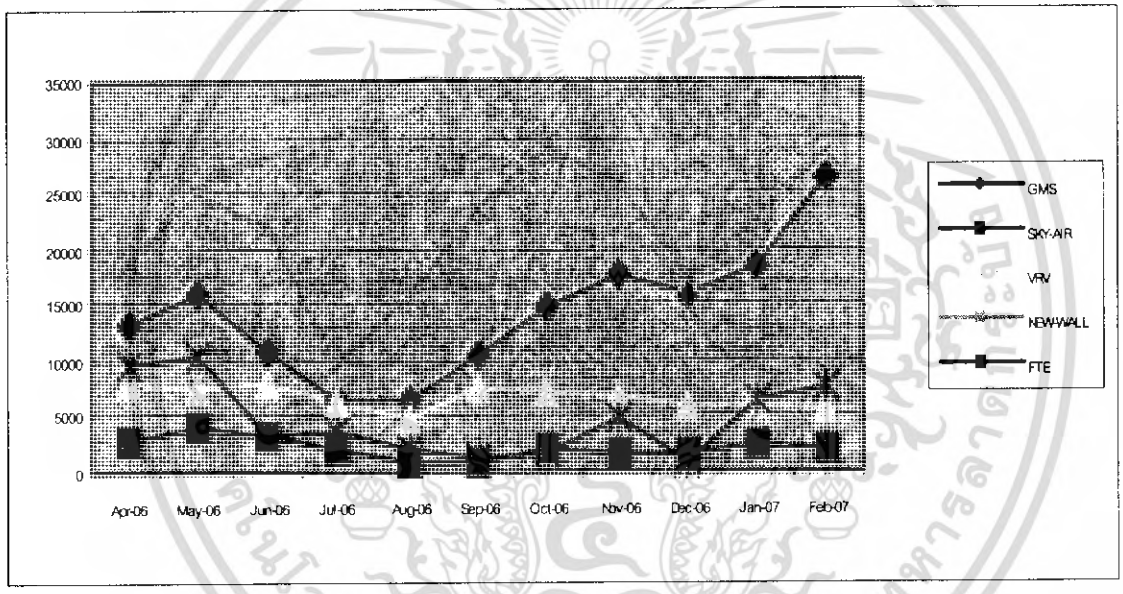
จากตารางที่ 4-2 นำค่าต้นทุน/หน่วย(บาท) ไปหาค่าเฉลี่ยทั้งระบบการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบและแบบเซลล์ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงต้นทุนตามกิจกรรมของการผลิตเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย

ระบบการผลิตเครื่องปรับอากาศ	ต้นทุน/หน่วย(บาท)
แบบสายการประกอบ	5968.88
แบบเซลล์	6475.42

4.2 ผลการประเมินผลเชิงความต้องการของลูกค้า

จากการประมาณความต้องการของลูกค้าระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007 นำมาพล๊อตกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4-1 กราฟแสดงข้อมูลความต้องการของลูกค้าของโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

จากกราฟเป็นการประมาณความต้องการเครื่องปรับอากาศของลูกค้าระหว่างเดือนเมษายน 2006 – เดือนกุมภาพันธ์ 2007 แต่ยังไม่เพียงพอที่จะใช้ในการประเมินเรื่องความผันแปรของความต้องการได้ จึงใช้เรื่องสัมประสิทธิ์ความแปรผันช่วยในการประเมินผล เนื่องจากสามารถช่วยในการประเมินการกระจายของข้อมูลหลายๆชุดได้

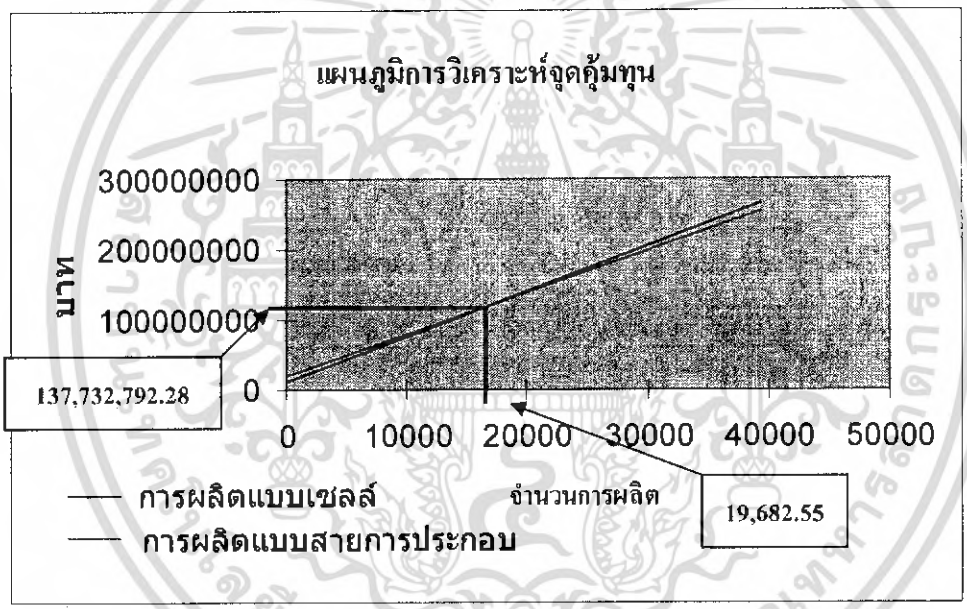
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-4 ตารางแสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธ์ความแปรผันของเครื่องปรับอากาศทั้ง 5 รุ่น

รุ่น	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ความแปรผัน(%)
GMS	14109	5720	**40.54**
SKY-AIR	2050	1010	**49.27**
VRV	6717	1097	**16.33**
NEW-WALL	21635	5860	**27.09**
FTE	4667	3380	**72.42**

4.3ผลการวิเคราะห์การคัดเลือกรูปแบบการผลิตจากจุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis)

นำข้อมูลที่มีไปพล็อตกราฟหาจุดคุ้มทุน ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4-2 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์เรื่องจุดคุ้มทุน

จากรูปที่ 4-2 แสดงถึงปริมาณการผลิตระหว่าง 2 ทางเลือก คือ การผลิตแบบเซลล์และการผลิตแบบสายการประกอบ โดย แกน X แสดงถึงปริมาณการผลิต และแกน Y แสดงถึงต้นทุนที่ใช้ในการผลิต จะเห็นได้ว่าที่ปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศ 19,682.55 เครื่อง มีต้นทุนการผลิต 137,732,792.28 บาท เท่ากันทั้งสองรูปแบบการผลิต หมายความว่าที่ปริมาณการผลิตดังกล่าว สามารถใช้วิธีการผลิตเครื่องปรับอากาศได้ทั้ง 2 รูปแบบ โดยถ้าปริมาณการผลิตต่ำกว่าจัดคุ้มทุน การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์จะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าแต่ถ้าปริมาณการผลิตสูงกว่าจุดคุ้มทุน การผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 การสรุปผลการดำเนินงานจากการประเมินต้นทุนกิจกรรมและตัวแบบจำลองสถานการณ์

จากการคิดต้นทุนกิจกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศและการสร้างแบบจำลองสถานการณ์พบว่า ต้นทุนกิจกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบการผลิตแบบเซลล์มีต้นทุนที่สูงกว่าแบบสายการประกอบ โดยการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์มีต้นทุนต่อหน่วย 6,475.42 บาท และการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบมีต้นทุนต่อหน่วย 5,968.88 บาท

5.2 การสรุปผลการดำเนินงานจากการพิจารณาความต้องการของลูกค้า

จากความต้องการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละรุ่นของลูกค้ามีความผันแปรไม่เท่ากัน จึงต้องพิจารณาความต้องการของลูกค้าด้วย ซึ่งพบว่า เครื่องปรับอากาศที่มีความต้องการของลูกค้าผันแปรมาก คือ รุ่น FTE จึงเหมาะสมกับการผลิตด้วยระบบเซลล์ เครื่องปรับอากาศรุ่น GMS และ SKY-AIR ความต้องการของลูกค้ามีความผันแปรไม่มากหรือน้อยเกินไปจึงเหมาะสมกับการผลิตทั้งระบบเซลล์และระบบสายการประกอบ ส่วนเครื่องปรับอากาศรุ่น VRV และ NEW-WALL ความต้องการของลูกค้ามีความผันแปรน้อย จึงเหมาะสมที่จะผลิตด้วยการผลิตระบบสายการประกอบ

5.3 การสรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์เรื่องจุดคุ้มทุน

จากการวิเคราะห์ในเรื่องจุดคุ้มทุนของระบบการผลิตแบบสายการประกอบและแบบเซลล์จะเห็นว่า ที่ปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศต่ำกว่า 19,682.55 เครื่อง เหมาะสมกับการผลิตด้วยระบบเซลล์ แต่ถ้าปริมาณการผลิตที่สูงกว่า 19,682.55 เครื่อง เหมาะสมกับการผลิตด้วยระบบสายการประกอบ

5.4 สรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์ระบบต้นทุนกิจกรรมร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ทั้งข้อมูลจากระบบต้นทุนกิจกรรม ร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้ต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด สามารถสรุปได้ว่า เครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับการผลิตด้วยระบบสายการประกอบได้แก่ เครื่องปรับอากาศรุ่น NEW-WALL ส่วนเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับการผลิตด้วยระบบเซลล์ได้แก่ เครื่องปรับอากาศรุ่น GMS, SKY-AIR, GES-VRV และรุ่น FTE

5.5 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

1. ควรนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตของผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พัฒนาและปรับปรุงการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า กำลังการผลิต ฤดูกาล และพื้นที่จัดเก็บวัสดุคงคลัง

3. นำแนวทางที่ได้จากการประเมินไปปฏิบัติในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Charles Harrell, Biman K. Ghosh, Royce O. Bowden(2004) , Simulation using ProModel , 2nd ed , Boston : McGraw-Hill

Douglas T. Hicks(1999) , Activity-based costing : making it work for small and mid-sized companies , 2nd ed , New York : John Wiley

Hugh J. Watson, John H. Blackstone(1989) , Computer simulation , 2nd ed , New York : John Wiley

Peter B.B. Turney (1991) , Activity-based costing the performance breakthrough , Hillsboro, OR : Cost Technology

Udo W. Poocb, James A. Wall(1993) , Discrete event simulation : a practical approach , Boca Raton : CRC Press

นาวี เจี่ยดำรง(2540) , การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการผลิตแบบเซลล์ ; Justfying convertion to Cellular Manufacturing Systems , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

บุญเสริม วันทนาศุภมาต(2544) , การใช้ระบบการบริหารแบบทันเวลาพอดีในการจัดการพัสดุคงคลัง กรณีศึกษา : บริษัทเดลต้าอีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) = Application of just in time system for inventory management case study : Delta Electronics (Thailand) Public Co., Ltd. , สาระนิพนธ์ (วท.ม. (วิทยาการจัดการอุตสาหกรรม)) -- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พัทธนันท์ เวศวิฑูรย์ (2547) , การประยุกต์ใช้ระบบต้นทุนตามกิจกรรมในอุตสาหกรรม : กรณีศึกษา โรงงานทอผ้า , วิทยานิพนธ์ (วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ))-- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก1 ข้อมูลต้นทุนของวัตถุดิบของการผลิตเครื่องปรับอากาศในสายการผลิตหลัก

ที่	ชนิดวัตถุดิบ	จำนวน (ชิ้น)	ราคา/ชิ้น (บาท)	รวม (บาท)
1	FLARE NUT	1	6.11	6.11
2	FLARE NUT(FORGING)	1	17.33	17.33
3	SINGLE PHASE AC FAN MOTOR	1	535.00	535.00
4	FAN HOUSING MAIN BODY	2	75.00	150.00
5	RIGHT SIDE PLATE (SHEET METAL)	1	2.46	2.46
6	LEFT SIDE PLATE (SHEET METAL)	1	2.46	2.46
7	FAN TOP PLATE	1	4.30	4.30
8	FAN MOTOR STAND	1	30.00	30.00
9	CAUTION LABEL FOR PIPING SYSTE	1	0.85	0.85
10	OPERATION CAUTION LABEL	1	0.65	0.65
	EL.COMPO.ASSY			
11	EL.COMPO.BOX	1	29.94	29.94
12	EL.COMPO.BOX(COVER)	1	21.88	21.88
13	PCB ASSY	1	695.70	695.70
14	SSR G3MC-202PL-VD-2	1	39.70	39.70
15	SELF HEALING CAPACITOR	1	30.92	30.92
16	PCB ASSY(SENSOR)	1	207.80	207.80
17	SHIELD PLATE(INTELLIGENT EYE)	1	2.33	2.33
18	EARTH WIRE	1	4.25	4.25
19	TERMINAL STRIP TB-ETD-4P-D4	1	20.22	20.22
20	WIRE CLAMP	1	1.42	1.42
	SCREW			
21	TRUSS HEAD TAPPING SCREW	1	0.16	0.16
22	PAN HEAD TAPPING SCREW	1	0.21	0.21
23	BAR CODE LABEL	1	0.10	0.10
24	FAN MOTOR KFD-280-40-8B	1	416.99	416.99
รวม				2,220.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก2 ข้อมูลต้นทุนของวัตถุดิบของการผลิตเครื่องปรับอากาศในสายการผลิตรอง

ที่	ชนิดวัตถุดิบ	จำนวน (ชิ้น)	ราคา/ชิ้น (บาท)	รวม (บาท)
1	SEALING MATERIAL	1	0.24	0.24
2	BOTTOM PLATE (SHEET METAL)	1	2.95	2.95
3	BOTTOM PLATE(SHEET METAL)	1	7.05	7.05
	DRAIN PAN ASSEMBLY			
4	DRAIN PAN FIXING PLATE	1	14.07	14.07
5	DRAIN PAN FIXING PLATE	1	18.4	18.4
6	HANGER METAL	4	1.34	5.36
7	EL.COMPO.BOX COVER	1	14.54	14.54
8	PARTITION PLATE (LEFT)	1	15.88	15.88
9	PARTITION PLATE (RIGHT)	1	15.88	15.88
10	SEPARATE PLATE(UNDER)	1	63.71	63.71
11	PARTITION PLATE(CENTER)	1	14.79	14.79
12	MOUNTING PLATE	1	18.78	18.78
13	PIPING FIXTURE	1	0.9	0.9
14	MOUNTING PLATE	1	0.51	0.51
15	RESIN CLAMP	2	48	96
16	CROSS RELESSED RUBBER BUSH	1	4.032	4.032
17	RUBBER BUSH EITH CROSS SLIT	1	2.784	2.784
18	THERMISTOR FIXING SPRING	1	1.878	1.878
19	THERMAL INSULATION	1	95.17	95.17
20	THERMAL INSULATION	2	12.3	24.6
21	THERMAL INSULATION	1	4.78	4.78
22	THERMAL INSULATION	1	4.78	4.78
23	THERMAL INSULATION	1	22.7	22.7
24	THERMAL INSULATION	1	4.59	4.59
25	THERMAL INSULATION	1	16.29	16.29
26	THERMAL INSULATION	1	5.76	5.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก2 ข้อมูลต้นทุนของวัตถุดิบของการผลิตเครื่องปรับอากาศในสายการผลิตรอง

ที่	ชนิดวัตถุดิบ	จำนวน (ชิ้น)	ราคา/ชิ้น (บาท)	รวม (บาท)
27	SEALING MATERIAL (S. PLATE)	2	0.73	1.46
28	THERMAL INSULATION	1	5.2	5.2
29	FILAMENT TAPE	1	170.75	170.75
30	WIRING DIAGRAM	1	0.95	0.95
	HEAT EX.ASSEMBLY			
31	U-TYPE CONNECTION TUBE	4	1.84	7.36
32	U-BEND(P21)	4	1.56	6.24
	BRAZING RING			
33	U-TYPE CONNECTION TUBE	2	1.92	3.84
34	4-WAY U-TYPE CONNECTION TUBE	2	1.59	3.18
	BRAZING RING			
35	ALUMINIUM 0.108TX584(CC351A)	1	151.07	151.07
36	COPPER TUBE (HI-XA)7.00X0.30XC	1	172.17	172.17
37	INLET PIPE ASSY 1	1	6.95	6.95
38	INLET PIPE ASSY 2	1	8.19	8.19
39	AUXILIARY INLET PIPE 3	1	20.68	20.68
40	COPPER TUBE 7.94X0.70XC	1	120	120
41	DISTRIBUTOR ASSY	1	0.86	0.86
42	MUFFLER ASSY	1	18.7	18.7
43	SINGLE UNION JOINT	1	6.73	6.73
44	COPPER TUBE 6.35X0.70XC	1	121	121
	AUXILIARY OUTLET PIPE 2			
45	COPPER TUBE 6.35X0.70XC	1	121	121
	AUXILIARY OUTLET PIPE 3	1	37.96	37.96
46	SINGLE UNION JOINT	1	19.88	19.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก2 ข้อมูลต้นทุนของวัตถุดิบของการผลิตเครื่องปรับอากาศในสายการผลิตรอง

ที่	ชนิดวัตถุดิบ	จำนวน (ชิ้น)	ราคา/ชิ้น (บาท)	รวม (บาท)
47	THERMAL INSULATION TUBE	1	16.25	16.25
48	WIRE CLAMP MATERIAL	1	0.22	0.22
49	U-BEND	1	5.03	5.03
50	U-BEND WITH FAI7 RING BRAZING	1	1.86	1.86
51	U-BEND	1	1.69	1.69
52	U-BEND WITH PHAI7-RING BRAZING	1	2.13	2.13
53	U-BEND	1	1.99	1.99
54	3-WAY CONNECTION TUBE	2	4.45	8.9
55	CONNECTION TUBE	2	4.04	8.08
56	FEELER BULB MOUNTING PIPE	1	3.45	3.45
57	U-BEND	1	1.99	1.99
58	THERMISTOR MOUNTING PIPE	1	0.97	0.97
59	COPPER TUBE 6.35X0.70XC	1	121	121
60	PUTTY1	1	0.76	0.76
61	PUTTY2	1	3.26	3.26
62	FLARE NUT(FORGING)	1	18.144	18.144
63	FLARE CAP PACKING	1	2.319	2.319
64	THERMISTOR SET SPRING	1	1.21	1.21
รวม				1,679.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก3 ข้อมูลต้นทุนที่แท้จริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ

ที่	เครื่องจักรและอุปกรณ์	จำนวน (เครื่อง)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	เวลาที่ใช้/หน่วย (ชั่วโมง)	ความต้องการไฟฟ้า (กิโลวัตต์*ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย/ชั่วโมง/หน่วย (บาท)	ค่าแรงของการทำงานกับเครื่องจักร (บาท)	ต้นทุนที่แท้จริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ (บาท)
1	Computer 5 เครื่อง	1	0.20	0.00167	0.00033	0.111	0.03882	0.150
2	เครื่อง Running test	1	1.00	0.01889	0.01889	6.285	0.43996	6.724
3	เครื่อง HV.	1	0.50	0.00306	0.00153	0.508	0.07117	0.579
4	Recovery Charge	1	1.00	0.00444	0.00444	1.479	0.10352	1.582
5	เครื่อง Check Leak	1	0.20	0.00444	0.00089	0.296	0.10352	0.399
6	Tape Sticking	1	0.10	0.00139	0.00014	0.046	0.03235	0.079
7	Strapping	1	1.00	0.00444	0.00444	1.479	0.10352	1.582
8	Conveyor	1	6.00	0.43111	2.58667	860.610	10.04144	870.651
9	Screw Driver	7	0.10	0.01472	0.00147	0.490	0.34291	0.833
10	หม้อต้มน้ำร้อน	1	0.03	0.00028	0.00001	0.003	0.00647	0.009
11	ประแจขัน Flare nut	1	0.00	0.00056	0.00000	0.000	0.01294	0.013
12	ตัววัดขนาด Flare nut	1	0.00	0.00472	0.00000	0.000	0.10999	0.110
รวม								882.712

* หมายเหตุ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า 332.71 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง

ค่าแรงคนงาน 23.292 บาท/ชั่วโมง

ตารางที่ ผก4 ข้อมูลต้นทุนที่แท้จริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์

ที่	เครื่องจักรและอุปกรณ์	จำนวน (เครื่อง)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	เวลาที่ใช้/หน่วย (ชั่วโมง)	ความต้องการไฟฟ้า (กิโลวัตต์*ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย/ชั่วโมง/หน่วย (บาท)	ค่าแรงของการทำงานกับเครื่องจักร (บาท)	ต้นทุนที่แท้จริงของเครื่องจักรและอุปกรณ์ (บาท)
1	Computer 2 เครื่อง	1	0.20	0.00167	0.00033	0.111	0.03882	0.150
2	เครื่อง Running test & HV.	1	1.50	0.02194	0.03292	10.952	0.51113	11.463
4	Tape Sticking	1	0.10	0.00611	0.00061	0.203	0.14234	0.346
5	Strapping	1	1.00	0.00139	0.00139	0.462	0.03235	0.494
6	Conveyor	1	6.00	0.16278	0.97667	324.947	3.79142	328.738
7	Screw Driver	7	0.10	0.01472	0.00147	0.490	0.34291	0.833
รวม								342.024

* หมายเหตุ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า 332.71 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง
ค่าแรงคนงาน 23.292 บาท/ชั่วโมง

ตารางที่ ผก5 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งก่อนการใช้งานในการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ

ที่	เครื่องจักร	เวลาในการติดตั้ง (วินาที)	ค่าแรงงาน/วินาที (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง/ครั้ง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง/วัน (บาท)
1	Computer 5 เครื่อง	120	0.0065	0.78	3.12
2	เครื่อง Running test	120	0.0065	0.78	3.12
3	เครื่อง HV.	120	0.0065	0.78	3.12
4	Recovery Charge	60	0.0065	0.39	1.56
5	เครื่อง Check Leak	60	0.0065	0.39	1.56
6	Tape Sticking	0	0.0065	0	0
7	Strapping	300	0.0065	1.95	7.8
8	Conveyor	120	0.0065	0.78	3.12
9	เครื่อง Running test (New model)	600	0.0065	3.9	15.6
รวม				9.75	39

ตารางที่ ผก6 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งก่อนการใช้งานในการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์

ที่	เครื่องจักร	เวลาในการติดตั้ง (วินาที)	ค่าแรงงาน/วินาที (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง/ครั้ง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง/วัน (บาท)
2	เครื่อง Running test	120	0.0065	0.78	3.12
3	เครื่อง HV.	120	0.0065	0.78	3.12
4	Tape Sticking	0	0.0065	0	0
5	Strapping	0	0.0065	0	0
6	Conveyor	30	0.0065	0.195	0.78
7	เครื่อง Running test (New model)	600	0.0065	3.9	15.6
รวม				5.66	22.62

ตารางที่ ผก7 ข้อมูลต้นทุนคงที่ของการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ

ที่	ชนิดของเครื่องจักร	ราคา/เครื่อง (บาท)	จำนวน (เครื่อง)	ต้นทุนของเครื่องจักร (บาท)
1	Computer 5 เครื่อง (HE, E-Box, HV,PC Label)	30,000.00	5	150,000.00
2	เครื่อง Running test	3,000,000.00	1	3,000,000.00
3	เครื่อง HV.	250,000.00	1	250,000.00
4	Recovery Charge	500,000.00	1	500,000.00
5	เครื่อง Check Leak	300,000.00	1	300,000.00
6	Tape Sticking	50,000.00	1	50,000.00
7	Strapping	1,000,000.00	1	1,000,000.00
8	Conveyor	15,000,000.00	1	15,000,000.00
รวม			12	20,250,000.00

ตารางที่ ผก8 ข้อมูลต้นทุนคงที่ของการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์

ที่	ชนิดของเครื่องจักร	ราคา/เครื่อง (บาท)	จำนวน (เครื่อง)	ต้นทุนของเครื่องจักร (บาท)
1	Computer 2 เครื่อง (Cell table, Running test)	30,000.00	6	180,000.00
2	เครื่อง Running test	3,000,000.00	1	3,000,000.00
3	เครื่อง HV.	250,000.00	1	250,000.00
4	Recovery Charge	500,000.00	1	500,000.00
5	เครื่อง Check Leak	300,000.00	1	300,000.00
6	Tape Sticking	50,000.00	1	50,000.00
7	Strapping	1,000,000.00	1	1,000,000.00
8	Conveyor	5,000,000.00	1	5,000,000.00
รวม			13	10,280,000.00

ตารางที่ ผก7 การคิดค่าแรงงานในการผลิตเครื่องปรับอากาศ

ค่าแรง(บาท/วัน)	ค่าแรง(บาท/กะ)	ค่าแรง(บาท/ชั่วโมง)	ค่าแรง(บาท/นาที)	ค่าแรง(บาท/วินาที)
392	196	23.292	0.388	0.0065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศ

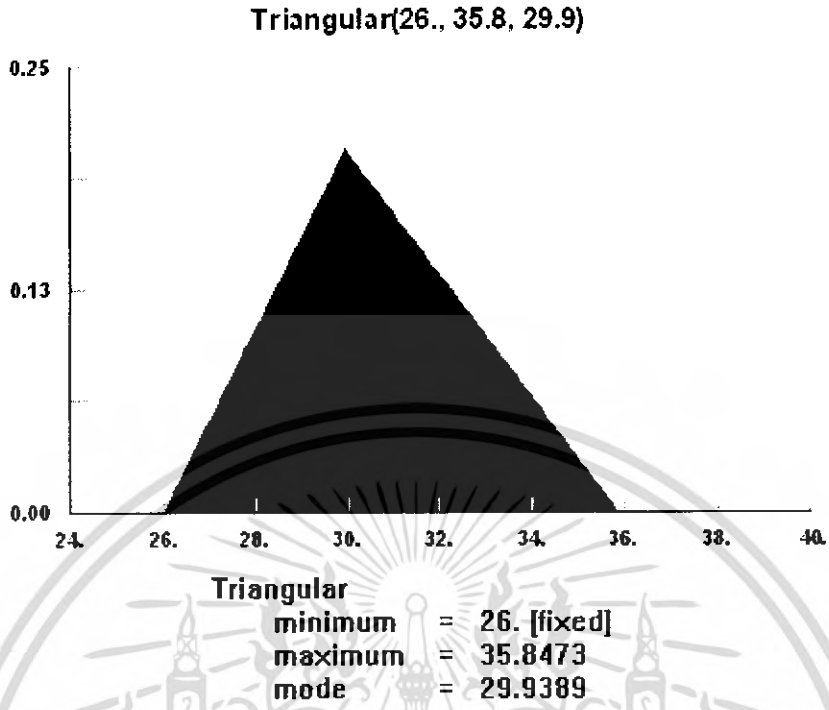
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผช 2 ข้อมูลการประกอบของการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบ

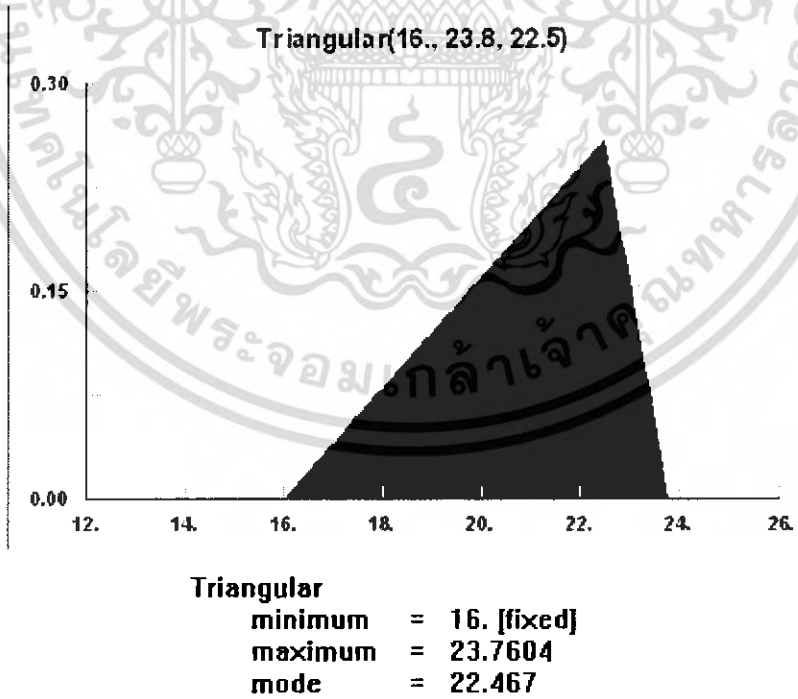
คนที่	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้ในการประกอบ (วินาที)																														ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	(วินาที)
1	Setting Bottom Frame	30	29	28	29	29	32	31	30	29	35	32	31	30	27	30	31	32	29	31	31	29	35	34	27	31	30	31	32	29	28	30.40
2	Bottom Assembly	21	19	22	22	22	23	19	21	19	23	23	19	19	17	23	20	22	21	22	23	22	21	23	20	19	23	21	22	23	20	21.13
3	HE. Assembly	23	20	21	20	23	22	22	21	20	20	21	21	21	22	20	23	21	24	20	21	21	20	21	20	21	22	21	23	20	21	21.20
4	Inside view1	31	30	29	28	29	30	31	29	28	29	31	29	28	28	29	30	29	28	27	28	28	29	28	27	28	29	28	28	29	27	28.73
5	Check leak	20	19	18	20	22	21	22	20	22	21	20	21	19	22	21	19	20	22	19	20	21	20	21	19	22	21	21	22	21	20	20.53
6	E-Box Assembly	43	45	46	42	40	39	49	35	48	53	39	35	42	45	47	48	41	39	37	49	46	41	41	53	40	38	46	45	42	41	43.17
7	Earth Screw	27	25	24	28	25	25	26	21	23	25	23	21	25	26	24	25	26	31	25	26	28	29	29	32	35	26	25	21	35	26	26.23
8	Recovery & Charge R22	25	26	24	25	23	21	25	23	24	25	26	26	21	23	23	21	25	24	23	26	28	23	26	25	21	21	23	23	24	25	23.93
9	Inside view2	20	22	21	22	23	21	22	23	19	21	20	22	21	20	21	22	23	23	24	21	20	22	21	19	21	22	20	23	22	21	21.40
10	Front panel Assembly	31	25	26	32	35	36	31	32	25	29	27	31	25	26	35	34	31	25	26	24	29	28	31	31	32	29	28	27	31	33	29.50
11	H.V. Check	21	20	31	25	28	27	26	24	26	29	20	21	25	28	27	29	28	26	24	23	27	28	30	22	19	24	29	28	24	25	25.47
12	Running Test	30	31	29	31	29	28	31	30	30	31	29	29	28	32	31	32	31	30	30	31	29	28	30	31	31	32	30	31	31	29	30.17
13	M/C name & Label Stick	19	18	25	26	23	31	25	24	19	20	24	26	23	27	24	24	21	22	23	27	28	21	20	29	28	27	25	24	28	29	24.33
14	setting Insulation plate	30	25	24	25	26	27	21	22	28	29	27	25	24	26	25	24	25	26	26	27	28	25	24	23	21	26	27	29	28	28	25.70
15	Final inspection	26	21	22	26	25	24	27	28	29	28	26	24	23	22	21	27	28	26	24	23	21	27	25	25	24	23	21	22	22	23	24.43
16	Packing1	24	23	21	22	20	24	25	21	22	23	25	23	24	24	23	21	22	23	22	25	24	24	26	22	26	25	26	22	24	23	23.23
17	Packing2	26	25	24	26	23	29	29	27	28	26	25	24	26	29	30	25	26	28	24	25	26	24	25	26	26	26	24	23	25	29	25.97
รวม		447	423	435	449	445	460	462	431	439	467	438	426	424	444	454	455	451	447	427	450	455	445	455	451	445	444	446	445	458	448	445.53

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการประกอบและการกระจายตัวของการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์

คนที่	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้ในการประกอบ(วินาที)																														ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	(วินาที)
1	Cell Line Assembly	259	270	260	265	262	289	281	275	264	264	278	279	286	274	276	264	269	264	276	288	283	275	286	269	259	276	285	279	273	275	273.43
2	Running Test H.V.	30	31	32	36	35	34	29	33	34	31	27	35	31	33	32	30	31	32	33	27	33	34	36	35	31	32	33	36	35	30	32.37
3	Packing1	27	30	33	28	29	27	28	26	31	30	31	29	28	27	29	28	27	29	30	31	32	30	33	32	31	29	30	31	32	27	29.50
4	Packing2	32	31	32	29	31	30	31	31	30	32	33	30	29	27	29	30	31	32	30	34	32	31	30	28	34	32	31	31	32	30	30.83
รวม		348	362	357	358	357	380	369	365	359	357	369	373	374	361	366	352	358	357	369	380	380	370	385	364	355	369	379	377	372	362	366.13

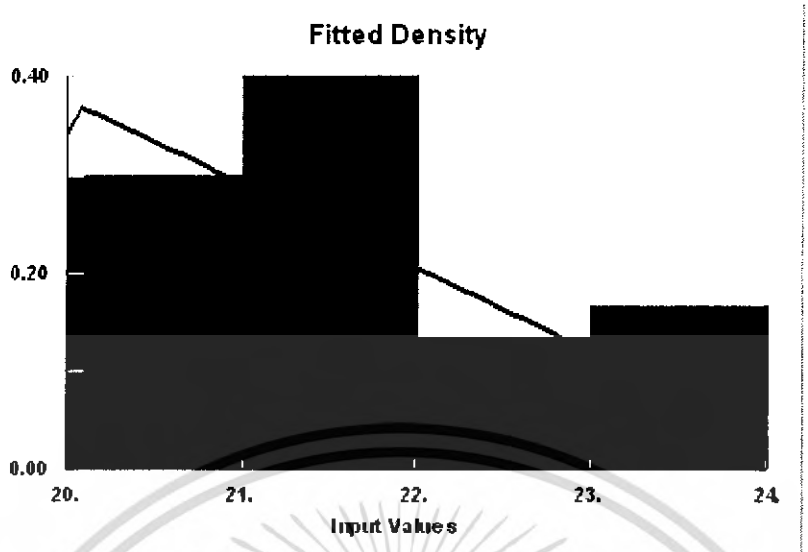


รูปที่ **ผข1** การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 1



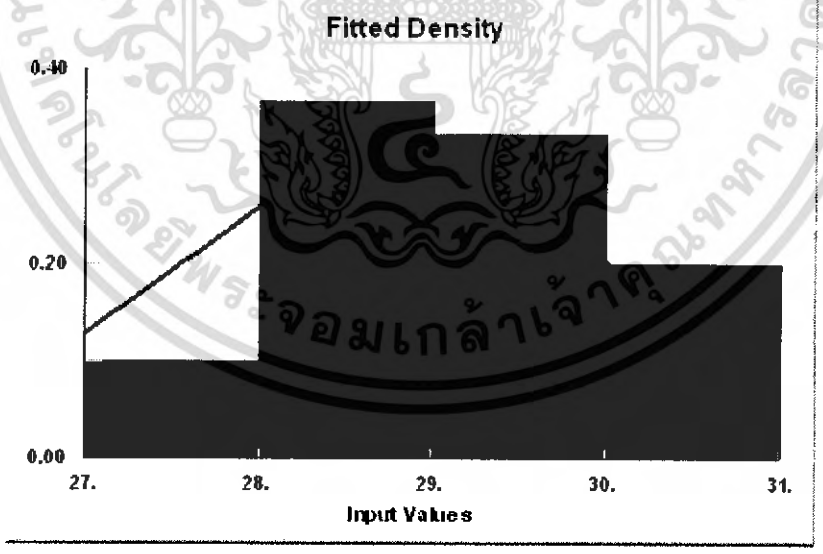
รูปที่ ผข2 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Triangular
minimum = 19. [fixed]
maximum = 24.4177
mode = 20.0835

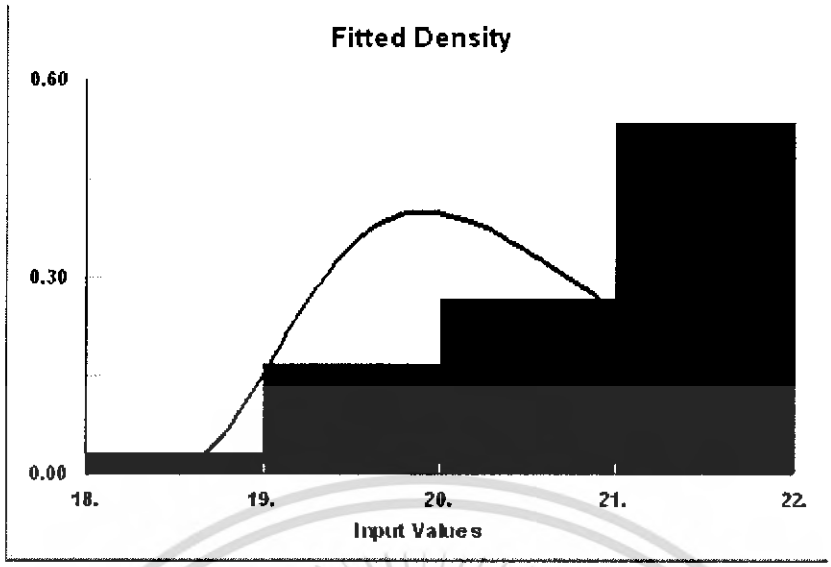
รูปที่ ผข3 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 3



Triangular
minimum = 26. [fixed]
maximum = 31.5687
mode = 28.7843

รูปที่ ผข4 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 4

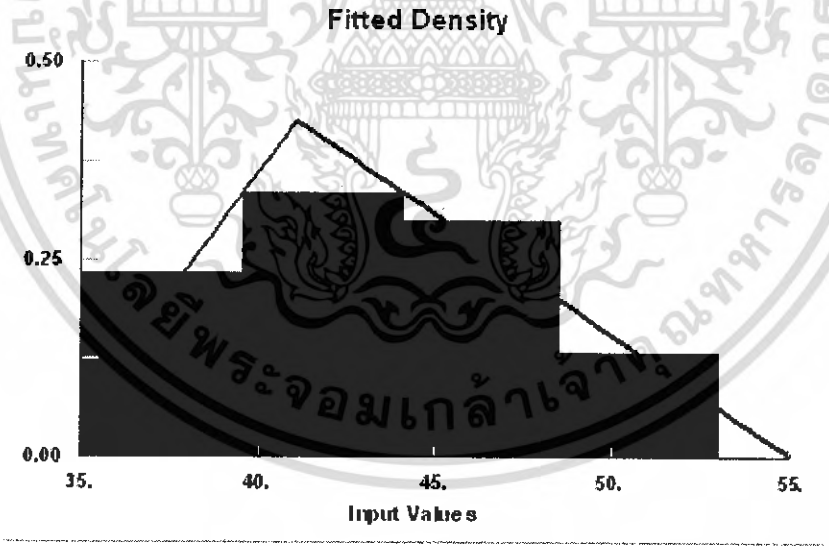
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lognormal

minimum	=	18. [fixed]
mu	=	0.866784
sigma	=	0.4687

รูปที่ ผช5 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 5

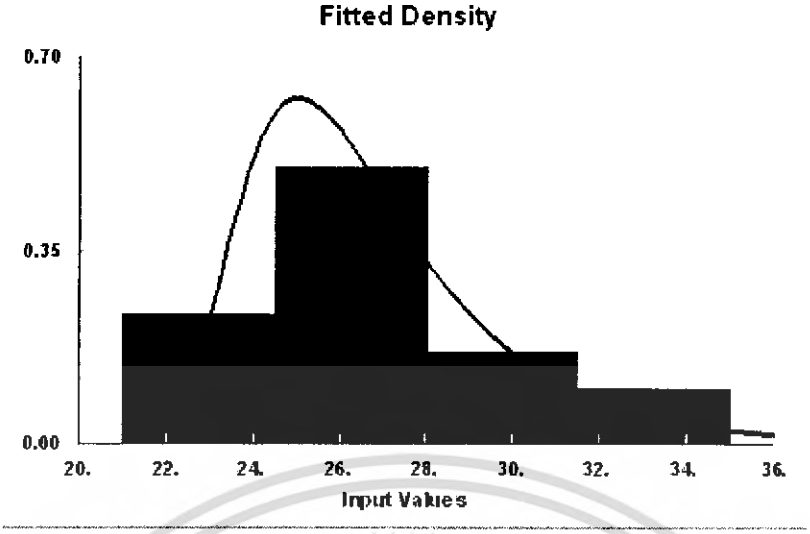


Triangular

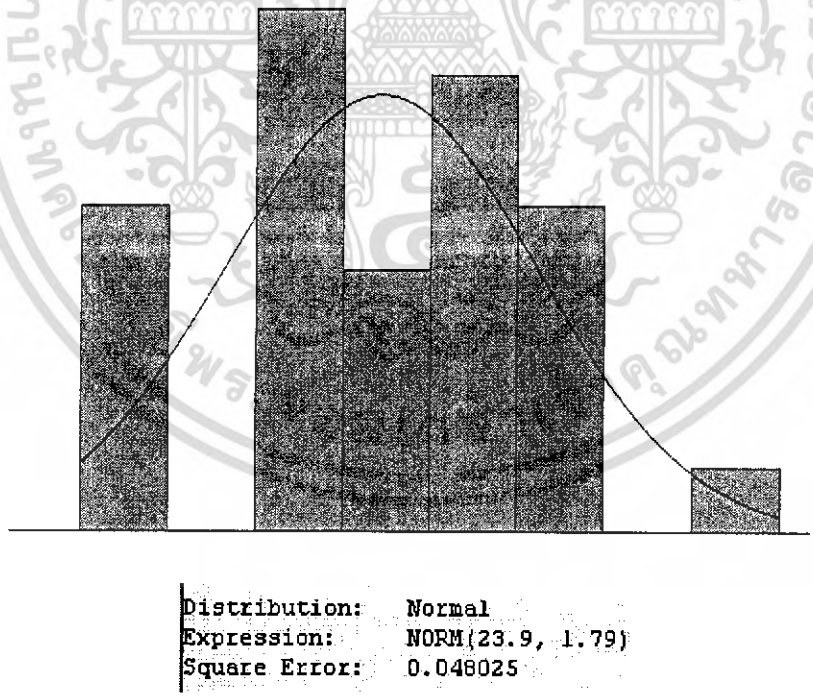
minimum	=	34. [fixed]
maximum	=	55.1073
mode	=	41.0358

รูปที่ ผช6 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

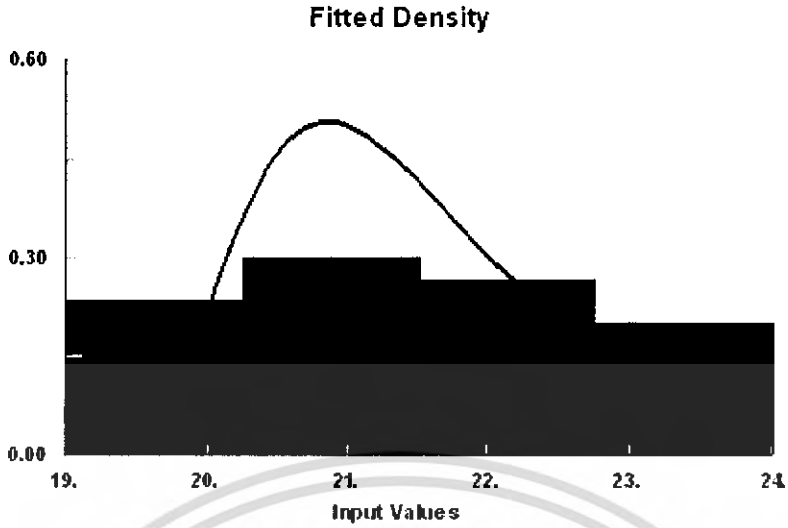


รูปที่ ผข7 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 7



รูปที่ ผข8 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 8

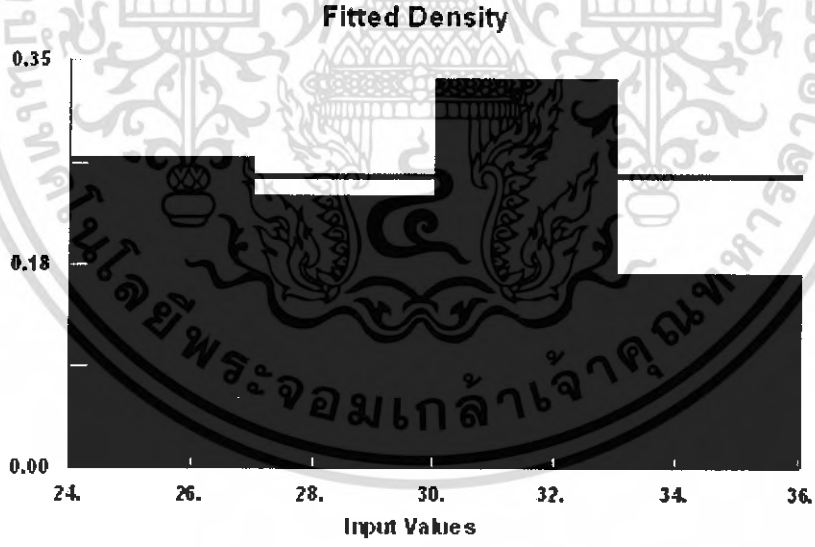
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lognormal

minimum	=	19. [fixed]
mu	=	0.841719
sigma	=	0.475893

รูปที่ ผข9 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 9

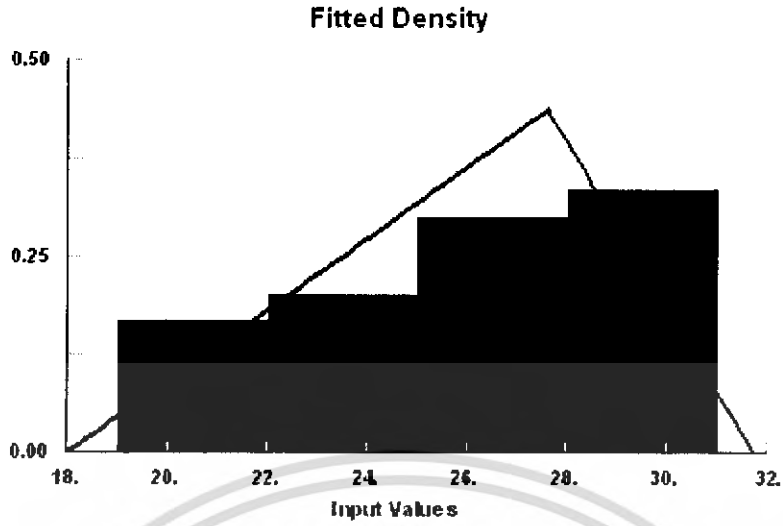


Uniform

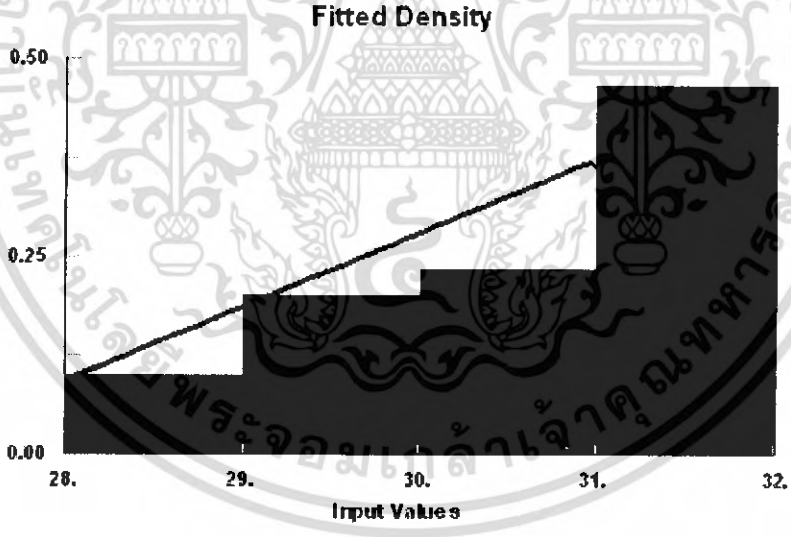
minimum	=	24. [fixed]
maximum	=	36.

รูปที่ ผข10 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

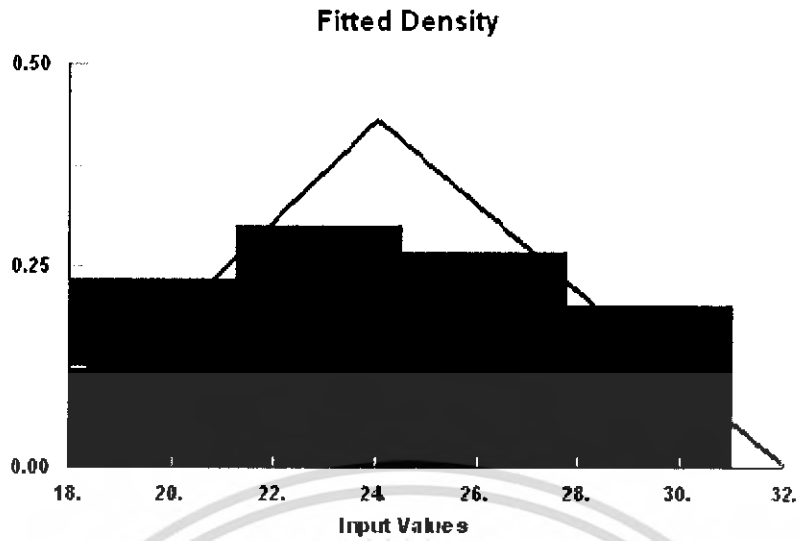


รูปที่ ผข11 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 11



รูปที่ ผข12 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 12

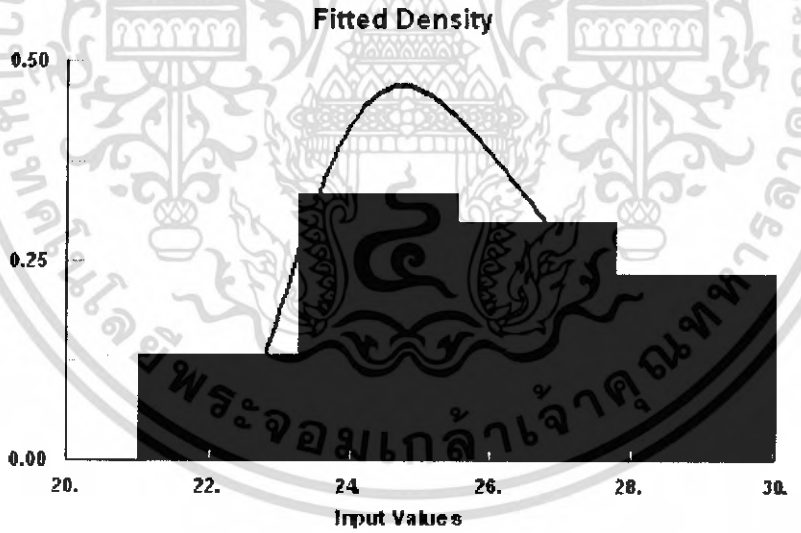
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Triangular

minimum	=	17. [fixed]
maximum	=	32.0796
mode	=	24.0372

รูปที่ ผข13 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 13

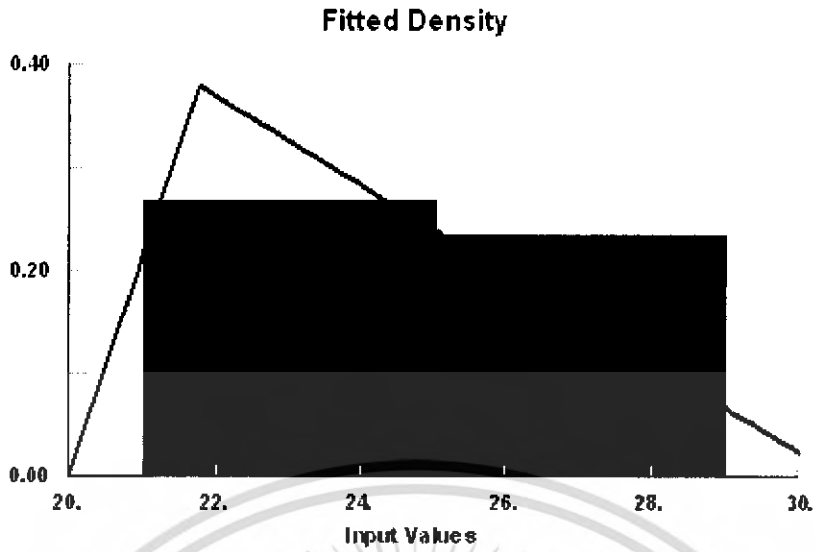


Lognormal

minimum	=	21. [fixed]
mu	=	1.52712
sigma	=	0.461201

รูปที่ ผข14 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 14

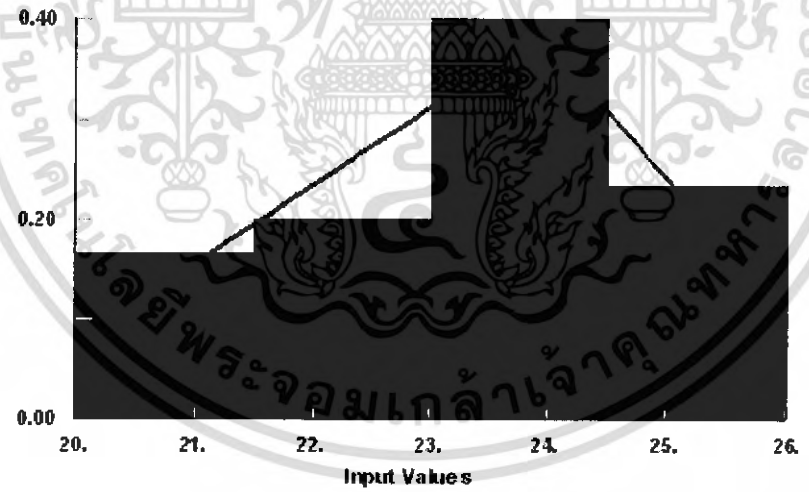
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Triangular

minimum	=	20. [fixed]
maximum	=	30.5569
mode	=	21.7595

รูปที่ ผข15 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 15

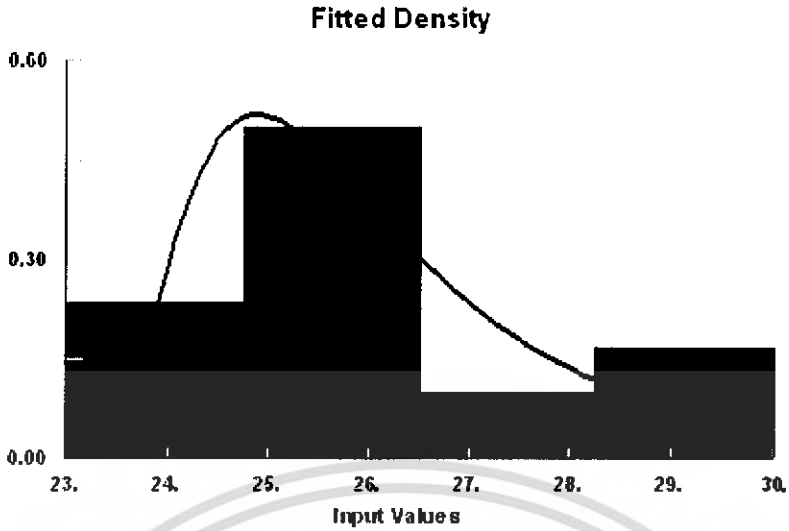


Triangular

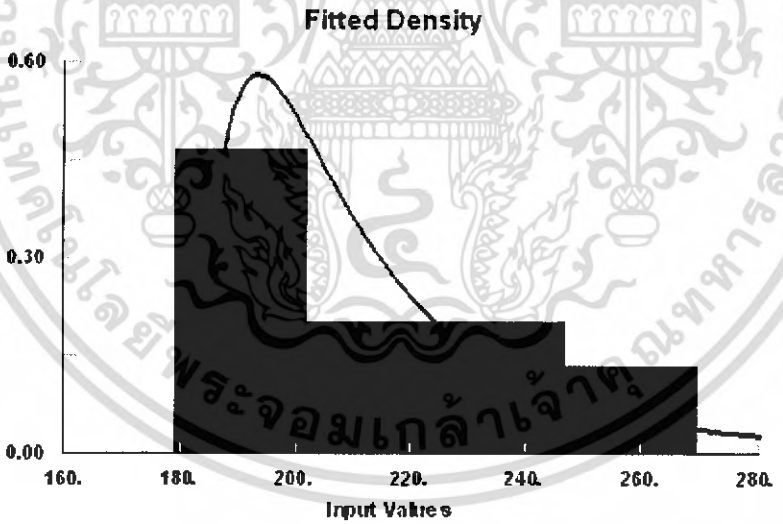
minimum	=	19. [fixed]
maximum	=	26.7857
mode	=	23.9309

รูปที่ ผข16 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

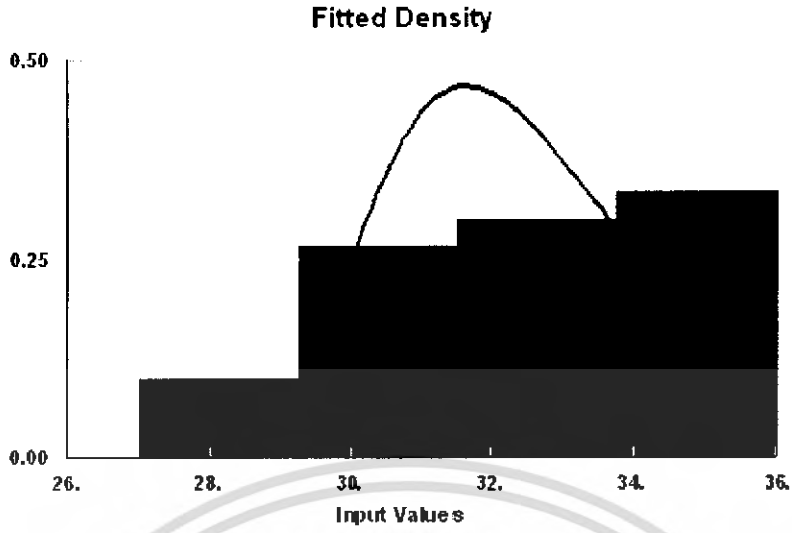


รูปที่ ผข17 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบสายการประกอบสถานีงานที่ 17



รูปที่ ผข18 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์สถานีงานที่ 1

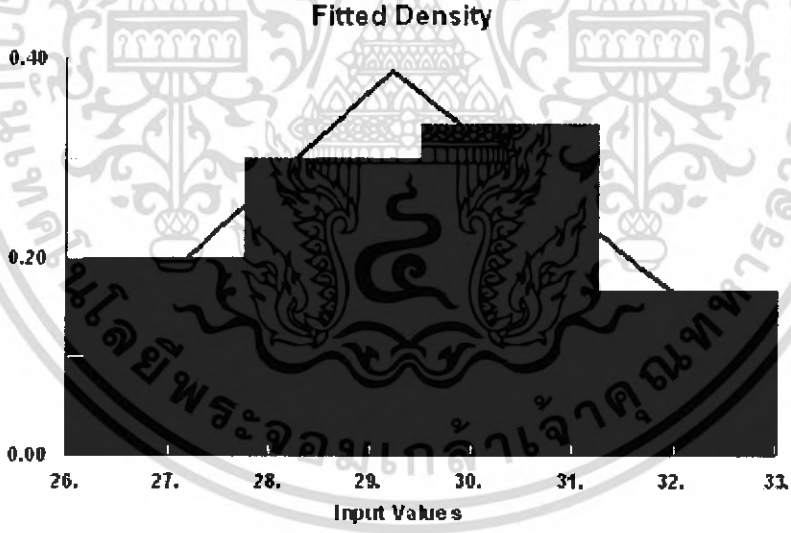
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lognormal

minimum	=	27. [fixed]
mu	=	1.68086
sigma	=	0.385194

รูปที่ ผข19 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์สถานีงานที่ 2

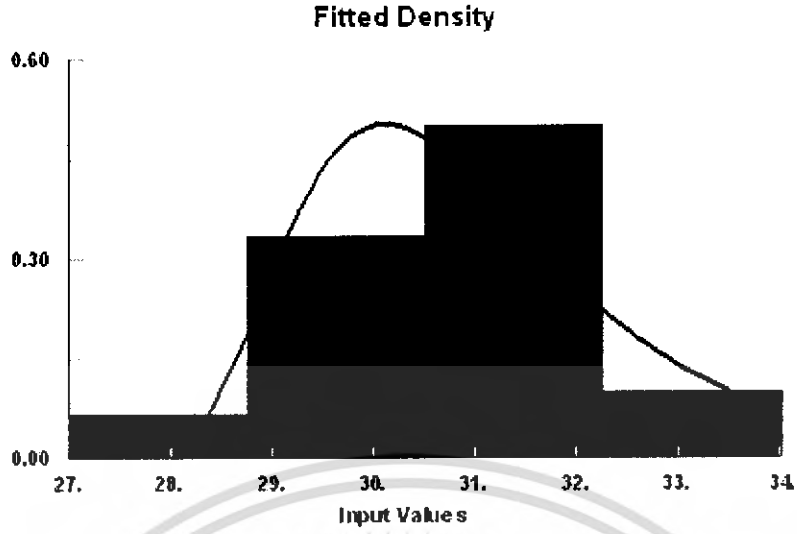


Triangular

minimum	=	25. [fixed]
maximum	=	34.0421
mode	=	29.2197

รูปที่ ผข20 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์สถานีงานที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lognormal

minimum	=	27. [fixed]
mu	=	1.30378
sigma	=	0.410398

รูปที่ ผข21 การกระจายตัวของเวลาที่พนักงานใช้ในการประกอบเครื่องปรับอากาศด้วยระบบเซลล์สถานีงานที่ 4

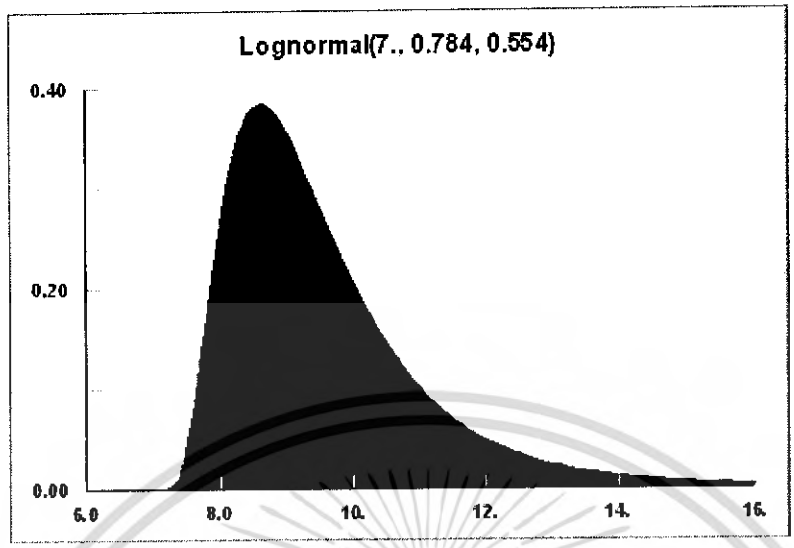
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผช2 แสดงเวลาของการเคลื่อนย้ายวัสดุของแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบ

สถานีงาน	เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่																														เวลาเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	9	9	10	9	8	11	8	7	9	9	10	8	14	10	9	8	8	9	12	10	10	11	9	10	8	9	9	13	10	8	9.47
2	6	7	5	7	8	10	7	8	4	10	9	5	7	7	8	6	6	7	6	9	9	3	4	10	9	4	9	9	8	7	7.13
3	45	42	46	43	46	45	44	49	47	47	43	46	48	49	42	44	45	51	43	47	44	41	48	46	44	45	42	43	48	46	45.30
4	49	46	57	48	51	46	57	51	44	47	44	51	46	56	57	53	53	46	46	48	46	55	55	48	44	57	49	52	49	48	49.97
5	126	134	120	135	133	125	127	132	117	136	128	132	119	134	119	134	122	128	117	126	116	131	121	128	125	131	121	130	116	130	126.43
6	8	7	5	9	9	6	5	9	6	7	6	12	8	7	6	10	7	6	5	13	6	6	14	9	9	11	5	12	7	7	7.90
7	24	19	26	18	21	26	26	26	29	27	23	19	23	21	27	28	23	33	27	24	28	27	17	28	25	22	24	25	19	20	24.17
8	29	27	33	26	25	29	28	25	23	27	20	25	24	23	20	27	29	26	25	22	20	27	29	24	28	22	22	27	23	29	25.47
9	81	87	80	89	79	85	84	87	85	80	86	76	81	86	84	88	81	77	83	82	81	84	83	76	84	75	85	84	81	78	82.40
10	54	52	57	50	48	56	59	51	57	50	58	55	49	53	54	48	53	58	54	53	55	57	54	55	57	51	48	53	49	57	53.50
11	90	95	96	90	93	87	85	94	93	94	89	94	88	87	93	94	93	99	91	95	86	86	86	92	95	92	90	86	91	94	91.27
12	81	82	79	74	81	88	89	84	81	78	81	81	84	80	83	79	81	78	79	83	85	87	80	77	99	80	83	79	80	79	81.83
13	61	63	64	67	65	63	57	58	59	56	61	59	67	64	62	64	60	60	61	66	58	64	59	61	59	57	57	61	60	69	61.40
14	56	68	56	59	55	58	51	59	56	54	50	52	55	53	49	53	56	57	49	53	54	65	57	59	51	58	62	53	54	56	55.60
15	59	60	54	62	62	57	58	60	67	62	59	58	55	58	61	64	57	59	59	58	56	57	58	58	54	52	57	60	57	66	58.80
16	30	33	29	29	32	31	28	34	27	32	35	33	35	27	32	29	28	34	34	29	36	34	31	34	29	35	27	31	34	31	31.43
17	6	5	6	7	4	9	9	6	9	6	8	6	8	8	7	9	8	9	7	7	9	8	9	5	4	6	8	7	4	6	7.00
Tape Stick	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60.00
Strapping	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7.00

ตารางที่ ผช3 แสดงเวลาของการเคลื่อนย้ายวัสดุของแต่ละสถานีงานในระบบเซลล์

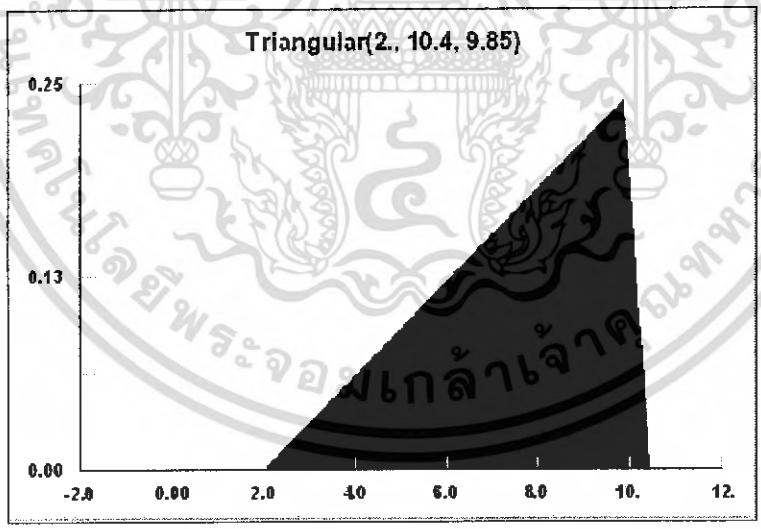
สถานีงาน	เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่																														เวลาเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	27	27	25	31	27	33	26	26	25	22	27	29	22	28	26	26	29	24	24	28	31	29	28	28	32	23	31	34	30	24	27.40
2	10	11	14	9	7	14	13	8	15	11	16	8	13	8	10	7	11	15	9	10	11	8	14	11	9	11	11	15	7	13	10.97
3	7	7	8	6	5	9	7	7	9	11	6	7	9	10	6	5	6	6	9	9	7	7	11	9	7	5	5	7	7	10	7.47
4	6	7	6	5	5	7	7	8	5	6	10	8	8	6	7	6	6	8	5	8	5	7	6	9	9	7	5	9	9	10	7.00
Tape Stick	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60.00
Strapping	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00



Lognormal

minimum	=	7. [fixed]
mu	=	0.784188
sigma	=	0.552439

รูปที่ ผช22 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 1 ไป สถานีงานที่ 2

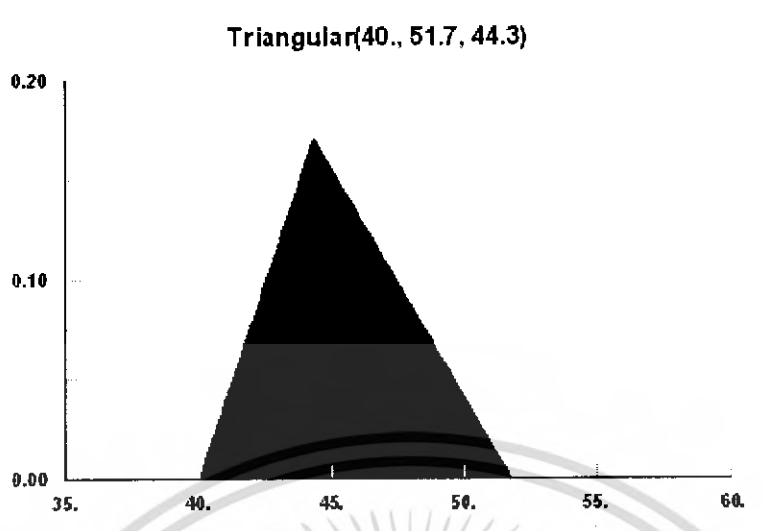


Triangular

minimum	=	2. [fixed]
maximum	=	10.4157
mode	=	9.85464

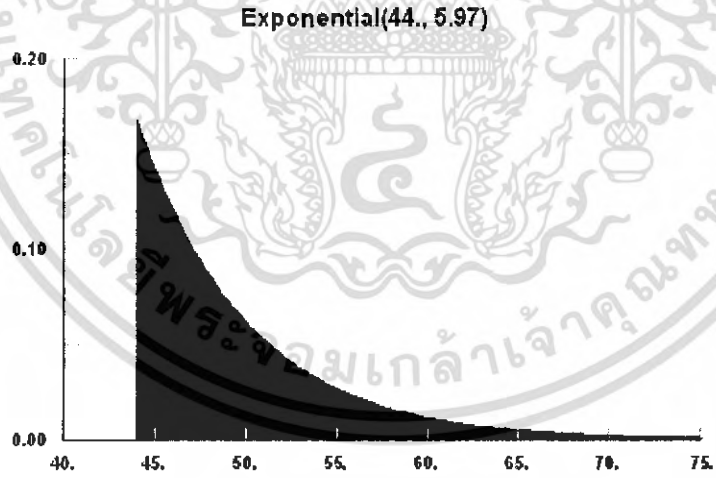
รูปที่ ผช23 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 2 ไป สถานีงานที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Triangular
minimum = 40. [fixed]
maximum = 51.7412
mode = 44.3051

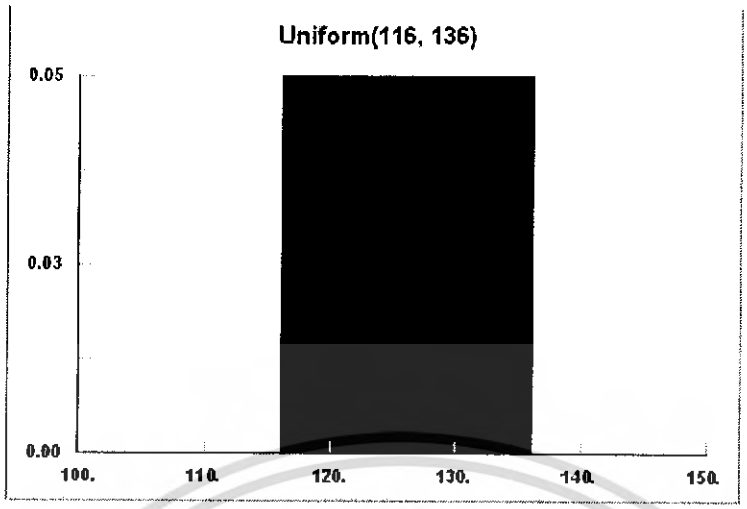
รูปที่ ผข24 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 3 ไป สถานีงานที่ 4



Exponential
minimum = 44. [fixed]
beta = 5.96667

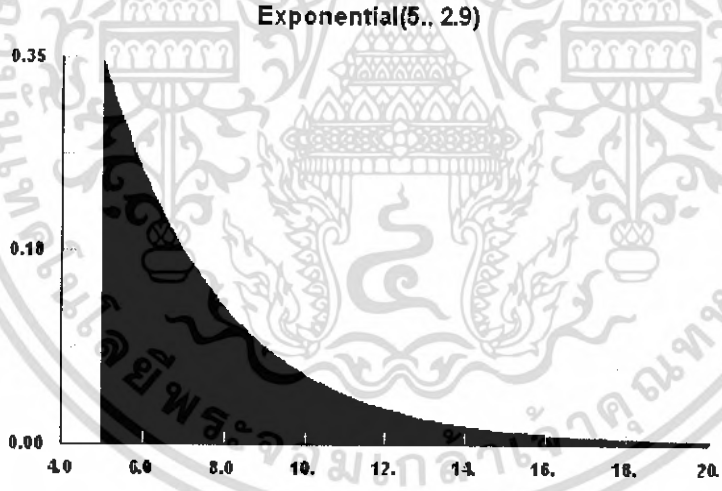
รูปที่ ผข25 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 4 ไป สถานีงานที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Uniform
minimum = 116. [fixed]
maximum = 136.

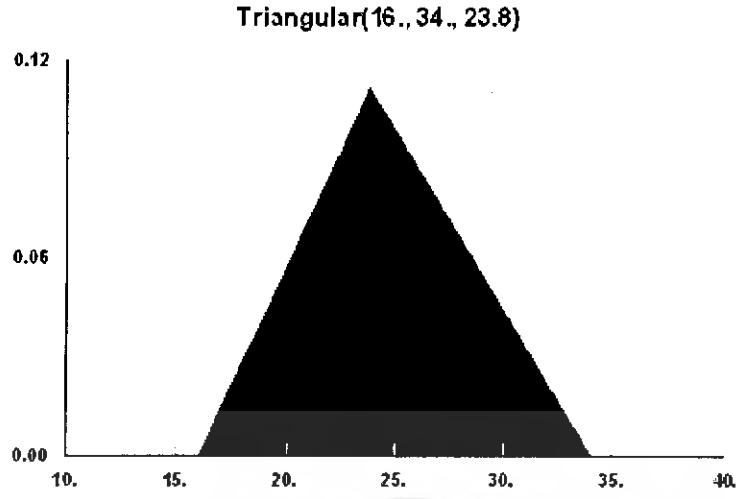
รูปที่ ผช26 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 5 ไป สถานีงานที่ 6



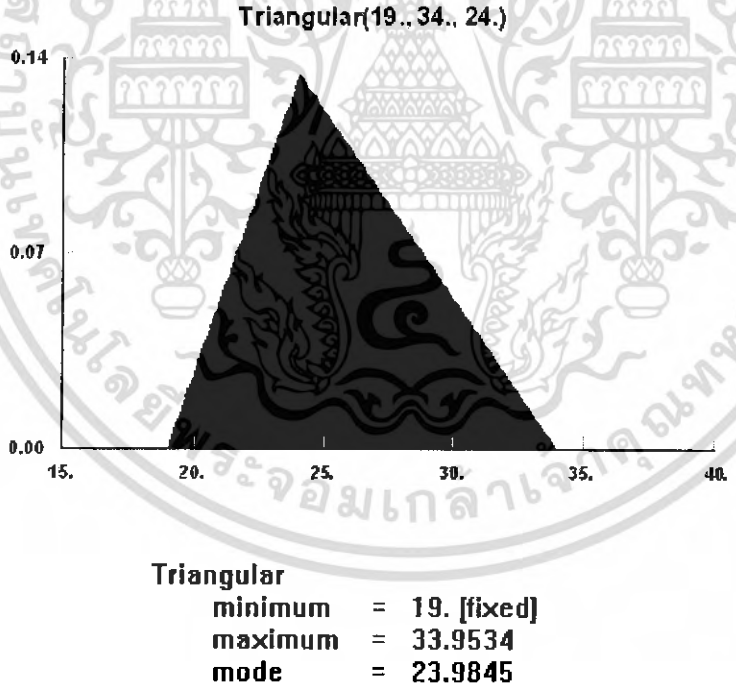
Exponential
minimum = 5. [fixed]
beta = 2.9

รูปที่ ผช27 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 6 ไป สถานีงานที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

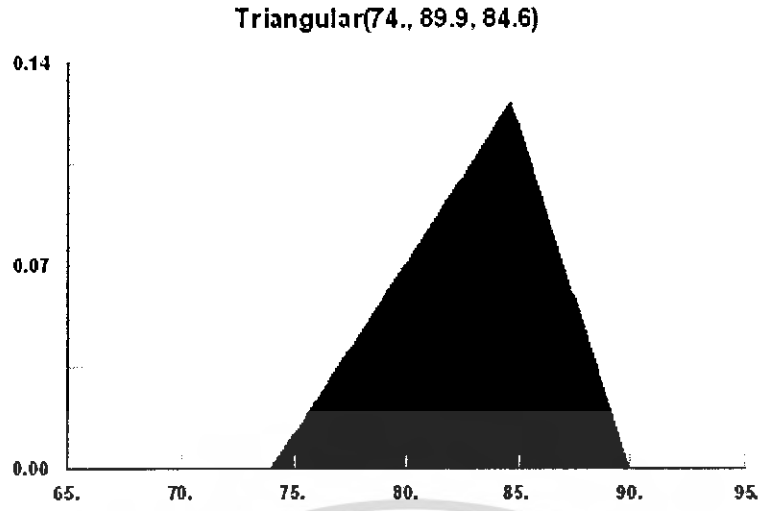


รูปที่ ผข28 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 7 ไป สถานีงานที่ 8

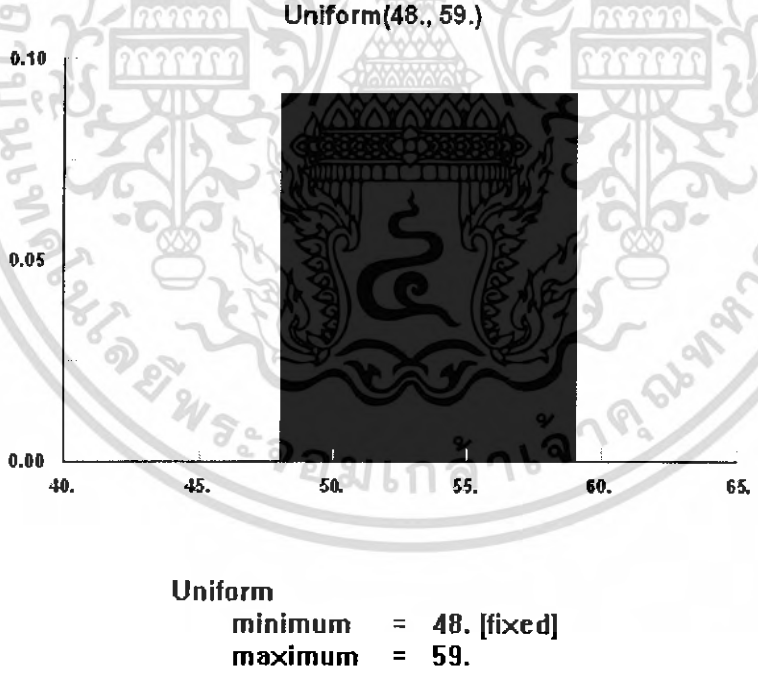


รูปที่ ผข29 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 8 ไป สถานีงานที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

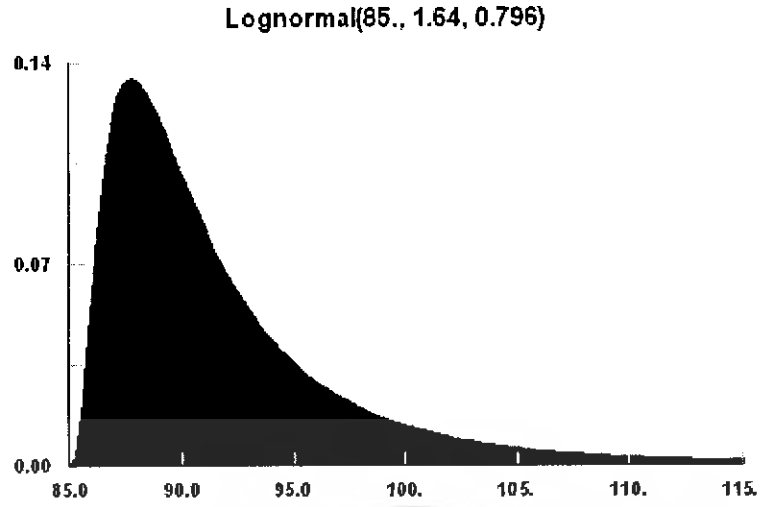


รูปที่ ผข30 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 9 ไป สถานีงานที่ 10

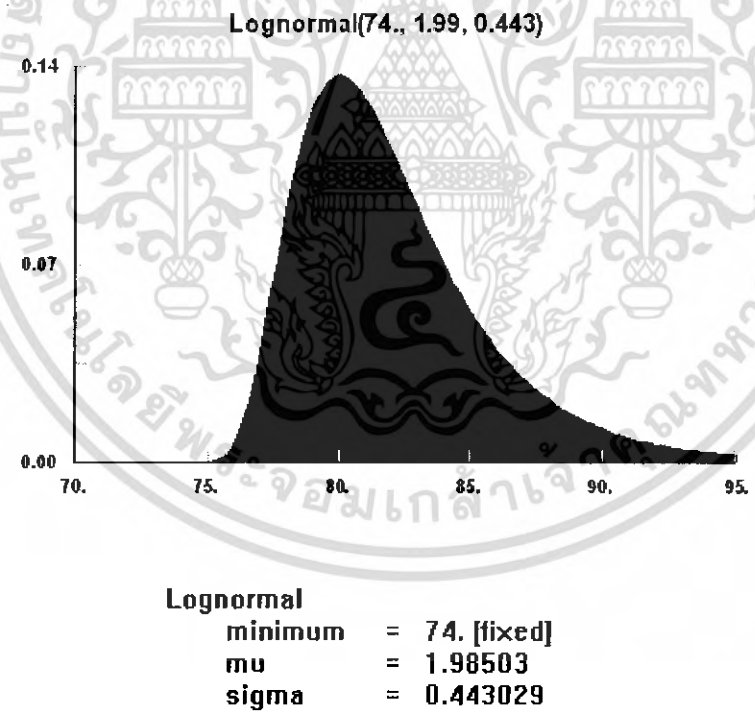


รูปที่ ผข31 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 10 ไป สถานีงานที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

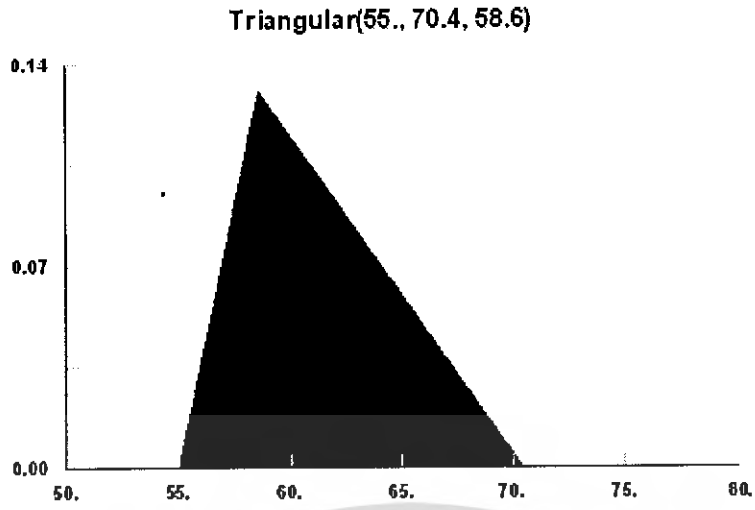


รูปที่ ผข32 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 11 ไป สถานีงานที่ 12



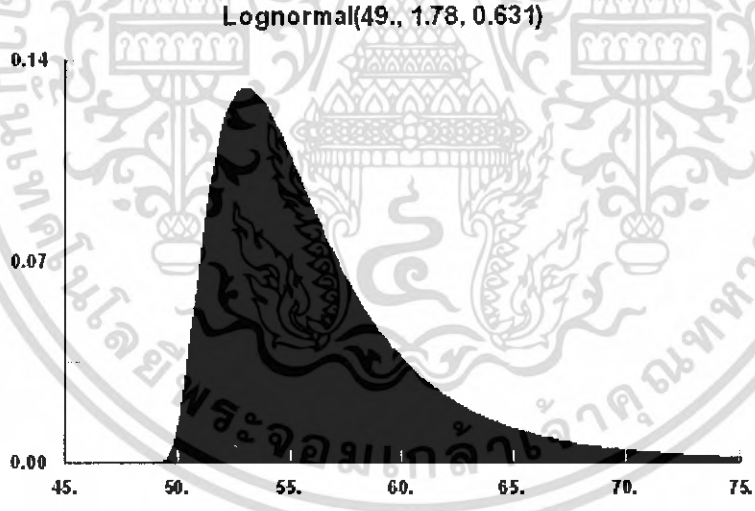
รูปที่ ผข32 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 12 ไป สถานีงานที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Triangular
minimum = 55. [fixed]
maximum = 70.3782
mode = 58.5883

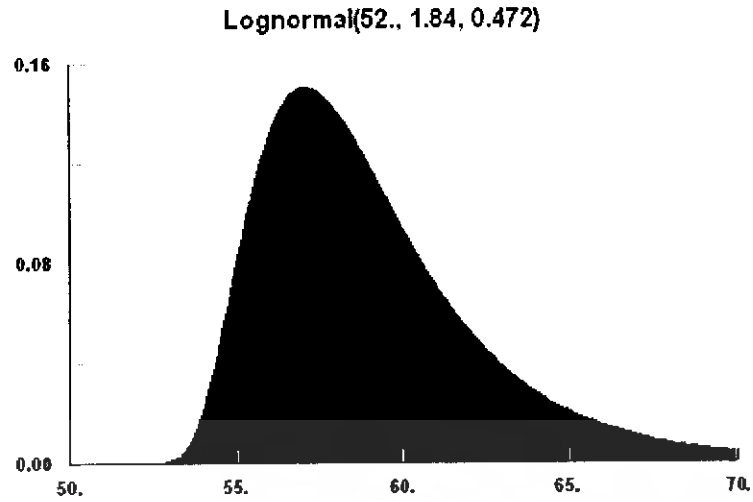
รูปที่ ผช33 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 13 ไป สถานีงานที่ 14



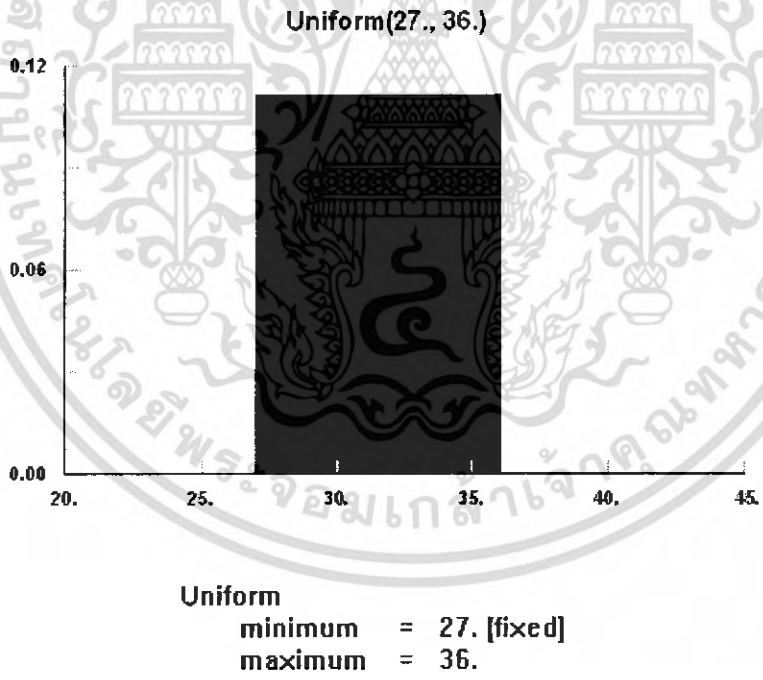
Lognormal
minimum = 49. [fixed]
mu = 1.78266
sigma = 0.63088

รูปที่ ผช34 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 14 ไป สถานีงานที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

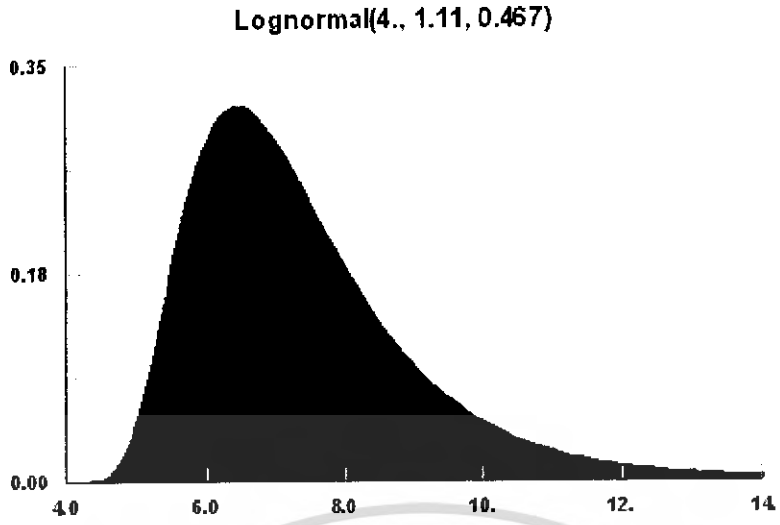


รูปที่ ผช35 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 15 ไป สถานีงานที่ 16



รูปที่ ผช36 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 16 ไป สถานีงานที่ 17

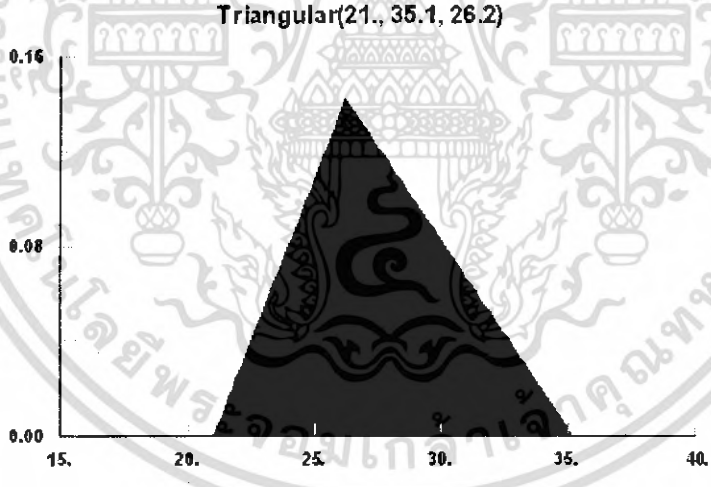
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lognormal
minimum = 4. [fixed]
mu = 1.10848
sigma = 0.466875

รูปที่ ผช37 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 17 ไปยังเครื่องติดเทป

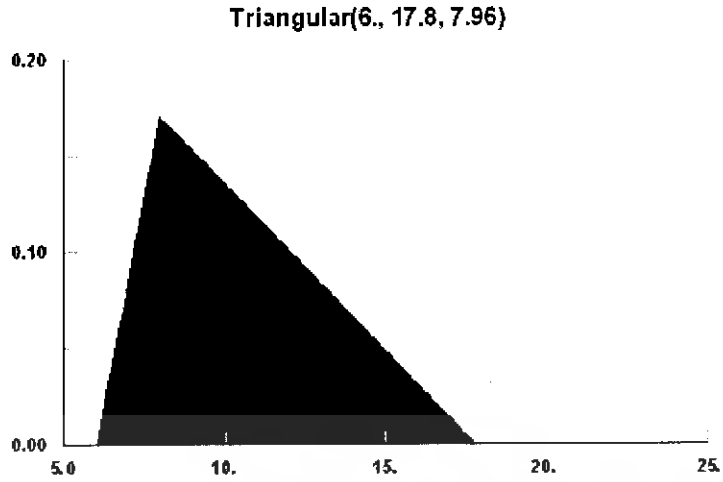
* หมายเหตุ การขนย้ายวัสดุจากเครื่องติดเทปอัตโนมัติไปยังเครื่องติดสายรัดอัตโนมัติ มีค่าคงที่



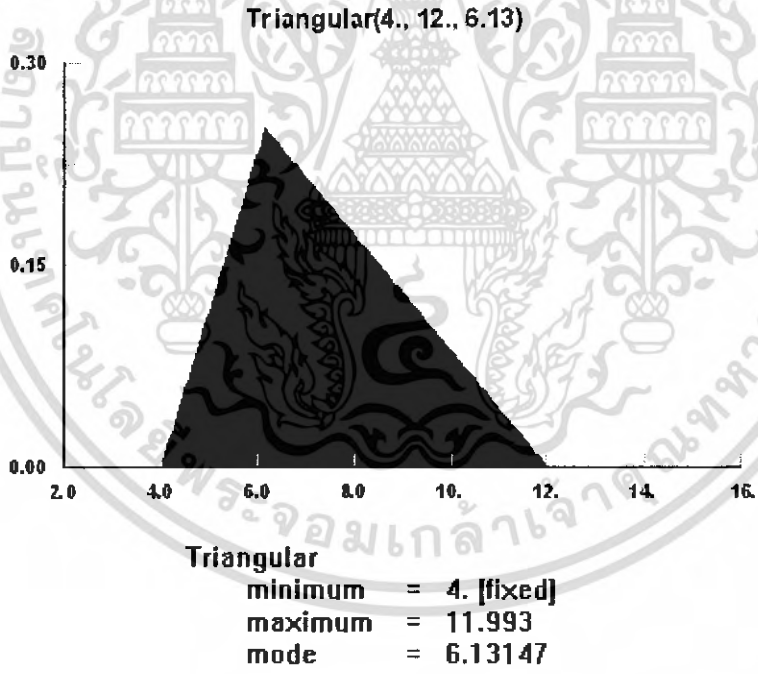
Triangular
minimum = 21. [fixed]
maximum = 35.1487
mode = 26.1878

รูปที่ ผช38 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบเซลล์จากสถานีงานที่ 1ไป สถานีงานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

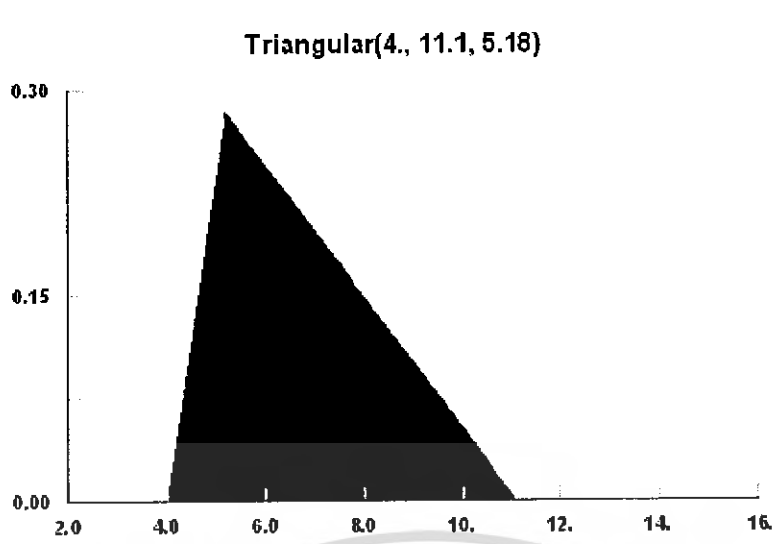


รูปที่ ผข39 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 2 ไป สถานีงานที่ 3



รูปที่ ผข40 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 3 ไป สถานีงานที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผข41 การกระจายตัวของการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงานในระบบสายการประกอบจากสถานีงานที่ 4 ไปยังเครื่องติดเทปอัตโนมัติ

* หมายเหตุ การขนย้ายวัสดุจากเครื่องติดเทปอัตโนมัติไปยังเครื่องติดสายรัดอัตโนมัติ มีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แสดงการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมPromodel6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Promodel6.0 ของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบสายการประกอบ

```
*****************************************************************************
*                                                                           *
*                  Formatted Listing of Model:                              *
*           H:\ปิยะดา สโรชา อมรรัตน์\F1  Present project.MOD                *
*                                                                           *
*****************************************************************************

 Time Units:              Seconds
 Distance Units:          Meters


*****************************************************************************
*                        Locations                                          *
*****************************************************************************

 Name              Cap    Units Stats     Rules       Cost
 ----------------- ------ ----- --------- ----------- ----------
 Setting_Bottom_Frame 1      1   Time Series Oldest, ,    19.92/hr
 Bottom_Assy       1      1    Time Series Oldest, ,    19.92/hr
 HE_Assy           1      1    Time Series Oldest, ,    20.21/hr
 Inside_view1      1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/hr
 Check_leak        1      1    Time Series Oldest, ,    20.40/hr
 Ebox_Assy         1      1    Time Series Oldest, ,    19.92/min
 Earth_Screw       1      1    Time Series Oldest, ,    19.92/min
 Rec_ChargeR22     1      1    Time Series Oldest, ,    20.1/hr
 Inside_view2      1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/min
 Front_panel_Assy  1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/min
 HV_Check          1      1    Time Series Oldest, ,    20.792/hr
 Running_Test      1      1    Time Series Oldest, ,    26.568/hr
 MC_name_label_sticking 1      1    Time Series Oldest, ,    20.21/min
 Setting_insulation 1      1    Time Series Oldest, ,    19.92/min
 Final_inspection  1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/min
 packing1          1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/min
 packing2          1      1    Time Series Oldest, ,    20.103/min
 Tape_sticking_stapping 1      1    Time Series Oldest, ,    1.525/hr
 Pallet            inf    1    Time Series Oldest, ,
 conveyor          INFINITE 1    Time Series Oldest, FIFO,

*****************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* Clock downtimes for Locations *

Loc	Frequency	First Time	Priority	Scheduled	Disable	Logic
Rec_ChargeR22	N(20.3,0.05)DAY	100	Yes	No		display"Recovery is down at:",clock() WAIT E(20.6)min display"Recovery is came up at:",clock()
HV_Check	N(20.3,0.01)DAY	100	Yes	No		display"HV is down at:",clock() WAIT T(3, 4.18, 14.8) MIN display"HV is came up at:",clock()
Running_Test	T(15,30.5,31)DAY	100	Yes	No		Display "The Running test is down at:",clock() WAIT E(23.6)MIN Display "came up at:",clock()
Tape_sticking_stapping	E(20.3)DAY	100	Yes	No		display "Tapping went down at:",clock() WAIT U(4, 26) MIN display "Tapping came up at:",clock()

* Entities *

Name	Speed (mpm)	Stats	Cost
bottom_frame	3	Time Series	
heat_exchange	3	Time Series	
Ebox	3	Time Series	
front_panel	3	Time Series	
insulation	3	Time Series	
packing	3	Time Series	

* Resources *

Name	Units	Res Stats	Ent Search	Search Path	Motion	Cost
Pallet2	1	By Unit	None	Oldest	Empty: 50 mpm	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Full: 50 mpm

****

* Processing *

****

Process Routing

Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
bottom_frame	Pallet		1	bottom_frame	Setting_Bottom_Frame	FIRST 1	
bottom_frame	Setting_Bottom_Frame	WAIT L(27, 1.16)sec					
			1	bottom_frame	Bottom_Assy	FIRST 1	
bottom_frame	Bottom_Assy	WAIT L(17, 0.407)					
		sec	1	bottom_frame	HE_Assy	FIRST 1	
bottom_frame	HE_Assy	wait T(19,20.1,24.4)sec					
			1	heat_exchange	Inside_view1	FIRST 1	
heat_exchange	Inside_view1	wait T(26,28.8,31.6)sec					
			1	heat_exchange	Check_leak	FIRST 1	
heat_exchange	Check_leak	wait L(18,0.469)sec					
			1	heat_exchange	Ebox_Assy	FIRST 1	
heat_exchange	Ebox_Assy	WAIT T(34,41,55.1)sec					
			1	Ebox	Earth_Screw	FIRST 1	
Ebox	Earth_Screw	WAIT L(21,1.64)sec					
			1	Ebox	Rec_ChargeR22	FIRST 1	
Ebox	Rec_ChargeR22	WAIT U(21,28)sec	1	Ebox	Inside_view2	FIRST 1	
Ebox	Inside_view2	WAIT L(19,0.476)sec					
			1	Ebox	Front_panel_Assy	FIRST 1	
Ebox	Front_panel_Assy	WAIT U(24,36)sec	1	front_panel	HV_Check	FIRST 1	
front_panel	HV_Check	WAIT T(18,27.6,31.7)sec					
			1	front_panel	Running_Test	FIRST 1	
front_panel	Running_Test	WAIT T(27,31,32.4)sec					
			1	front_panel	MC_name_label_sticking	FIRST 1	
front_panel	MC_name_label_sticking	WAIT T(17,24,32.1)sec					
			1	front_panel	Setting_insulation	FIRST 1	
front_panel	Setting_insulation	WAIT T(20,26.1,30.7)sec					
			1	insulation	Final_inspection	FIRST 1	
insulation	Final_inspection	WAIT T(20,21.8,30.6)sec					
			1	insulation	packing1	FIRST 1	
insulation	packing1	WAIT T(19,23.9,26.8)sec					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    1  packing     packing2          FIRST 1
packing     packing2          WAIT L(23,0.992)sec
                    1  packing     Tape_sticking_stapping FIRST 1
packing     Tape_sticking_stapping Material_Cost = Total_Exit * 5962.931

                    WAIT 21 SEC

                    Total_Exit = Total_Exit + 1

                    INC Machine_Cost,GETCOST()

                    Handling_Cost = (860.61 * CLOCK( HR))

                    Total_Cost = Handling_Cost + Machine_Cost + Material_Cost + Set_up_cost

                    Set_up_cost = 0.0011111 * CLOCK( SEC)

                    Cost_per_Unit = Total_Cost / Total_Exit

                        1  packing     EXIT          FIRST 1

*****************************************************************************
*                    Arrivals                    *
*****************************************************************************

 Entity     Location Qty Each  First Time Occurrences Frequency  Logic
 ---------- -------- ---------- ---------- ----------- ---------- ----------
 bottom_frame Pallet  1             inf       L(27, 1.16)


*****************************************************************************
*                  Variables (global)                  *
*****************************************************************************

 ID         Type       Initial value Stats
 ---------- ---------- ------------- ----------
 Material_Cost Real       0         Time Series
 Total_Exit   Integer     0         Time Series
 Machine_Cost  Real       0         Time Series
 Set_up_cost   Real       0         Time Series
 Handling_Cost Real       0         Time Series
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total_Cost Real 0 Time Series

Cost_per_Unit Real 0 Time Series

แสดงการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Promodel6.0 ของการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบเซลล์

```
*****************************************************************************
*                                                                           *
*                Formatted Listing of Model:                                *
*          H:\ปิยะดา สไรชา อมรรัตน์\F4 Present project.MOD                  *
*                                                                           *
*****************************************************************************

Time Units:              Seconds
Distance Units:          Meters


*****************************************************************************
*                        Locations                                          *
*****************************************************************************

Name            Cap   Units Stats     Rules        Cost
--------------- ----- ----- --------- ------------ -----------
converyor1      INFINITE 1    Time Series Oldest, FIFO,
barcode1        1     1     Time Series Oldest, ,     20.21/hr
point_cell      1     1     Time Series Oldest, ,     20.70/hr
Running_HV1     1     1     Time Series Oldest, , First 47.92/hr
Converyor2      INFINITE 1    Time Series Oldest, FIFO,
Point_pack1     1     1     Time Series Oldest, ,
Conveyor3       INFINITE 1    Time Series Oldest, FIFO,
Point_pack2     1     1     Time Series Oldest, ,
conveyor4       INFINITE 1    Time Series Oldest, FIFO,
sticking__staping 1   1     Time Series Oldest, ,     40.55/hr
Pallet1         inf   1     Time Series Oldest, ,
wait_Cellman2   1     1     Time Series Oldest, ,
Pallet2         inf   1     Time Series Oldest, ,
barcode_2       1     1     Time Series Oldest, ,     20.21/hr
point_cell_2    1     1     Time Series Oldest, ,     20.70/hr
Pallet_3        inf   1     Time Series Oldest, ,
barcode_3       1     1     Time Series Oldest, ,     20.21/hr
point_cell_3    1     1     Time Series Oldest, ,     20.70/hr
Running_HV2     1     1     Time Series Oldest, ,     47.92/hr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

* Entities *

****

Name	Speed (mpm)	Stats	Cost
Raw_Material_1	50	Time Series	
Raw_Material_2	50	Time Series	
Box_cusion	50	Time Series	
Box	50	Time Series	

****

* Path Networks *

****

Name	Type	T/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed Factor
Net1	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	11.37	1
			N2	N3	Bi	20.11	1
			N3	N4	Bi	22.77	1
Net2	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	21.53	1
			N2	N3	Bi	20.41	1
Net3	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	7.72	1
			N2	N3	Bi	7.13	1
Net4	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	7.49	1
			N2	N3	Bi	7.86	1
Net5	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	13.11	1
			N2	N3	Bi	15.41	1
			N3	N4	Bi	14.75	1
Net6	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	16.03	1
			N2	N3	Bi	13.37	1
			N3	N4	Bi	26.57	1
Net22	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	20.78	1
			N2	N3	Bi	21.94	1

****

* Interfaces *

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Net	Node	Location
Net1	N1	Pallet1
	N2	barcode1
	N3	point_cell
	N4	converyor1
Net2	N1	wait_Cellman2
	N2	Running_HV1
	N3	Converyor2
Net3	N1	Converyor2
	N2	Point_pack1
	N3	Conveyor3
Net4	N1	Conveyor3
	N2	Point_pack2
	N3	conveyor4
Net5	N1	Pallet2
	N2	barcode_2
	N3	point_cell_2
	N4	converyor1
Net6	N1	Pallet_3
	N2	barcode_3
	N3	point_cell_3
	N4	converyor1
Net22	N1	wait_Cellman2
	N2	Running_HV2
	N3	Converyor2

****

* Resources *

****

Name	Units	Res Stats	Ent Search	Search Path	Motion	Cost
Cell_man1	1	By Unit	Closest	Oldest Net1	Empty: 50 mpm Home: N1 Full: 50 mpm	
Cell_man2	1	By Unit	Closest	Oldest Net2	Empty: 50 mpm Home: N1 Full: 50 mpm	
Cell_man3	1	By Unit	Closest	Oldest Net3	Empty: 50 mpm	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Home: N1 Full: 50 mpm

Cell_man4 1 By Unit Closest Oldest Net4 Empty: 50 mpm

Home: N1 Full: 50 mpm

Cell2 1 By Unit Closest Oldest Net5 Empty: 50 mpm

Home: N1 Full: 50 mpm

Cell3 1 By Unit Closest Oldest Net6 Empty: 50 mpm

Home: N1 Full: 50 mpm

cell_man5 1 By Unit Closest Oldest Net22 Empty: 50 mpm

Home: N1 Full: 50 mpm

****

* Resource Node Logic *

****

Res	Node	Entry Logic	Exit Logic
Cell_man1	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N4	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
Cell_man2	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N3	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
Cell_man3	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N2	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
	N3	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
Cell_man4	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N3	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
Cell2	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N4	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
Cell3	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N4	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1
cell_man5	N1	GRAPHIC 1	GRAPHIC 2
	N3	GRAPHIC 2	GRAPHIC 1

****

* Processing *

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Process		Routing			
Entity	Location	Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
Raw_Material_1 Pallet1		INC WIP				
			1 Raw_Material_1 barcode1		FIRST 1	MOVE WITH Cell_man1
Raw_Material_1 barcode1		wait N(2,0.01)				
			1 Raw_Material_1 point_cell		FIRST 1	MOVE WITH Cell_man1
Raw_Material_1 point_cell		WAIT L(179, 3.29)				
			1 Raw_Material_2 converyor1		FIRST 1	MOVE WITH Cell_man1 THEN FREE
Raw_Material_1 Pallet2		INC WIP				
			1 Raw_Material_1 barcode_2		FIRST 1	MOVE WITH Cell2
Raw_Material_1 barcode_2		wait N(2,0.01)	1 Raw_Material_1 point_cell_2		FIRST 1	MOVE WITH Cell2
Raw_Material_1 point_cell_2		WAIT L(179, 3.29)				
			1 Raw_Material_2 converyor1		FIRST 1	MOVE WITH Cell2 THEN FREE
Raw_Material_1 Pallet_3		INC WIP				
			1 Raw_Material_1 barcode_3		FIRST 1	MOVE WITH Cell3
Raw_Material_1 barcode_3		wait N(2,0.01)	1 Raw_Material_1 point_cell_3		FIRST 1	MOVE WITH Cell3
Raw_Material_1 point_cell_3		WAIT L(179, 3.29)				
			1 Raw_Material_2 converyor1		FIRST 1	MOVE WITH Cell3 THEN FREE
Raw_Material_2 converyor1			1 Raw_Material_2 wait_Cellman2		FIRST 1	MOVE FOR T(21, 26.2, 35.1) SEC
Raw_Material_2 wait_Cellman2			1 Raw_Material_2 Running_HV1		TURN 1	MOVE WITH Cell_man2
			Raw_Material_2 Running_HV2		TURN	MOVE WITH cell_man5
Raw_Material_2 Running_HV1		wait L(27, 1.68)sec				
			1 Raw_Material_2 Converyor2		FIRST 1	MOVE WITH Cell_man2 THEN FREE
Raw_Material_2 Running_HV2		wait L(27, 1.68)SEC				
			1 Raw_Material_2 Converyor2		FIRST 1	MOVE WITH cell_man5 THEN FREE
Raw_Material_2 Converyor2			1 Raw_Material_2 Point_pack1		FIRST 1	MOVE FOR T(6, 7.96, 17.8) SEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Raw_Material_2 Point_pack1     wait T(25,29.2,34)SEC
                               1  Box_cusion   Conveyor3      FIRST 1  MOVE WITH Cell_man3 THEN FREE
Box_cusion   Conveyor3                 1  Box_cusion   Point_pack2     FIRST 1  MOVE FOR T(4, 6.13, 12) SEC

Box_cusion   Point_pack2     wait L(27,1.3)SEC

                               1  Box_cusion   conveyor4      FIRST 1  MOVE WITH Cell_man4 THEN FREE

Box_cusion   conveyor4                 1  Box_cusion   sticking__staping FIRST 1  MOVE FOR T(4, 5.18, 11.1) SEC

Box_cusion   sticking__staping Direct_Material_Cost = TOTAL_EXIT * 5962.931
                    Wait 65 sec
                    DEC WIP
                    INC TOTAL_EXIT
                    Set_up_Cost = 0.000733 * CLOCK( SEC)
                    Material_Handling_Cost = 54.158 * CLOCK( HR)
                    Cost_per_Unit = Total_Cost / TOTAL_EXIT
                    Total_Cost =Direct_Material_Cost + Machine_Cost + Material_Handling_Cost + Set_up_Cost
                    cell_1_cost = (20.21 + 20.71) * CLOCK( HR)
                    cell_2_cost = (20.21 + 20.70) * CLOCK( HR)
                    cell_3_cost = (20.21 + 20.70) * CLOCK( HR)
runningHV_cost = 2 * 47.92* CLOCK( HR)
                    sticking_cost = 40.55 * CLOCK( HR)
                    Machine_Cost = cell_1_cost + cell_2_cost + cell_3_cost + runningHV_cost + sticking_cost

                               1  Box          EXIT          FIRST 1

********************************************************************************
*                        Arrivals                        *
********************************************************************************

 Entity       Location Qty Each  First Time Occurrences Frequency     Logic
 ------------ -------- --------- ---------- ----------- ------------- -----------
 Raw_Material_1 Pallet1  1              inf       U(259, 289)SEC
 Raw_Material_1 Pallet2  1              inf       U(259, 289)SEC
 Raw_Material_1 Pallet_3 1              inf       U(259,289)SEC

********************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* Variables (global) *

****

ID	Type	Initial value	Stats
TOTAL_EXIT	Integer	0	Time Series
WIP	Integer	0	Time Series
Total_Cost	Real	0	Time Series
Direct_Material_Cost	Real	0	Time Series
Set_up_Cost	Real	0	Time Series
Machine_Cost	Real	0	Time Series
Material_Handling_Cost	Real	0	Time Series
Cost_per_Unit	Real	0	Time Series
cell_1_cost	Real	0	Time Series
cell_2_cost	Real	0	Time Series
cell_3_cost	Real	0	Time Series
runningHV_cost	Real	0	Time Series
sticking_cost	Real	0	Time Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้