



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT
โดย นางสาวอุมพร บุญสุระวัฒน์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

18 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ์ พุกกะชาติ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเท็งจิตร)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชัยพร วงศ์พิศาล)

การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT

นางสาวอุมพร บุญลือระวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นางสาวอุมพร บุญธีระวัฒน์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ์ พุกษชาติ
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาแนวทางในการลดเวลาการหยุดเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษ โดยใช้เทคนิค PERT เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีการแข่งขันกันอย่างมากทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เวลามีส่วนสำคัญต่อภาคการผลิตอย่างมาก โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดเวลาในการซ่อมบำรุงลงเพื่อให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากขึ้น

จากการศึกษาพบว่าในกระบวนการของการผลิตกระดาษ เครื่องจักรจะมีความทำงานอย่างต่อเนื่อง ไม่มีการหยุดเครื่องเพื่อให้สามารถผลิตกระดาษได้ตามความต้องการของลูกค้า แต่เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนั้นก็ต้องการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุง เนื่องจากชิ้นส่วนบางอย่างมีการสึกหรอ และเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งาน ซึ่งในโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษานั้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษจะต้องมีการหยุดเครื่อง เป็นประจำเดือนละ 24 ชั่วโมง (288 ชั่วโมงต่อปี) ซึ่งเป็นแผนงานที่โรงงานกำหนด (Plan Shut Down) โดยเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่างนั้นมีกำลังการผลิต 30 ตันชั่วโมง ทำให้เสียกำลังในการผลิตไปเดือนละ 720 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 21,600,000 บาท จึงนำเทคนิค PERT โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเขียนขึ้นด้วยภาษา Visual Basic 6 มาช่วยในการลดระยะเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ โดยการหางานวิกฤติและสายงานวิกฤติ ซึ่งเมื่อทำตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผลโดยโปรแกรม Visual Basic 6 แล้ว ทำให้สามารถลดเวลาการหยุดเครื่องได้ 1 ชม. 50 นาทีต่อปี หรือ 0.64% คิดเป็นกำลังการผลิตกระดาษที่เพิ่มขึ้น 55 ตันต่อปี ซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 1,650,000 บาท

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 89 หน้า)

คำสำคัญ : การลดเวลา, เทคนิค PERT

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Miss Aumaporn Boonleerawat
Thesis Title : Shut Down Time Reduction Utilization PERT Technique
Major Field : Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Yongyut Pruksachat
Academic Year : 2006

Abstract

Program Evaluate Review Technique (PERT) is useful for studying reduction of shut down period in the paper manufacture. In this particular study, visual basic 6 based on background theories of PERT was applied and then used as a tool to determine the reduced shut down period. The more reduced shut down period will cause the more capacity and more profitability.

From the study in the process of producing paper, it has been usually found that the machine used to produce paper must be run continuously over a long period in order to meet demand of customers. The machine could be deteriorated according to time and thus they should be shut down for maintenance. In the sample factory that has been studying, the paper manufacture must have 24 hours per month pause. The capacity of the machine was 30 ton/hr. Therefore, the decreased capacity due to shut down period was 720 tons, accounting for 21,600,000 Bath. The reduced shut down period calculated by researching critical activity and critical path of PERT was 1 hour and 50 minutes per year or 0.64% of the total shut down period per year. This is able to increase the capacity by 55 ton/yr which has value up to 1,650,000 Bath.

(Total 89 pages)

Keywords : Shut Down Time, PERT Technique

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ์ พฤษชาติ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าคอยให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง พร้อมกันนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร และ รองศาสตราจารย์ชัยพร วงศ์พิศาล ที่กรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำปรึกษาและควบคุมดูแลการทำวิจัยรวมถึงการแก้ไขส่วนที่บกพร่องจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปด้วยดี และขอขอบคุณหน่วยงานที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกต่างๆในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ เพื่อนๆ และรุ่นพี่ นักศึกษาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกๆ ท่าน ที่ให้กำลังใจ

นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่น้องทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อุมาพร บุญสิริวัฒน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วิธี PERT	4
2.2 การจัดทำกำหนดการ	5
2.3 การคำนวณโดยวิธี PERT	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	21
3.1 กระบวนการผลิตกระดาษ	21
3.2 ขั้นตอนในการวิจัย	23
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	23
3.4 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6 โดยใช้เทคนิค PERT ใช้ในโรงงานตัวอย่าง	35
บทที่ 4 ผลการทดลอง	61
4.1 ผลจากการศึกษาการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงาน	61
4.2 ผลจากการใช้โปรแกรม Visual Basic 6 โดยใช้เทคนิค PERT ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปผลที่ได้จากการวิจัย	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก	69
คู่มือการใช้งานโปรแกรม Visual Basic 6	70
ประวัติผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 โครงการตัวอย่าง	11
2-2 ค่าคำนวณเวลาของงานต่างๆ	11
3-1 แสดงงานทั้งหมดที่มีในการ Shut Down เครื่องจักร	24
3-2 แสดงตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง	35
4-1 แสดงค่าเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ แผนงานเดิม	62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ตัวอย่างกราฟของการแจกแจงบีตา สำหรับระยะเวลาของงาน	14
3-1 การเพิ่มชื่อและงานย่อยทั้งหมดในโครงการ	43
3-2 การกำหนดสัญลักษณ์ของงาน	45
3-3 การกำหนดงานและแผนกของงานย่อย	46
3-4 การกำหนดลำดับงานย่อย	49
3-5 การกำหนดค่า a, m และ b ของงานย่อย	53
3-6 ตารางแสดงค่าความน่าจะเป็นของโครงการ	54
4-1 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษในปี พ.ศ. 2548 และ ปี พ.ศ. 2549	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมมีการแข่งขันกันทั้งกันอย่างมาก ทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมในประเทศหรือต่างประเทศ ส่งผลให้ผู้ประกอบการธุรกิจต้องหาวิธีการผลิตสินค้า เพื่อให้มีประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

การเพิ่มปริมาณการผลิตให้ได้มากที่สุด จะทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นส่วนของจำนวนสินค้า และระยะเวลาที่กำหนด แต่สินค้าก็ต้องมีคุณภาพด้วยในทางตรงกันข้ามถ้ามีการผลิตสินค้าได้ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า ก็จะส่งผลกระทบต่ออย่างมากถึงด้านการตลาดไม่ว่าจะเป็นความเชื่อมั่นของลูกค้า และชื่อเสียงของบริษัท

การศึกษานี้ได้ตระหนักถึงความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำการวิจัยกรณีศึกษาในโรงงานผลิตกระดาษ ซึ่งกระดาษนั้นจัดว่าเป็นโภคภัณฑ์ที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมากในปี 2540 พบว่า ประเทศไทยมีการใช้กระดาษเฉลี่ย 43.5 กิโลกรัม/คน/ปี [4] โดยพบว่า ในกระบวนการของการผลิตกระดาษนั้น เครื่องจักรจะมีความทำงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถผลิตกระดาษได้ตามความต้องการของลูกค้า แต่เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนั้นก็ต้องมีการหยุดเครื่อง เพื่อทำการซ่อมบำรุง เนื่องจากชิ้นส่วนของเครื่องจักรมีการสึกหรอ หรือเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งาน โดยในโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษานั้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษจะต้องมีการหยุดเครื่องเป็นประจำ เดือนละ 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นแผนงานที่โรงงานกำหนด (Plan Shut Down) โดยเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่างนั้น มีกำลังการผลิตถึง 30 ตัน/ชั่วโมง [2] ทำให้เสียกำลังในการผลิตไปเดือนละ 720 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 21,600,000 บาท นอกจากนี้บางครั้งสินค้าหลายรายการต้องเลื่อนกำหนดส่งออกไป เพราะไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามที่ได้มีการตกลงกันไว้ หรือผลิตได้ไม่ครบจำนวนตามที่ลูกค้าสั่ง ทำให้เกิดผลเสีย คือ

1. สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ
2. ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากต้องมีการทำงานล่วงเวลา
3. เกิดความเสียหายในเชิงการค้า (ลูกค้าขาดความเชื่อถือในบริษัท)

จากการศึกษารายละเอียดข้างต้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวการศึกษานี้ จึงได้มุ่งเสนอวิธีการลดเวลาในการหยุดเครื่อง ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องผลิตกระดาษมีเวลาในการเดินเครื่องผลิตกระดาษเพิ่มมากขึ้น โดยใช้เทคนิค PERT มาช่วยในการย่นระยะเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องผลิตกระดาษนั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

ใช้เทคนิค PERT โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการลดเวลาในการหยุดเครื่อง จักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษเพื่อให้มีกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

3.1.1 โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา เป็นโรงงานผลิตกระดาษซึ่งมีกำลังการผลิตโดยรวม 500,000 ตัน/ปี

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ รวมทั้งสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน

1.4.2 ศึกษาและวิเคราะห์การซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง โดยการรวบรวมข้อมูลการใช้เวลาในการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้ง

1.4.3 ศึกษาและวิเคราะห์การซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ โดยใช้เทคนิค PERT รวมทั้งพัฒนาระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้ในการลดเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษและติดตั้งในโรงงานตัวอย่าง

1.4.4 ทดลองนำเทคนิค PERT มาใช้ในการปรับปรุงการหยุดเครื่อง (Shut Down) ของเครื่องผลิตกระดาษ ในโรงงาน

1.4.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบเวลา ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษก่อนและหลังการติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1.1 สามารถลดเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตสินค้าได้

5.1.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงเครื่องจักร เพื่อใช้กับโรงงานต่างๆ ที่มีระบบการผลิตที่ใกล้เคียงกันได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะของโครงการโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยงานหลายๆ งานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างงานในโครงการที่มีความสลับซับซ้อน และต้องใช้เวลาในการดำเนินงานโครงการมาก เพื่อให้แล้วเสร็จ และต้องคอยควบคุมและติดตามผลความก้าวหน้าของการดำเนินงานอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้มีผู้พยายามคิดค้นหาเครื่องมือ หรือเทคนิคที่จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนและควบคุมโครงการได้สะดวกขึ้น และกำหนดสิ่งที่จะกระทำต่างๆ เช่น วัตถุประสงค์ ต้นทุน แรงงาน วิธีการผลิต เป็นต้น ประโยชน์ของการวางแผนโครงการ คือ

1. ช่วยให้ผู้บริหารได้ประโยชน์ ในการที่จะทำให้การผลิต เป็นไปตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากถ้าไม่มีการวางแผน ก็จะไม่มีการตั้งวัตถุประสงค์และดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น และยังช่วยให้ผู้บริหารดำเนินงานได้อย่างมีทิศทาง และทำการตัดสินใจเฉพาะหน้า แล้วแต่ว่าสถานการณ์ตอนนั้นเป็นอย่างไร

2. ช่วยให้ผู้บริหารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตได้ เนื่องจากในการวางแผน เมื่อมีวัตถุประสงค์แล้ว จะมีการพิจารณาข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาทางเลือกในการดำเนินงานหลายๆ วิธี โดยพิจารณาถึงทรัพยากรที่องค์กรมีอยู่ภายใต้สภาวะการณ์ต่างๆ ทำให้ได้ทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งจะเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินงานเพิ่มมากขึ้น

3. ช่วยให้ผู้บริหารรับมือกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ก่อนจะทำการวางแผน ทำให้เมื่อมีผลกระทบจะสามารถวิเคราะห์แล้วกำหนดวิธีดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาได้ทันเวลา

ดังนั้นการวางแผนการดำเนินงานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยในช่วงแรกๆ นั้น จะใช้ความคิดและความจำของผู้บริหารซึ่งจะอาศัยความรู้และประสบการณ์ แสดงถึงงานที่จะเริ่มต้นจนถึงงานสุดท้าย ต่อมาได้มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรโดยคำนึงถึงงานหลักก่อนและหลัง จากนั้นก็แจกแจงงานหลักเป็นงานย่อย เรียกการวางแผนงานแบบนี้ว่า Checklist ซึ่งพบว่ายังมีข้อบกพร่องต่างๆ อยู่ คือไม่เหมาะในการใช้กับงานที่มีความสลับซับซ้อนได้ การหาความสัมพันธ์ของการทำงานแต่ละงานดูได้ยาก และไม่สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าได้ชัดเจนเนื่องจากช่วงเวลาที่ได้เป็นระยะเวลาที่ทราบเพียงหยาบๆ ต่อมาในตอนต้นปีคริสต์ศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Henry L. Gantt ได้พัฒนา Checklist ให้อยู่ในรูปแบบของแผนภูมิแท่ง (Bar chart) โดยให้ความยาวของแท่งซึ่งอยู่ในแนวนอนแทนระยะเวลาของการทำงาน ซึ่งต่อมาเรียกแผนภูมิแบบนี้ว่า แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เป็นที่นิยมกันมากในโครงการขนาดเล็ก แต่สำหรับโครงการขนาดใหญ่แล้ว การใช้แผนภูมิแกนต์

ไม่ประสบผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากแผนภูมิแกนต์มีความเหมาะสมกับงานที่มีปริมาณแล้ว ความซับซ้อนไม่มากจนเกินไป จึงไม่นิยมนำไปใช้กับงานโครงการขนาดใหญ่ ทั้งนี้เพราะแผนภูมิแกนต์มีข้อจำกัด ซึ่งเป็นจุดอ่อนในการวางแผนและควบคุมงานดังนี้

1. แผนภูมิแกนต์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานแต่ละงานในแผนภูมิเดียวกัน
2. ไม่สะดวกในการแก้ไขปัญหากถ้ามีการเปลี่ยนแปลงงานบ่อยๆ
3. มิได้แสดงให้เห็นว่ามีงานใดบ้างที่ยอมให้ล่าช้าได้ โดยไม่กระทบกระเทือนวันที่แล้วเสร็จของโครงการ เป็นเหตุให้ไม่สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ในการบริหารโครงการได้ดีเท่าที่ควร
4. ไม่ทราบว่างานใดบ้างที่เป็นงานที่จำเป็นจะต้องควบคุมให้เป็นไปตามกำหนดเวลาอย่างเคร่งครัด

2.1 วิธี PERT

PERT (Program Evaluation and Review Technique) เป็นเทคนิคการวางแผนและควบคุมงานอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1958 โดยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่โครงการพิเศษจากกองทัพเรือสหรัฐ และบริษัท Lockheed และบริษัท Booz-Allen and Hemiltion เพื่อใช้ในการวางแผนโครงการผลิตขีปนาวุธของกองทัพเรือสหรัฐ ซึ่งส่วนมากรู้จักกันในนามของโครงการ Polaris Project เทคนิคของ PERT มุ่งที่จะขจัดความขัดแย้งและความล่าช้าของงานในโครงการให้น้อยลง และเร่งรัดการดำเนินงานให้เสร็จเร็วขึ้น นอกจากนั้นยังใช้ในการประเมินและตรวจสอบแผนงาน และการคาดหมายถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงการในอนาคต ทำให้เราสามารถเตรียมการแก้ไขปัญหาเอาไว้ล่วงหน้าได้ทันการจากการใช้ PERT ในโครงการ Polaris ทำให้การดำเนินงานของโครงการเสร็จก่อนเป้าหมายที่วางไว้ถึง 18 เดือน [3]

PERT เป็นเทคนิคของการบริหารโครงการ ซึ่งให้ประโยชน์ในการบริหารโครงการในด้านการวางแผน (Planning) การจัดทำกำหนดการ (Scheduling) และการควบคุม (Control) โครงการ

1. การวางแผนงานด้วยเทคนิค PERT จะประกอบด้วยกำหนดงานต่างๆ ที่ต้องกระทำ และรายละเอียดความสัมพันธ์ของขั้นตอนการดำเนินงานก่อน-หลัง ตามเทคนิคของงานแสดงให้ปรากฏเป็นรูปกราฟหรือแผนภูมิข่ายงาน ประมาณจำนวนทรัพยากรต่างๆ ที่จะใช้และระยะเวลาดำเนินงานของแต่ละงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการเขียนแผนผังโครงข่ายงาน เพื่อให้เข้าใจถึงลำดับการทำงานในโครงการ (หัวข้อ 2.1)

2. การจัดทำกำหนดการ จะเป็นการกำหนดการดำเนินงาน จะเป็นการกำหนดเวลาเริ่มต้นของงานอย่างรวดเร็ว และอย่างช้าที่สุด กำหนดเวลาของงานที่จะแล้วเสร็จได้อย่างเร็ว และ

อย่างช้าที่สุด ตลอดจนกำหนดสายงานวิกฤติ และเวลาเหลือ (Slack Times) ของทุกงานที่ไม่ใช่งานวิกฤติ จากข้อมูลเวลาต่างๆ ที่ได้นี้จะเป็นประโยชน์แก่นักบริหารได้มาก เช่น ทำให้สามารถทราบได้ว่าต้องให้ความสนใจในงานใดเป็นกรณีพิเศษ ถ้าต้องการให้โครงการเสร็จภายในกำหนดเวลา หรือถ้ามีงานล่าช้า หรือมีปัญหาทรัพยากรจำกัด ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยนักบริหารหาแนวทางแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี (หัวข้อ 2.2)

3. การควบคุมโครงการก็คือ การตรวจสอบความแตกต่างระหว่างผลการดำเนินงานทั้งในด้านความก้าวหน้า และการใช้ทรัพยากรในการดำเนินโครงการที่ได้เกิดขึ้นจริงกับที่ที่ควรเกิดขึ้นตามแผนและกำหนดการที่ได้วางไว้ พร้อมทั้งวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขในผลแตกต่างที่เกิดขึ้นและอาจมีการเปลี่ยนแปลงสำคัญๆ ที่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขแผนและกำหนดการเดิม (สร้างข่ายงานและกำหนดการขึ้นใหม่)

PERT มีวัตถุประสงค์ในการควบคุมเวลาปฏิบัติงาน หรือการติดตามผลงานเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะให้โครงการได้แล้วเสร็จอย่างรวดเร็วที่สุด ด้วยเทคนิค PERT จะเน้นเรื่องความไม่แน่นอนของระยะเวลาที่ใช้ในงานคือ จะประมาณเวลาที่ใช้ในงานเป็น 3 ค่า ได้แก่ ระยะเวลาที่งานจะแล้วเสร็จได้อย่างเร็วที่สุด (Optimistic Duration) ระยะเวลาอย่างช้าที่สุดที่งานจะแล้วเสร็จ (Pessimistic Duration) และระยะเวลาปกติหรือที่ควรจะเป็นมากที่สุดที่งานจะแล้วเสร็จ (Most Likely Duration)

คุณลักษณะที่จำเป็นของโครงการ สำหรับการวิเคราะห์ด้วย PERT มีดังนี้

1. โครงการจะต้องประกอบด้วยงานหรือกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเมื่อได้ทำงานทุกอย่างเหล่านั้นเสร็จก็หมายถึงโครงการได้เสร็จสิ้นแล้ว
2. ทุกๆ งานตามโครงการจะมีลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติตามเทคนิคของการดำเนินงาน ตัวอย่างเช่น ในการสร้างบ้านจะต้องหาฐานก่อน แล้วจึงจะสร้างโครง
3. ภายใต้เทคนิคของการลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน ทุกงานจะเริ่มต้นและสิ้นสุดลงได้โดยอิสระ (Independent Activities) กล่าวคือ เมื่องานที่ต้องทำก่อนได้แล้วเสร็จ งานต่อไปที่ต้องทำอาจจะไม่เริ่มทันทีก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้บริหารโครงการ

2.2 การจัดทำกำหนดการ [4]

เมื่อได้ทำแผนโครงการเสร็จเรียบร้อยแล้ว งานขั้นตอนต่อไปของวิธีการ PERT ก็คือการจัดทำกำหนดการ (Scheduling) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นการคำนวณหาเวลาที่เหตุการณ์จะเริ่มขึ้นได้อย่างเร็วและอย่างช้า เวลาที่เวลาทำงานจะเริ่มขึ้นได้อย่างเร็วและอย่างช้า ตลอดจนการหาเวลาเหลือของแต่ละงาน และงานวิกฤติของโครงการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมโครงการ กล่าวคือจะทราบได้ว่าโครงการจะเสร็จได้อย่างเร็วที่สุดเมื่อใด มีงานใดบ้างเมื่อเกิดความล่าช้าจะมีผลโดยตรงต่อระยะเวลาแล้วเสร็จ ของโครงการและมีงานใดบ้างที่สามารถยืดหยุ่นเวลาของงานได้ อันเป็นเครื่องมือในการบริหารโครงการให้ดำเนินไปในระยะเวลาที่กำหนด

2.2.1 การคำนวณเวลาเริ่มต้นและเวลาแล้วเสร็จ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ

- $t_{i,j}$ = ระยะเวลาของงาน (i, j) ซึ่งอาจมีหน่วยเวลาเป็นชั่วโมง วัน หรือสัปดาห์ ฯลฯ
 E_i = เวลาเร็วที่สุดที่เหตุการณ์ i สามารถเกิดขึ้นได้ (Earliest Occurrence Time)
 L_i = เวลาช้าที่สุดที่เหตุการณ์ i สามารถเกิดขึ้นได้ (Latest Occurrence Time)
 โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาตามแผนงานที่กำหนดไว้
 $ES_{i,j}$ = เวลาเร็วที่สุดที่งาน (i, j) สามารถเริ่มต้นได้ (Earliest Start Time)
 $EF_{i,j}$ = เวลาช้าที่สุดที่งาน (i, j) สามารถแล้วเสร็จได้ (Earliest Finish Time)
 $LS_{i,j}$ = เวลาช้าที่สุดที่งาน (i, j) สามารถเริ่มต้นได้ (Latest Start Time)
 โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาตามแผนงานที่กำหนดไว้
 $LF_{i,j}$ = เวลาช้าที่สุดที่งาน (i, j) สามารถแล้วเสร็จได้ (Latest Finish Time)
 โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาตามแผนงานที่กำหนดไว้
 F_i = เวลาเหลือ (Float (Slack) Time) สำหรับเหตุการณ์ i
 $TF_{i,j}$ = เวลาเหลือรวม (Total Float) สำหรับงาน i
 $SF_{i,j}$ = เวลาเหลือปลอดภัย (Safety Float) สำหรับงาน i
 $FF_{i,j}$ = เวลาเหลือเสรี (Free Float) สำหรับงาน i

สำหรับงานแต่ละเหตุการณ์ในข่ายงานจะมีเวลาอยู่สองชนิดคือ เวลาเร็วที่สุด E ที่เหตุการณ์สามารถเกิดขึ้นได้ และเวลาช้าที่สุด L ที่เหตุการณ์สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ทำให้โครงการเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด การหาค่า E เป็นวิธีหนึ่งในการหาระยะเวลาแล้วเสร็จอย่างรวดเร็วของโครงการได้โดยตรง และจากค่า E หรือ L จะให้ประโยชน์ในการหาสายงานวิกฤติ

การคำนวณหาเวลาต่างๆ เริ่มด้วยการคำนวณค่า E ของทุกเหตุการณ์ในข่ายงานจะคำนวณจากโนดต้นไปตามลำดับจากหมายเลขน้อยไปหามาก จนถึงโนดสุดท้ายของข่ายงานดังนี้

1. กำหนดค่า E ของเหตุการณ์แรกของข่ายงานโครงการเป็นศูนย์

$$E = 0$$

2. สำหรับการคำนวณค่า E ของเหตุการณ์ที่เหลือทั้งหมด จากหมายเลขโนดค่าน้อยไปหาค่ามาก

$$E_j = \text{ค่ามากที่สุด} \{ E_i + t_{i,j} \} \text{ สำหรับทุกค่า } i \text{ ที่มีค่า } (i, j)$$

$$(E_j = \max_i \{ E_i + t_{i,j} \}) , j > 1$$

ค่า E ของเหตุการณ์สุดท้ายหรือ E_n ที่หาได้นั้น คือระยะเวลาน้อยสุดที่โครงการสามารถแล้วเสร็จได้การคำนวณค่า L สำหรับทุกเหตุการณ์ เพื่อทราบเหตุการณ์สามารถเกิดขึ้นได้อย่างช้าที่สุดเมื่อใดโดยที่ไม่ทำให้โครงการแล้วเสร็จช้ากว่ากำหนด จะคำนวณเริ่มจากโหนดสุดท้ายถอยหลังมาจากโหนดหมายเลขมากไปหาน้อยจนถึงโหนดของข่ายงานดังนี้

1. กำหนดเวลา L_n ของเหตุการณ์สุดท้ายของข่ายงานเท่ากับ E_n ของเหตุการณ์สุดท้ายหรือกำหนดให้ค่า L_n ของเหตุการณ์สุดท้ายเท่ากับเวลาโครงการแล้วเสร็จตามกำหนด

$$L_n = E_n$$

หรือ L_n = เวลาโครงการแล้วเสร็จตามกำหนด

2. สำหรับค่า L ของเหตุการณ์ที่เหลือทั้งหมด จากหมายเลขโหนดมากไปหาค่าน้อยกระทำดังนี้

$$L_i = \text{ค่าน้อยสุด} \{ L_j + t_{i,j} \} \text{ สำหรับทุกค่า } j \text{ ที่มีค่า } (i, j)$$

$$E_j = \min_i \{ L_j + t_{i,j} \}, i < 1$$

เมื่อได้คำนวณหาค่า E และ L ของแต่ละเหตุการณ์แล้ว ต่อไปก็จะทำการคำนวณเวลาของงานซึ่งมีอยู่ 4 ชนิดด้วยกันสำหรับงานแต่ละงาน คือ

1. เวลาเร็วที่สุดที่งานสามารถเริ่มต้นได้ (ES) มีค่าเท่ากับเวลา E ของเหตุการณ์เริ่มต้นของงานนั้น

$$ES_{i,j} = E_i \text{ สำหรับทุกงาน } (i, j)$$

2. เวลาเร็วที่สุดที่งานสามารถแล้วเสร็จได้ (EF) มีค่าเท่ากับผลบวกของเวลา E ของเหตุการณ์เริ่มต้นของงานกับระยะเวลาของงานนั้น

$$EF_{i,j} = E_i + t_{i,j} \text{ สำหรับงานทุกงาน } (i, j)$$

$$= ES_{i,j} + t_{i,j}$$

3. เวลาช้าที่สุดที่งานสามารถแล้วเสร็จได้โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาที่กำหนด (หรือระยะเวลาโครงการต้องเนิ่นนานไปจากที่กำหนด) (LF) มีค่าเท่ากับ L ของเหตุการณ์แล้วเสร็จของงานนั้น

$$LF_{i,j} = L_j \text{ สำหรับทุกงาน } (i, j)$$

4. เวลาช้าที่สุดที่งานสามารถเริ่มต้นได้ โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาที่กำหนด (LS) มีค่าเท่ากับผลลบของเวลา L ของเหตุการณ์แล้วเสร็จของงานลบออกด้วยระยะเวลาของงานนั้น

$$LS_{i,j} = L_j + t_{i,j} \text{ สำหรับงานทุกงาน } (i, j)$$

$$= LF_{i,j} + t_{i,j}$$

2.2.2 การคำนวณเวลาเหลือของงาน

ระยะเวลาโครงการจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาของทุกงานวิกฤติโดยตรงที่สุด ดังนั้นเมื่องานวิกฤติใดใช้เวลานานไปจากที่กำหนด ย่อมมีผลให้โครงการแล้วเสร็จเกินเวลาแผนงานที่กำหนด สำหรับงานที่ไม่ใช่เป็นงานวิกฤติจะมีเวลายืดหยุ่นของการทำงาน หรือสามารถยืดเวลาออกไปจากเดิมได้ด้วยระยะเวลาจำนวนหนึ่ง โดยไม่ทำให้โครงการต้องแล้วเสร็จเกินเวลาที่กำหนด เวลาสำรองของงานซึ่งสามารถใช้ยืดระยะเวลาของการทำงานออกไปได้นั้น มีหลายประเภท เรียงรวมกันว่า เวลาเหลือ

การกำหนดเวลาเหลือ มีหลายลักษณะด้วยกันซึ่งแต่ละลักษณะมีคุณสมบัติเฉพาะ ดังเช่น เวลาเหลือต่อไปนี้

1. เวลาเหลือสำหรับเหตุการณ์ i ใดๆ ใช้สัญลักษณ์ F_i หมายถึงเวลาสำรองที่มีอยู่สำหรับใช้ยืดเวลาการเกิดขึ้น (เริ่มต้นหรือเสร็จสิ้น) ของเหตุการณ์ i จากเวลาเกิดขึ้นเร็วที่สุดออกไปได้ โดยไม่มีผลให้เหตุการณ์สุดท้ายเกิดขึ้นล่าช้าเกินเวลาที่กำหนดไว้ หรือไม่มีผลทำให้โครงการแล้วเสร็จเกินเวลาที่กำหนด เวลาเหลือทุกเหตุการณ์ใดๆ มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างเวลาที่เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างช้าที่สุดกับเวลาที่เกิดขึ้นได้อย่างเร็วที่สุด

$$F_i = L_i - E_i$$

2. เวลาเหลือรวม (Total float) ของงาน (i, j) ใดๆ $TF_{i,j}$ หมายถึง เวลาสำรองของงาน (i, j) ซึ่งงาน (i, j) นั้น สามารถเริ่มต้นช้ากว่ากำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วสุด หรือแล้วเสร็จช้ากว่ากำหนดแล้วเสร็จเร็วสุด ด้วยระยะเวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนเวลาเหลือรวมที่มี (หรือหมายถึงเวลาสำรองงานงาน (i, j) ซึ่งสามารถใช้ยืดระยะเวลาของงาน (i, j) ให้นานไปจากกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วสุด หรือสำหรับยืดเวลาแล้วเสร็จออกไปจากกำหนดเวลาแล้วเสร็จเร็วสุด โดยที่

1. ไม่มีผลกระทบต่อเวลาโครงการแต่อย่างใด
2. ไม่มีผลกระทบต่อเวลาเกิดขึ้นเร็วสุดของเหตุการณ์ หรือเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติ ทั้งนี้ เป็นจริงเสมอถ้ากำหนดค่า L_n มากกว่าหรือเท่ากับค่า E_n

3. มีผลทำให้ค่า TF ของงานอื่นๆ ที่จะทำต่อไป ซึ่งอยู่รวมในสายงานเดียวกันกับงานที่กำลังพิจารณา (ใช้ TF) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า TF เดิมของงานนั้นๆ และค่าที่น้อยกว่าอาจลดลงกว่าเดิมถึงค่าที่เป็นศูนย์ก็ได้

ค่า $TF_{i,j}$ สำหรับงาน (i, j) คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} TF_{i,j} &= L_j - (E_i + t_{i,j}) \\ &= LF_{i,j} - EF_{i,j} \\ &= LS_{i,j} - ES_{i,j} \end{aligned}$$

งานใดที่มีค่า TF เป็นศูนย์ แสดงว่างานนั้นไม่สามารถจะล่าช้าหรือยืดเวลาของงานไปได้ ถ้าไม่เร่งงานอื่นๆ ที่จะทำให้โครงการเสร็จตามกำหนด (งานวิกฤติ)

1. เวลาเหลือปลอดภัย (safety float) ของงาน (i, j) ใดๆ ใช้สัญลักษณ์ $SF_{i,j}$ มีคุณสมบัติทำนองเดียวกับเวลาเหลือรวม เว้นคุณสมบัติอันที่ 3 ซึ่งการใช้ SF ของงานหนึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อค่า SF ของงานอื่นที่จะทำต่อไป งานเหล่านี้สามารถล่าช้าหรือยืดเวลาของงานออกไปได้ด้วยจำนวนเวลาเหลือ SF ที่มีอยู่ โดยไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการและค่า $SF_{i,j}$ สำหรับงาน (i, j) มีค่าดังนี้

$$SF_{i,j} = L_j - L_i - t_{i,j}$$

สำหรับงาน (i, j) ใดๆ ได้ค่า $TF_{i,j} \geq SF_{i,j}$ ถ้าระยะเวลาโครงการที่กำหนด $L_n \geq E_n$ แต่ถ้า $L_n < E_n$ จะพบว่างานบางงานหรืออาจเป็นทั้งหมด แต่อย่างน้อยทุกงานวิกฤติจะมีค่า SF มากกว่าค่า TF ของตัวมันเอง

2. เวลาเหลือเฉพาะของงาน หรือเวลาเหลือเสรี (Free Float) ของงาน (i, j) ใช้สัญลักษณ์ $FF_{i,j}$ หมายถึงเวลาสำรองของงาน (i, j) ซึ่งใช้สำหรับยืดเวลาเริ่มต้นหรือเวลาแล้วเสร็จของงาน (i, j) นั้น ออกไปจากกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วสุดหรือกำหนดเวลาแล้วเสร็จเร็วสุด โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาของงานหรือเหตุการณ์อื่นๆ ในข่ายงาน (งานหรือเหตุการณ์อื่นๆ ในข่ายงานสามารถเริ่มต้นหรือเกิดขึ้นได้ ตามเวลาเริ่มต้นหรือเวลาเกิดขึ้นเร็วสุดที่กำหนดไว้) ทั้งนี้ $FF_{i,j}$ สำหรับงาน (i, j)

$$\begin{aligned} FF_{i,j} &= E_j - (E_i + t_{i,j}) \\ &= E_j - EF_{i,j} \end{aligned}$$

ความสัมพันธ์ของค่า FF และค่า TF ของงานใดๆ กล่าวได้ว่าค่า $TF \geq FF$ ถ้า $L_n \geq E_n$ และสำหรับงานบางงานหรืออาจเป็นทั้งหมด แต่ทุกงานวิกฤติจะมีค่า FF มากกว่า TF ของตัวมันเอง ถ้า $L_n < E_n$

ในบรรดาเวลาเหลือทั้งหลาย เวลาเหลือ TF เป็นเวลาเหลือที่นำไปใช้ประโยชน์ในหมายกำหนดการทำงานมากที่สุด ทั้งนี้ด้วยคุณสมบัติ TF มีผลโดยตรงต่อระยะเวลาโครงการ ค่าที่เป็นไปได้ของ TF สำหรับงานใดๆ จะมีลักษณะดังนี้

1. มีค่ามากกว่าศูนย์ ถ้าเวลาโครงการที่กำหนด (project due date) $L_n > E_n$
2. มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ถ้า $L_n = E_n$
3. มีค่าน้อยกว่าศูนย์สำหรับงานบางงานหรือทุกงาน แต่อย่างน้อยทุกงานที่เป็นงานวิกฤติ ถ้า $L_n < E_n$

2.2.3 งานวิกฤติและสายงานวิกฤติ

งานวิกฤติ (Critical Activity) หมายถึงงานที่ระยะเวลาของงานมีผลหรือเป็นตัวกำหนดโดยตรงต่อระยะเวลาโครงการ และด้วยคุณสมบัติของเวลาเหลือรวม (TF) ของงาน จึงให้คำนิยามของงานวิกฤติด้วยเงื่อนไขของค่า TF ของงานว่า งานวิกฤติคืองานที่มีค่า TF น้อยที่สุด สายงานที่ประกอบด้วยงานวิกฤติทั้งหมดเรียกว่า สายงานวิกฤติ (critical path) และพบว่าสายงานวิกฤติประกอบด้วยเหตุการณ์ทุกเหตุการณ์ที่มีเวลาเหลือ ($F_i = L_i - E_i$) น้อยที่สุดเช่นกัน

ในกรณีที่ค่า $L_n = E_n$ ทุกงานวิกฤติจะมีค่า $TF = 0$ ซึ่งแสดงว่างานเหล่านี้เข้าไม่ได้เลย แต่ถ้า $L_n > E_n$ ทุกงานวิกฤติจะมีค่า TF เป็นบวก ($TF > 0$) ซึ่งในกรณีนี้แต่ละงานวิกฤติจะมีค่า $TF = L_n - E_n$ และความล่าช้าหรือการยืดเวลาจะทำได้ตามคุณสมบัติของ TF และในกรณีที่ $L_n < E_n$ ค่า TF ของแต่ละงานวิกฤติจะมีค่าเป็นลบ ($TF < 0$) ด้วยจำนวน $TF = -(L_n - E_n)$ ในกรณีที่ TF เป็นลบนั้น ผู้บริหารรู้ว่าจำเป็นต้องเร่งงานหนึ่งหรือมากกว่าในกลุ่มงานที่มีเวลาเหลือ TF เป็นลบ

ในโครงการหนึ่งๆ อาจมีสายงานวิกฤติได้มากกว่าหนึ่งสายงาน ในกรณีที่มากกว่าหนึ่งสายงาน การจะลดเวลาโครงการให้สั้นลงด้วยการลดความยาวของสายงานวิกฤติ จำเป็นต้องลดทุกสายงานวิกฤติให้สั้นลงเท่าๆ กัน (ข้อสังเกต การลดระยะเวลาของงานหนึ่งหรือมากกว่าซึ่งเป็นงานร่วมของสายงานหลายสายงานนั้น จะเท่ากับเป็นการลดความยาวของทุกสายงานเหล่านั้นพร้อมๆ กัน และเท่าๆ กันทั้งหมด)

เพื่อเป็นการแสดงการคำนวณเวลาต่างๆ จะยกตัวอย่างโครงการ ซึ่งประกอบด้วยงานต่างๆ ที่ต้องทำ เวลาของงานและความสัมพันธ์ของงานตามตาราง 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงการตัวอย่าง

งาน	ระยะเวลาของงาน (วัน)	งานต่อเนื่องกันที่ต้องทำก่อน
a	2	-
b	5	-
c	3	a
d	8	b
e	10	b
f	4	a,d
g	9	c,f
h	6	c,f
i	7	d
j	2	d,e
k	14	g
l	8	h
m	6	i,j
n	11	g,h
o	15	i,m

ด้วยวิธีการคำนวณจากเหตุการณ์แรกไปยังเหตุการณ์สุดท้าย กำหนดให้ $E_1 = 0$ จะได้เวลาของงานต่างๆ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ค่าคำนวณเวลาของงานต่างๆ

งาน	ระยะเวลาของงาน (วันทำการ)	เวลาเริ่มต้นและเวลาแล้วเสร็จ				เวลาเหลือ (วันทำการ)			งานวิกฤติ (*)
		ES	EF	LS	LF	TF	SF	FF	
A หรือ (1,2)	2	0	2	11	13	11	11	0	
b หรือ (1,3)	5	0	5	0	5	0	0	0	*
c หรือ (2,7)	3	2	5	14	17	12	1	12	
d หรือ (3,4)	8	5	13	5	13	0	0	0	*
e หรือ (3,5)	10	5	15	13	23	8	0	0	
f หรือ (6,7)	4	13	17	13	17	0	0	0	*
g หรือ (7,8)	9	17	26	23	32	6	6	0	

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

งาน	ระยะเวลา ของงาน (วันทำ การ)	เวลาเริ่มต้นและเวลาแล้วเสร็จ				เวลาเหลือ (วันทำการ)			งาน วิกฤติ (*)
		ES	EF	LS	LF	TF	SF	FF	
h หรือ (7,9)	6	17	23	17	23	0	0	0	*
i หรือ (4,10)	7	13	20	18	25	5	5	0	
j หรือ (5,10)	2	15	17	23	25	8	0	3	
k หรือ (8,13)	14	26	40	32	46	6	0	6	
l หรือ (9,12)	8	23	31	23	31	0	0	0	
m หรือ (10,12)	6	20	26	25	31	5	0	5	*
n หรือ (11,13)	11	26	37	35	46	9	0	9	
o หรือ (12,13)	15	31	46	31	46	0	0	0	
ดัมมี่ D1 (2,6)	0	2	2	13	13	11	0	11	*
D2 (4,6)	0	13	13	13	13	0	0	0	
D3 (4,5)	0	13	13	23	23	10	10	2	
D4 (8,11)	0	26	26	35	35	9	3	0	
D5 (9,11)	0	23	23	35	35	12	12	3	

2.3 การคำนวณโดยวิธี PERT

เทคนิค PERT จะเป็นการพิจารณาถึงความไม่แน่นอนของระยะเวลาของงาน โดยกำหนดว่าระยะเวลาแล้วเสร็จของงานอยู่ในรูปการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ซึ่งมีฐานนิยม (Mode) เพียงค่าเดียว หรือ เส้นกราฟมียอดแหลม (Peak) เพียงยอดเดียว (Unimodel Distribution) (การแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาของงานแสดงถึงโอกาสที่งานจะแล้วเสร็จได้ในระยะเวลาต่างๆ กัน

2.3.1 การประมาณระยะเวลาของงานและโครงการ

วิธี PERT จะสมมติว่าการแจกแจงความน่าจะเป็นของงานแต่ละงาน สามารถประมาณระยะเวลาของงานได้สามค่า คือ ระยะเวลาแล้วเสร็จอย่างรวดเร็วที่สุด (Optimistic Duration) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย “a” ระยะเวลาแล้วเสร็จที่ควรจะเป็นมากที่สุด (Most Likely Duration) ใช้สัญลักษณ์ “m” และระยะเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุด (Pessimistic Duration) ใช้สัญลักษณ์ “B” ซึ่งความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ระยะเวลาของงานจะน้อยกว่า a หรือมากกว่า b นั้นมีน้อยมาก

a หมายถึง ระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ ถ้าสภาพการณ์ต่างๆ ของงานเป็นไปด้วยดี

m หมายถึง ระยะเวลาที่น่าจะเป็นมากที่สุดที่งานจะแล้วเสร็จ เป็นค่าฐานนิยมของการแจกแจงหรือเป็นระยะเวลาที่น่าจะเกิดบ่อยครั้งมากที่สุด (ถ้าหากทำงานนั้นซ้ำกันหลายๆ ครั้ง)

b หมายถึง ระยะเวลาที่ช้าที่สุดที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ ถ้าสภาพการณ์ต่างๆ ของการทำงานไม่เป็นไปด้วยดี (Moder and Rodgers [5] ให้นิยามเวลา a และ b ไว้ว่าระยะเวลาแล้วเสร็จอย่างรวดเร็ว a ของงานใดๆ หมายถึง ระยะเวลาแล้วเสร็จของงาน ซึ่งโอกาส ของงานที่จะแล้วเสร็จเร็วกว่าระยะเวลา a มีเพียงหนึ่งในยี่สิบ (5%) และระยะเวลาแล้วเสร็จอย่างช้า b ของงานใดๆ หมายถึง ระยะเวลาแล้วเสร็จของงาน ซึ่งโอกาสที่งานจะแล้วเสร็จ ช้ากว่าระยะเวลา b มีเพียงหนึ่งในยี่สิบเช่นกัน นั่นคือ ถ้าหากสามารถทำงานนั้นได้ช้าๆ กัน หลายครั้งภายใต้เงื่อนไขหรือข้อกำหนดเดียวกัน ในยี่สิบครั้งจะมีประมาณหนึ่งครั้ง ที่ระยะเวลาของงานจะน้อยกว่า a และมีประมาณหนึ่งครั้งมากกว่า b)

การประมาณค่าระยะเวลา a, m และ b ไม่ควรที่จะให้มีค่าแตกต่างหรือห่างกันมากนัก และไม่ควรประมาณเพื่อไว้สำหรับเหตุการณ์ซึ่งไม่เกิดขึ้นบ่อยๆ หรือไม่เกิดขึ้นง่าย ๆ เช่น ภัยร้ายแรงตามธรรมชาติ แผ่นดินไหว พายุเฮอริเคน น้ำท่วม ไฟไหม้ ฯลฯ แต่ควรได้คำนึงถึงเหตุการณ์ปกติทั่วๆ ไป ที่สามารถเกิดขึ้นได้บ่อยๆ และจะมีผลกระทบต่อการทำงานโครงการ หนึ่ง ค่า a และ b ไม่จำเป็นต้องเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดอย่างแท้จริง แต่ควรเป็นค่าซึ่งงานจะเสร็จได้ในเวลาน้อยกว่า a หรือมากกว่า b นั้นมีโอกาสน้อยมาก เช่น มีหนึ่งในร้อยหรือหนึ่งในยี่สิบ

นอกจากข้อสมมติข้างต้น ด้วยวิธี PERT ยังมีข้อสมมติอีกดังนี้

1. ระยะเวลาของงานแต่ละงานในโครงการมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบบีตา (Beta Distribution) โดยมีค่า a เป็นค่าต่ำสุด b เป็นค่าสูงสุด และ m เป็นค่าฐานนิยมของการแจกแจง (หรือค่าที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด) มีค่าอยู่ระหว่าง a และ b จากข้อสมมติ ประมาณค่าเฉลี่ยหรือค่ามัชฌิม (Mean) ของการแจกแจงบีตาหรือระยะเวลาแล้วเสร็จของงาน (i, j) ใดๆ เท่ากับ

$$\bar{t}_{i,j} = \frac{a_{i,j} + 4m_{i,j} + b_{i,j}}{6} \quad (2-1)$$

จากสูตรข้างต้น เป็นการประมาณว่า เวลาแล้วเสร็จ $a_{i,j}$ และ $b_{i,j}$ มีโอกาสเป็นไปได้เท่าๆ กัน และเวลาแล้วเสร็จ $m_{i,j}$ มีโอกาสเป็นไปได้มากกว่าเวลา $a_{i,j}$ และ $b_{i,j}$ จำนวน 4 เท่า

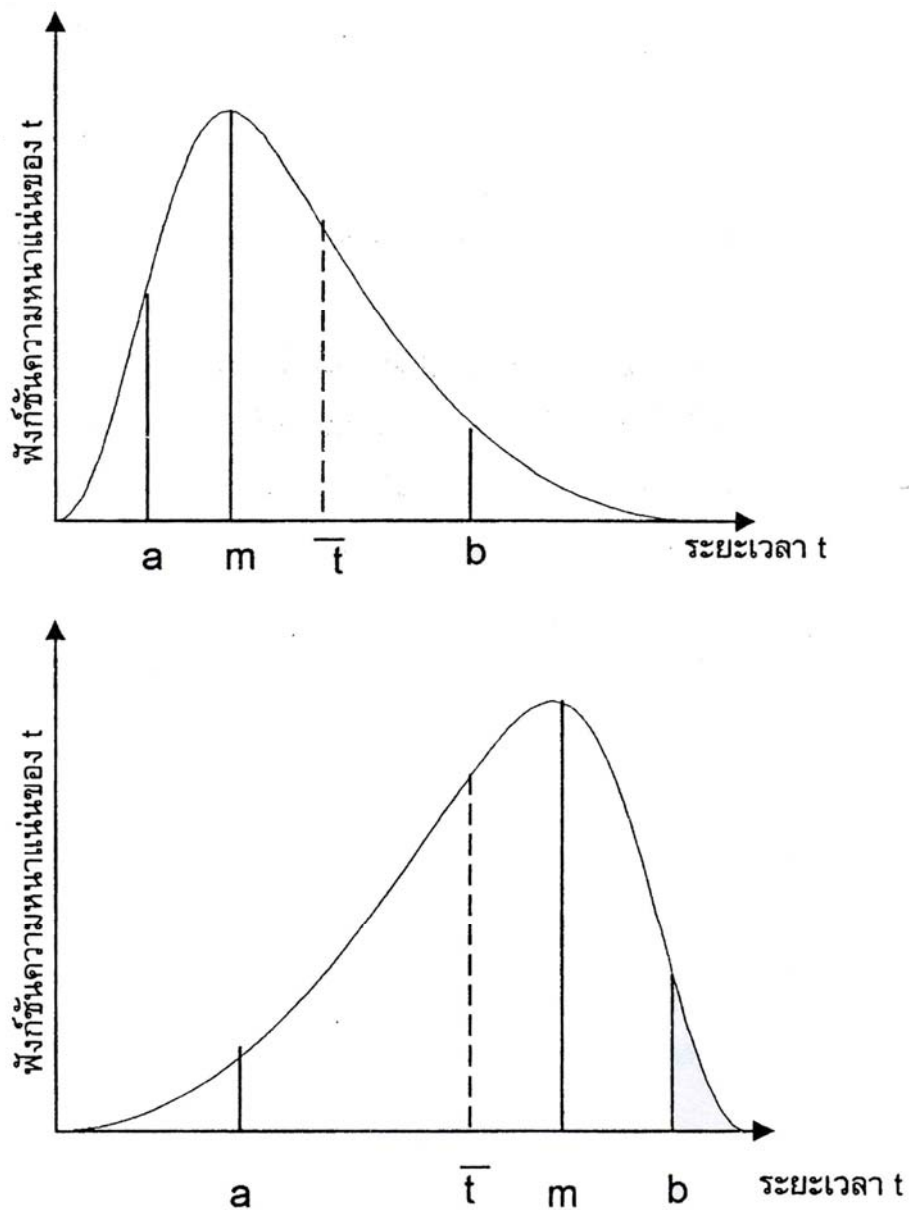
2. สมมติ ความแปรปรวน (variance) ของการแจกแจงระยะเวลาของงานหรือความแปรปรวนของระยะเวลาแล้วเสร็จของงาน (i, j) ใดๆ มีค่าประมาณเท่ากับ

$$s^2_{i,j} (V_i) = \frac{(b_{i,j} - a_{i,j})^2}{36} \quad (2-2)$$

และประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระยะเวลาแล้วเสร็จของงาน (i, j) เท่ากับ

$$s_{i,j} = \frac{(b_{i,j} - a_{i,j})}{6} \quad (2-3)$$

(Moser และ Rodgers (1968) ประมาณค่าความแปรปรวนของระยะเวลาของงาน (i,j) ใดๆ เท่ากับ $s^2_{i,j} = ((b_{i,j} - a_{i,j})/3.2)^2$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $s_{i,j} = (b_{i,j} - a_{i,j})/3.2$)



ภาพที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟของการแจกแจงบีตา สำหรับระยะเวลาของงาน

ภาพที่ 2-1 เป็นตัวอย่างแสดงลักษณะการแจกแจงปีตาสำหรับเวลาของงาน สองลักษณะด้วยกัน ซึ่งความเบ้ (Skewness) ของลักษณะการแจกแจงปีตาขึ้นอยู่กับตำแหน่งของค่า m ในช่วง a ถึง b

ในการจัดทำโครงการหนึ่งๆ ผู้บริหารอาจจะมีประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตเกี่ยวกับระยะเวลาของงานที่สามารถกำหนดลักษณะการแจกแจงของระยะเวลาของงาน หรือกำหนดค่า $\bar{t}_{i,j}$ และ $s_{i,j}$ เหล่านี้ สำหรับระยะเวลาของงาน แต่โดยทั่วไปแล้ว จะหาข้อมูลดังกล่าวได้ยากหรือไม่เลย ทั้งนี้เพราะลักษณะงานในโครงการมิใช่ลักษณะงานซ้ำหรือเป็นงานที่เคยมีมาแล้วในโครงการอื่นๆ โดยเฉพาะถ้าเป็นงานในโครงการวิจัยและโครงการพัฒนา ฉะนั้นโดยทั่วไปจึงสมมติว่าระยะเวลาของงานมีลักษณะการแจกแจงแบบปีตา ทั้งนี้มีเหตุผลบางประการคือการแจกแจงปีตามีค่าฐานนิยมค่าเดียว (หรือมียอดแหลม (Peak) ของเส้นกราฟเพียงยอดเดียว) และมีค่าน้อยที่สุดและค่ามากที่สุดเป็นค่าจำกัด (Finite) นอกจากนี้การแจกแจงปีตาไม่จำเป็นต้องมีลักษณะสมมาตร (Symmetry) อย่างเช่นการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะเป็นที่สอดคล้องกับลักษณะการแจกแจงของระยะเวลาของงานทุกๆ ไป

นอกจากค่าเฉลี่ยระยะเวลาของงานที่จำเป็นต้องทราบแล้ว ควรต้องทราบด้วยว่าเราเชื่อมั่นในค่าเฉลี่ยได้มากน้อยเพียงใด มาตรการหนึ่งของการวัดความน่าเชื่อมั่นคือ ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาของงานนั้นๆ ซึ่งด้วยเทคนิค PERT ประเมินค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาของงาน ($s_{i,j}$) ด้วยสูตรข้างต้น ค่าความแปรปรวนหรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาของงาน ยังมีค่าสูงมาก (ค่า a และ b ต่างกันมาก) โอกาสที่งานจะใช้เวลาต่างไปมากจากระยะเวลาเฉลี่ยที่ประมาณก็จะมีค่ามากขึ้นไปด้วย

วิธี PERT ใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ย $\bar{t}_{i,j}$ ในการจัดทำกำหนดการ รวมทั้งการหาสายงานวิกฤติตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว ค่าต่างๆ ที่คำนวณออกมาย่อมจะเป็นลักษณะค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ยและเรื่องของความน่าจะเป็น (Probability) จะนำมาประยุกต์ใช้เมื่อได้สายงานวิกฤติแล้วในระบบ PERT กำหนดระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการใช้สัญลักษณ์ T มีค่าเท่ากับผลบวกของระยะเวลาเฉลี่ย $t_{i,j}$ ของงานทุกงานที่ประกอบเป็นสายงานวิกฤติ :

$$\bar{T} = \sum \bar{t}_{i,j} \quad (\text{ผลบวกระยะเวลาเฉลี่ยของงานทุกงานบนสายงานวิกฤติ})$$

และความแปรปรวนของระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ใช้สัญลักษณ์ S^2 มีค่าเท่ากับผลบวกของความแปรปรวนของงานทุกงานที่ประกอบเป็นสายงานวิกฤตินั้น :

$$S^2 = \sum s_{i,j}^2 \quad (\text{ผลบวกความแปรปรวนของงานทุกงานบนสายงานวิกฤติ})$$

ทั้งนี้การกำหนดความแปรปรวนของระยะเวลาโครงการดังกล่าว มีข้อสมมติว่าระยะเวลาของงานแต่ละงานบนสายงานวิกฤติเป็นอิสระซึ่งกันและกัน

ในระบบ PERT ระยะเวลาโครงการที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย (= ความยาวของสายงานที่ยาวที่สุดซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด) และจะมีความโน้มเอียงน้อยกว่าค่าเป็นจริง ซึ่งค่าความแปรปรวน S^2 ของระยะเวลาโครงการก็มีแนวโน้มเอียงไปในทำนองเดียวกันด้วย และนอกจากนี้โอกาสที่สายงานอื่นบางสายงานจะเป็นสายงานวิกฤติที่แท้จริงของโครงการได้ กล่าวคืองานอื่นซึ่งมีได้อยู่บนสายงานวิกฤติ อาจใช้เวลาใกล้เคียงกับค่า b มากจนทำให้สายงานวิกฤติเปลี่ยนไปมีความยาวมากกว่าที่คำนวณไว้เดิม ดังนั้นความไม่แน่นอนของระยะเวลาของงานที่อยู่บนสายงานวิกฤติ และที่ไม่ได้อยู่บนสายงานวิกฤติอาจทำให้สายงานซึ่งจากการคำนวณตามวิธี PERT ที่เป็นสายงานวิกฤติกลับไม่ใช่สายงานวิกฤติ และสายงานที่ไม่ใช่สายงานวิกฤติกลายเป็นสายงานวิกฤติได้

2.3.2 ความน่าจะเป็นของระยะเวลาของงานและโครงการ

ด้วยทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ประเมินได้ว่า เวลาแล้วเสร็จของงาน (i,j) ใดๆ นับจากเวลาเริ่มโครงการ มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $EF_{i,j}$ และความแปรปรวนเท่ากับ $V_{i,j}^2$ ซึ่ง

$$V_{i,j}^2 = v_i^2 + s_{i,j}^2 \quad (2-4)$$

โดยที่ $s_{i,j}^2$ คือความแปรปรวนของระยะเวลาของงาน (i,j) และ v_i^2 คือความแปรปรวนของเวลาเร็วที่สุด E_i ที่เหตุการณ์ I สามารถเกิดขึ้นได้ ซึ่งค่า v_i^2 คำนวณได้ดังนี้

$V_1^2 = 0$: กำหนดให้ความแปรปรวนของเวลาเกิดขึ้น สำหรับเหตุการณ์แรกของข่ายงาน มีค่าเท่ากับศูนย์

สำหรับเหตุการณ์อื่นๆ ต่อไป v_j^2 ($j > 1$) มีค่าตามสมการข้างล่างนี้

$$v_j^2 = v_k^2 + s_{k,j}^2 \text{ ซึ่ง } k \text{ หมายถึงเหตุการณ์หรือโนดที่ทำให้ได้ค่า } E_j$$

ถ้ามีโนด k มากกว่าหนึ่งโนดที่ต่างให้ค่า E_j ให้เลือกผลบวก $v_k^2 + s_{k,j}^2$ ที่มากที่สุดเป็นค่า v_j^2 ด้วยข้อสมมติข้างต้น ความน่าจะเป็นที่งาน (i,j) จะแล้วเสร็จภายในเวลาที่กำหนดให้เป็น $ST_{i,j}$ หาค่าได้โดยคำนวณหา $z_{i,j}$

$$z_{i,j} = \frac{ST_{i,j} - EF_{i,j}}{\sqrt{V_{i,j}^2}} \quad (2-5)$$

และจากนี้ใช้ตารางแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution) : มีค่าเฉลี่ย = 0 และค่าความแปรปรวน = 1) ซึ่งจะมีอยู่ทั่วไปในตำราสถิติ

ค่า $z_{i,j}$ มีค่าน้อยกว่าศูนย์ถ้ากำหนดค่า $ST_{i,j} < EF_{i,j}$ มีค่าเท่ากับศูนย์ถ้ากำหนด $ST_{i,j} = EF_{i,j}$ หรือมีค่ามากกว่าศูนย์ถ้ากำหนด $ST_{i,j} > EF_{i,j}$ เมื่อทราบค่า $z_{i,j}$ ค่าความน่าจะเป็นที่ต้องการคือ $P(Z \leq z_{i,j})$ (ในตารางท้ายบททั่วไปจะเขียนเป็น $P(Z \leq z)$ อ่านว่า “ความน่าจะเป็นที่ Z ค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ z”) ซึ่ง Z คือตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน

ในทำนองเดียวกันกับการหาความน่าจะเป็นของงาน ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ i หนึ่งๆ จะเกิดขึ้น (เริ่มต้นหรือเสร็จสิ้น) ภายในเวลาที่กำหนด ST_i (นับจากเวลาเริ่มงานโครงการ) หาค่าได้เช่นกันคือ คำนวณค่า z_i , $z_i = \frac{ST_i - EF_i}{\sqrt{V_i^2}}$ และโดยการใช้ตารางการแจกแจงปกติ

มาตรฐาน จะได้ความน่าจะเป็นตามที่ต้องการคือ $P(Z \leq z_{i,j})$

ถ้าต้องการความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) ของการเกิดขึ้นของเหตุการณ์หนึ่งภายในกำหนดเวลา โดยมีเงื่อนไขหรือข้อสมมติว่า เหตุการณ์อื่นๆ ที่มาก่อนเหตุการณ์ที่พิจารณา (หมายเลขโน้ดต่ำกว่าหมายเลขโน้ดที่กำลังพิจารณา) ได้เกิดขึ้นแล้ว คำนวณได้ดังนี้

คำนวณค่า z ของเหตุการณ์พิจารณาตามสูตร $z_{i,j} = ST_{i,j} - EF_{i,j} / \sqrt{V_i^2}$ ทั้งนี้ให้กำหนดค่าความแปรปรวน V_i^2 ของทุกเหตุการณ์ที่มาก่อนหรือเกิดขึ้นแล้วเป็นศูนย์ทั้งหมด และเมื่อได้ค่า z_i จะใช้ตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน เปิดหาความน่าจะเป็นที่ต้องการ

ในการคำนวณความน่าจะเป็นที่งานวิกฤติสุดท้าย ในสายงานวิกฤติจะเสร็จภายในเวลาที่กำหนดก็คือ การหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายในเวลาที่กำหนดนั่นเองซึ่งแทนการหาค่า $z_{i,j}$ ด้วยสูตรข้างต้น จะหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายในกำหนดเวลา T_d ได้อีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะให้คำตอบเดียวกัน นั่นคือการคำนวณค่า

$$Z = \frac{T_d - \bar{T}}{\sqrt{S^2}} \quad (2-6)$$

และใช้ตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานเช่นกัน ในกรณีนี้ $\bar{T}$ คือความยาวของสายงานวิกฤติหรือระยะเวลาเฉลี่ยของโครงการ (= ผลบวกของ $t_{i,j}$ ของทุกงานบนสายงานวิกฤติ) และ S^2 คือความแปรปรวนของระยะเวลาโครงการ (= ผลบวกของ $s_{i,j}^2$ ของทุกงานบนสายงานวิกฤติ)

ความน่าจะเป็นที่หาออกมาจะช่วยให้ประโยชน์แก่ผู้บริหาร ที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่า ควรให้ความสนใจแก่งานใดเป็นพิเศษ หรืองานใดเป็นงานที่ควรเร่งทำให้เสร็จเร็วขึ้น ทั้งนี้ความน่าจะเป็นค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0.0) แสดงถึงโอกาสที่งานจะเสร็จภายในกำหนดเวลามีน้อยและ

ในทางตรงกันข้าม ความน่าจะเป็นค่าสูง (เข้าใกล้ 1.0) แสดงถึงโอกาสที่งานจะเสร็จภายในกำหนดเวลานั้นเป็นไปได้มาก นอกจากนี้ในบรรดางานที่ควรเร่งทำ งานที่มีความแปรปรวนของเวลามากควรถูกเลือกพิจารณาก่อนและเป็นลำดับต่อๆ กันไปจากค่ามากไปหาค่าน้อย นักวิชาการบางคนได้กำหนดว่าความน่าจะเป็นที่ต่ำ โดยปกติคือค่าที่น้อยกว่า 0.25 และความน่าจะเป็นค่าสูง เช่น ค่ามากกว่า 0.6 ผู้บริหารอาจมีความมั่นใจมาก แต่ขณะเดียวกันอาจเป็นสัญญาณแสดงถึงว่ามีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่ประหยัดก็ได้ จึงไม่จำเป็นที่ความน่าจะเป็นที่สูง (มากกว่า 0.6) จะแสดงถึงการจัดการที่ดีเสมอไป

เวลาแล้วเสร็จด้วยระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ เช่น 95 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือ ถ้า T เป็นระยะเวลาจริงของโครงการ (เป็นตัวแปรสุ่ม) ช่วงระยะเวลาที่ครอบคลุมระยะเวลาแล้วเสร็จจริง T ของโครงการด้วยความเชื่อมั่น $100(1 - \alpha)$ เปอร์เซ็นต์ คือ

$$\bar{T} - z_{1-\alpha/2} S \leq T \leq \bar{T} + z_{1-\alpha/2} S \quad (2-7)$$

หรือเขียนอีกแบบหนึ่ง

$$[\bar{T} - z_{1-\alpha/2} S , \bar{T} + z_{1-\alpha/2} S] \quad (2-8)$$

ซึ่ง $1 - \alpha$ คือสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) (เรียกค่า α ว่าระดับนัยสำคัญ (Level of Significance)) โดยทั่วไปกำหนดให้ $1 - \alpha = 0.95$ หรือ 0.90 หรือ 0.99 และ $z_{\alpha/2}$ คือค่าหนึ่งของ Z ซึ่ง $P(Z \leq z_{\alpha/2}) = \alpha/2$ (เรียกค่า $z_{\alpha/2}$ ว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ที่ $100(\alpha/2)$ ของ Z) และเช่นเดียวกันสำหรับค่า $z_{1-\alpha/2}$ ได้ $P(Z \leq z_{1-\alpha/2}) = 1 - \alpha/2$ เมื่อทราบค่า $1 - \alpha/2$ จะหาค่า $z_{1-\alpha/2}$ ได้ และได้ว่า $z_{\alpha/2} = -z_{1-\alpha/2}$

ตัวอย่าง ถ้ากำหนด $1 - \alpha = 0.95$ จะได้ค่า $\alpha = 0.05$ และ $1 - \alpha/2 = 0.975$ และจากตารางแจกแจงแบบปกติมาตรฐานได้ค่า $z_{1-\alpha/2} = z_{0.975} = 1.96$ และ $z_{\alpha/2} = z_{0.025} = -z_{0.975} = -1.96$

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Estraza [6] ทำการวิจัยเรื่องการวางแผนการผลิตโดยสร้างแบบจำลองเส้นตรงเพื่อให้ได้วัตถุประสงค์คือ การล่าช้าน้อยที่สุด ผลตอบแทนสูงที่สุด ต้นทุนต่ำที่สุด และ ค่าล่วงเวลาน้อยที่สุด แบบจำลองจะนำไปประยุกต์ใช้โดยใช้โปรแกรม Sequential Linear Goal Programming (SLGP)

มนตรี [7] ทำการวิจัยเรื่องการประยุกต์โปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming) ต่อ PERT ซึ่งใช้ในการควบคุมโครงการต่อเนื่อง เพื่อหาวิธีการที่เป็นไปได้สำหรับการวางแผนการเร่งโครงการ

ให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า โครงการต่อเรือใช้เวลาทำงานปกติ 385 วัน แต่เมื่อทำงานแบบเร่งที่สุดโดยการเพิ่มจำนวนแรงงานจะใช้เวลา 253 วัน

วิศิษฐ์ [8] ทำการวิจัยเรื่องการใช้เทคนิค PERT/COST ในการวางแผน ตรวจสอบและควบคุมโครงการวางท่อร้อยสายโทรศัพท์ โครงการบางพลี # 08 โดยนำโครงการตัวอย่างมาจัดทำกำหนดการปฏิบัติของงานทุกๆ กิจกรรม พร้อมทั้งลำดับความสัมพันธ์ของทุกๆ กิจกรรมตลอดอายุโครงการ และประเมินค่าใช้จ่ายควบคู่กันไปด้วย เมื่อนำเทคนิค PERT/COST มาใช้ทำให้ทราบว่าแต่ละกิจกรรมนั้นต้องปฏิบัติในช่วงเวลาใดและกิจกรรมใดอยู่ในสายงานวิกฤติ ซึ่งต้องปฏิบัติเร่งด่วนในสายงานนี้เป็นไปตามแผนเพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าของโครงการ

ลือชัย [9] ทำการวิจัยเรื่องการเพิ่มผลผลิตโดยวิธีการลดชั่วโมง Breakdown ของเครื่องจักร โดยได้รวบรวมชั่วโมง Breakdown และปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงและป้องกัน โดยผลการศึกษาพบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้นเนื่องมาจาก 1.) บุคลากรมีประสบการณ์น้อย และขาดความรับผิดชอบต่องานที่ทำอยู่ 2.) เครื่องจักรมีตารางการซ่อมบำรุงที่ไม่เหมาะสม และได้รับการตรวจสภาพไม่เพียงพอ 3.) ขาดมาตรฐานในการปรับแต่งเครื่องจักร เมื่อกำหนดแนวทางแก้ไขแล้วนำไปปฏิบัติพบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายในการหยุดซ่อมเครื่องจักรได้เดือนละ 279,003 บาท หรือสามารถเพิ่มผลผลิตได้เดือนละ 154 หน่วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิค PERT โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Basic 6 ในการปรับปรุงแผนการหยุดเครื่อง เพื่อลดเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ เพื่อให้การผลิตนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

3.1 กระบวนการผลิตกระดาษ

โรงผลิตกระดาษ 1 และ 2 (Paper Machine 1, 2) หรือที่เรียกกันสั้นๆ ว่า PM1 และ PM2 ทำหน้าที่ผลิตกระดาษพิมพ์เขียนที่มีคุณภาพ เป็นกระดาษที่นำไปใช้สำหรับพิมพ์สิ่งต่างๆ และเป็นกระดาษสำหรับการนำไปใช้ในงานเขียน มีกำลังการผลิตรวมประมาณ 500,000 ตัน/ปี กระดาษที่ผลิตได้จะแบ่งออกเป็นแบบม้วน (Roll) และแบบแผ่น (Sheet) ตัน/ปี โดยกระดาษที่ผลิตได้มีหน้ากว้าง 6.9 เมตร ซึ่งนับเป็นหน้ากว้างที่กว้างที่สุดในประเทศ ประเภทกระดาษพิมพ์เขียน

กระบวนการผลิตกระดาษ

1. Stock Preparation : การเตรียมวัตถุดิบ
2. Stock Approach : การผสมเนื้อเยื่อก่อนส่งเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษ
3. Headbox : ถังจ่ายเยื่อ เป็นอุปกรณ์ชิ้นแรกของเครื่องจักรผลิตกระดาษ ทำหน้าที่จ่ายน้ำเยื่อเข้าสู่ตะแกรงลดเดินแผ่น ทำลายกลุ่มเส้นใย (Flocculate Fiber) ในน้ำเยื่อ และปล่อยน้ำเยื่อลงบนตะแกรงลดเดินแผ่นอย่างสม่ำเสมอ ตลอดความกว้างของเครื่องจักร Headbox ที่ใช้กันอยู่มี 2 ชนิด คือ ชนิดเบาะอากาศ (Air Cushion Headbox) และชนิดไฮดรอลิก (Hydraulic Headbox)
4. Wire Part : ส่วนตะแกรงลดเดินแผ่น ทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ การก่อตัวเป็นแผ่นกระดาษด้วยกระบวนการกรองและการแยกน้ำออก (Dewatering) แผ่นเปียกที่ออกจากส่วนนี้จะมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 80 ส่วน ตะแกรงลดเดินแผ่นนี้เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากต่อความสม่ำเสมอของเส้นใยในเนื้อกระดาษ
5. Press Part : ส่วนกดรีดน้ำ สายของแผ่นกระดาษที่เกิดขึ้นหลังจากการแยกน้ำแล้วจะเคลื่อนที่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งกดรีดน้ำ (Press Rolls) ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดน้ำในแผ่นกระดาษออกมาให้ได้มากที่สุดก่อนจะส่งต่อไปยังหน่วยทำแห้ง ปริมาณน้ำที่ยังมีอยู่ในแผ่นกระดาษเปียกหลังผ่านการกดรีดน้ำแล้วเหลืออยู่ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในส่วนการกดรีดน้ำนี้จะมีการจัดเรียงของชุดกดรีดน้ำหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ผลิต

6. Dryer : ส่วนอบแห้งกระดาษ การทำแห้งกระดาษทำโดยอาศัยความร้อนจากไอน้ำ อิ่มตัวความดันต่ำที่ถูกจ่ายเข้าไปข้างในลูกอบแห้ง ทำให้ผิวลูกอบแห้งร้อนขึ้น แล้วกลั่นตัวเป็น คอนเดนเสท (Condensate) คอนเดนเสทจะฟอร์มตัวเป็นฟิล์มอยู่ที่ผิวด้านในของลูกอบแห้ง ฟิล์มนี้ต้องไม่หนาจนเกินไป เพราะจะทำการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำและผิวลูกอบแห้ง การระบายคอนเดนเสทออกจากลูกอบแห้ง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการอบแห้งกระดาษและรวมถึงค่าใช้จ่ายด้วย ซึ่งความร้อนนี้จะทำให้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแผ่นกระดาษ ประมาณ 2-8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในหน่วยทำแห้งนี้อาจมีการเคลือบสารละลายของสารเพิ่มความแข็งแรงของผิวให้แก่กระดาษด้วย

7. Size Press : ส่วนฉาบผิวกระดาษ กระดาษที่ผ่านส่วนอบแห้งชุดแรกจะถูกฉาบด้วยแป้งที่ตมัสุก โดยน้ำแป้งจะฉาบอยู่ที่ผิวกระดาษทั้งสองข้าง ทำให้ผิวกระดาษแข็งแรงขึ้น และทำให้กระดาษมีความต้านทานน้ำเพิ่มมากขึ้นด้วย เพราะน้ำแป้งจะไปอุดรูที่ผิวกระดาษ ถัดจากเครื่องฉาบผิวจะเป็นส่วนให้ความร้อนแบบลมร้อน (Air Foil) และส่วนอบแห้งชุดหลัง เพื่อให้กระดาษแห้ง อาจมีการเติมสารบางอย่างลงในน้ำแป้งด้วย เช่น สารฟอกขาว เป็นต้น

8. Calender & Pope Reel : ส่วนรีดผิวกระดาษ เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วยอบแห้งชุดหลัง ประกอบด้วยลูกรีดทรงกระบอกซึ่งทำจากโลหะวางซ้อนกัน ผิวของลูกรีดจะแข็งแรงและเรียบมาก กระดาษจะถูกดึงผ่านไประหว่างลูกรีด ทำให้กระดาษบางลง เรียบขึ้น และมีความหนาสม่ำเสมอขึ้นด้วย ลูกรีดเรียบลูกล่างสุดเรียกว่า King Roll มีขนาดใหญ่และมี Crown เพื่อให้ความดันสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างของกระดาษ การรีดผิวกระดาษนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่สายของกระดาษจะเข้าม้วน (Peeling) แล้วนำออกจากเครื่องผลิตกระดาษ เพื่อนำไปตัดม้วนขนาดเล็กหรือเป็นแผ่นเพื่อจำหน่ายต่อไป

กระดาษที่ผลิตเสร็จแล้วอาจมีการปรับปรุงคุณภาพของผิวกระดาษ ให้มีความเรียบเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการพิมพ์ และความแข็งแรง เช่น การเคลือบผิวกระดาษโดยการนำกระดาษที่ผลิตมาสำหรับเคลือบผิวโดยเฉพาะผ่านเข้าเครื่องเคลือบผิวกระดาษ (Coater) และการขัดมันโดยการนำกระดาษที่ผ่านการเคลือบผิว แล้วไปผ่านเครื่องขัดมัน (Supercalender) หลังจากนั้นจึงนำกระดาษมารอบแบ่ง และเปลี่ยนแกนเป็นแกนกระดาษต่อไป

ในการผลิตแต่ละขั้นตอนนี้ เครื่องจักรจะมีการสึกหรอและเสียหายตามอายุการใช้งาน ทำให้ต้องมีการหยุดเครื่อง เพื่อซ่อมแซมส่วนที่เสียหาย ซึ่งส่งผลให้การผลิตต้องหยุดชะงัก งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิค PERT มาใช้เพื่อช่วยลดเวลาการหยุดเครื่อง ทำให้เครื่องจักรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้มากขึ้น โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรนั้นจะแบ่งออกเป็น 4 หน่วยงาน คือ

1. Operation
2. Mechanical
3. Automation

4. Electrical

โดยในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในแต่ละครั้งนั้น เมื่อแต่ละแผนกแจ้งว่ามีชิ้นส่วนใดที่เสีย หรือสึกหรองจนต้องมีการเปลี่ยน ต้องมีการจัดทำแผนงานการซ่อมบำรุง (Plan Shut Down) ขึ้นมาเพื่อกำหนดว่าในแต่ละแผนกมีงานใดที่ต้องซ่อมแซมและใช้เวลาเท่าใด

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

3.2.1 ศึกษาลักษณะการทำงานโดยทั่วไปในการผลิตกระดาษ รวบรวมข้อมูล และปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงาน

3.2.2 นำเทคนิค PERT มาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา Visual Basic 6 มาใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพื่อลดเวลาในการหยุดเครื่อง

3.2.3 คำนวณเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษที่ได้จากการนำเทคนิค PERT มาใช้

3.2.4 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ ก่อนและหลังการนำเทคนิค PERT มาใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ

3.2.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ข้อมูลของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษ [2]

3.3.1.1 เครื่องผลิตกระดาษยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น BEIOLT 100

3.3.1.2 ประเภทกระดาษที่ทำการผลิต : Uncoat, Coated Painting

3.3.1.3 Speed : 1200 m/min.

3.3.1.4 หน้ากว้างของกระดาษที่สามารถผลิตได้ : 7200 mm.

3.3.1.5 Design Flow Headbox : 202 l/min/s

3.3.1.6 ความหนาของกระดาษที่ผลิตได้ : 40-180 g/m²

3.3.1.7 เวลาที่ใช้ในการ Shut Sown เครื่อง : 24 hr./month (แผนการดำเนินงานที่โรงงานกำหนด (Plan Shut Down)

3.3.1.8 กำลังการผลิต 30 ตัน/ชั่วโมง

3.3.2 งานที่มีทั้งหมดในการ Shut Down เครื่อง

งานในการซ่อมบำรุงจะแบ่งออกเป็น 4 หน่วยงานคือ 1. แผนก Operation 2. แผนก Mechanical 3. แผนก Automation และ 4. แผนก Electrical ในแต่ละแผนกนั้นจะรับผิดชอบงานในส่วนต่างๆ กันไป โดยในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรแต่ละครั้งชิ้นส่วนที่เสียหายหรือสึกหรอไปนั้นจะแตกต่างกัน เมื่อมีการหยุดเครื่องจะมีการกำหนดว่าต้องทำงานใดบ้าง ซึ่งจะใช้เป็นแผนงานในการซ่อมบำรุง (Plan Shut Down) โดยงานที่มีในการซ่อมบำรุงทั้งหมดนั้นแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงงานทั้งหมดที่มีในการ Shut Down เครื่องจักร

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
Operation	Change canvas#6	3
	Change pick up felt	2
	Open check&clean head box	4
	Check caramic foil top shoe	2
	Stop machine for drain stock line	0.5
	Change 2 nd press felt (CR#11.10)	2
	Change 3 rd press felt (CR#10)	1.5
	Machine preparation	0.5
	Start turbo	0.5
	Stock on wire	0.5
	Sheet on reel	0.5
Mechanical	Check vibrantion dryer roll all section	2
	Cleaning at dryer section #6 retighten fitting	5
	Repair u-box dryer roll No.43,45 D/S	1
	Clean duct belrun D/S No.30-33	4
	Clean air vent bell run roll all T/S	2
	Change oil seal Hyd. Pump size press No.3	3
	Change oil seal Hyd. Pump press loading No.3	3
	Change hyd. Hode 3/4" CCR#1 D/S	0.5
	Change hyd. Hode 3/4" CCR#2 D/S	0.5
	Change line drain 3" calender bottom roll	1
	Repair line drain p[aper roll center roll	1
	Adjust v-belt For 731F001	1
	Change gasket flang dryer roll No.19 D/S	1
	Change expension joint Adjust V-belt	3
	Change gasket at water cooler	1
	Change gasket line steam on tank 731T926	1
	Change gasket line steam on tank 731T927	1

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Change gasket line steam on tank 731T923	1
	Motor machine chest	2
	Motor fan pump No.1	3
	Motor fan pump No.2	3
	Motor M-screen No.1	3
	Motor M-screen No.2	3
	Motor M-screen No.3	4
	Motor lead out roll	6
	Motor suction couch roll	2
	Motor wire turning roll	2
	Motor suction pick up roll	2
	Motor suction press roll	2
	Motor suction paper roll	2
	Motor center roll	3
	Motor 4P top rall	4
	Motor press paper roll	3
	Motor 1 st press cc roll	3
	Motor 2 st press cc roll	3
	Motor 3 st press cc roll	3
	Motor 4 st press cc roll	3
	Motor dryer section 1.1	2
	Motor dryer section 1.2	2
	Motor dryer section 2.1	2
	Motor dryer section 2.2	2
	Motor dryer section 3.1	2
	Motor dryer section 3.2	2
	Motor dryer section 4.1	2
	Motor dryer section 4.2	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Motor dryer section 4.3	2
	Motor dryer section 5.1	2
	Motor dryer section 5.2	2
	Motor dryer paper roll No.1	2
	Motor size press lead in roll	3
	Motor size press top roll	2
	Motor size press bottom roll	2
	Motor size press paper roll	3
	Motor size press expander roll	2
	Motor dryer section 6	2
	Motor dryer paper roll No.2	3
	Motor calender spreader roll	3
	Motor reel drum roll	3
	Motor reel spool starter roll	3
	Open check&clean screen basket M-screen#1	8
	Open check&clean screen basket M-screen#2	8
	Open check&clean screen basket M-screen#3	8
	Open check separator drain pump all	6
	Clean duct belrun	6
	Clean air vent for bel run roll dryer sect.1-5 T/S,D/S	4
	Open check&clean segment REFINER E002	2
	Open check&clean segment REFINER E004	2
	Open check&clean segment REFINER E005	2
	Open check&clean segment REFINER E007	2
	Open check&clean segment REFINER E008	2
	Open check&cleaning impeller for 732F950	2
	Open check&cleaning impeller for 732F951	2
	Check false ceiling wire part	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Take off&check shower for doctor blade breast roll	4
	Change holder for doctor blade dryer#6 Section(11EA)	10
	Check&test pressure for condensor tank	8
	Change air loading tube doctor blade center roll	3
	Change disc coupling for top size press roll	4
	Change3 Press felt roll 732 3FR3	2
	Change 4 Press Expender roll 732 4 FXR4	4
	Check and clean pin Cylinder 4press (T/S,D/S)	6
	Open check and Draft Channel Condensor	8
	Change valve line flushing (Dia.2 ½") refiner	4
	Change Hand valve 2 ½" line GCC to fan pump	2
	Make line mist removal bottom wire to top wire 10"	10
	Change bolt for manhole press pit,couch pit	3
	Weld line fresh water leak	8
	Make window for dryer hood#1 sect.	8
	Make duct for air intake motor WTR	8
	Move duct F949 to roof	8
	Make edge spray shower for belrun roll No.36	4
	Change v-belt for 732A010 Press pit agitator and make stud adjust	2
	Check false ceiling wire part	2
	Change o-ring for side cover hand box	2
	Take off Shaft&rotor for M-screen No.3	14
	Change segment for save all	2
	Change coupling rod s/p	2
	Change v-belt for 732A008,009 Press pit agitator and make stud adjust	4
	Weld save all area top wire central roll	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Weld steam pipe leak under fordryer roll No.4	4
	Open check condition drive pin for pump752P051	5
	Open check condition drive pin for pump752P007	5
	Change pulley motor & v-belt for agitator(5V1600 = 6)	2
	Change v-belt for agitator(8V2000 = 6)	2
	Change v-belt for agitator(5V1400 = 4)	2
	Change v-belt for agitator(5V1700 = 6)	1
	Change flexible joint for refiner 1 ea	1
	Change flexible joint for refiner 2 ea	2
	Realignment motor LBKP chest pump	1
	H/D Cleaning separator drain tank,732T964,T965	10
	Change suction press roll (CR#10)	8
	Open check bearing m-screen No.1	2
	Change bearing m-screen No.2	8
	Change shaft & bush bearing for separator pump	3
	Check U-Box Press#4	1
	Change hyd.hose for paper roll dia.3/8",1/2"T/S	0.5
	Change hyd.hose for cc#2 roll dia. 1/2"D/S	0.5
	Repair cleaner stage#1 (leak)	1
	Open check bearing & check clearance bearing	2
	Adjust & alignment v-belt	1
	Change v-belt for fan	1
	Change expansion joint for 732F952 line discharge	2
	Refill grease for paper machine	6
	Check and refill grease for universal joint all area	3
	Change lub.oil for air motor stretch roll press#1,2,3,4	6
	Change pump Tank Hyd.732E953 (Turbo#1)	2
	Drawing foil deckle top & bottom wire	3

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
Automation	Air bellow guide top wire	0.5
	Air bellow guide bottom wire	0.5
	Air bellow guide 1P felt	0.5
	Air bellow guide 2P felt	0.5
	Air bellow guide 3P felt	0.5
	Air bellow guide 4P felt	0.5
	Diaphragm guide canvas dryer 1	1
	Diaphragm guide canvas dryer 2	1
	Diaphragm guide canvas dryer 3	1
	Diaphragm guide canvas dryer 4	1
	Diaphragm guide canvas dryer 5	1
	Diaphragm guide canvas dryer 6 top	1
	Diaphragm guide canvas dryer 6 bottom	1
	Diaphragm far attenuator	3
	Prop.valve hyd.loading 1P CCR T/S	2
	Prop.valve hyd.loading 2P CCR T/S	2
	Prop.valve hyd.loading 3P CCR T/S	2
	Prop.valve hyd.loading 4P CCR T/S	2
	Prop.valve hyd.loading S/P bottom roll T/S	2
	Prop.valve hyd.loading S/P bottom roll D/S	2
	Prop.valve hyd.loading calender top roll T/S	2
	Prop.valve hyd.loading calender top roll D/S	2
	Prop.valve hyd.loading 1RY relief T/S	3
	Prop.valve hyd.loading 1RY relief D/S	3
	Hyd.cylinder loading suct.pick up roll T/S	3
	Hyd.cylinder loading suct.pick up roll D/S	3
	Hyd.cylinder loading suct.felt roll T/S	3
	Hyd.cylinder loading suct.felt roll D/S	3

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Hyd.cylinder loading 1P CCR T/S	4
	Hyd.cylinder loading 1P CCR D/S	4
	Hyd.cylinder loading 2P CCR T/S	4
	Hyd.cylinder loading 2P CCR D/S	4
	Hyd.cylinder loading 3P CCR T/S	4
	Hyd.cylinder loading 3P CCR D/S	4
	Hyd.cylinder loading 4P CCR T/S	4
	Hyd.cylinder loading 4P CCR D/S	4
	Hyd.cylinder loading S/P bottom roll T/S	2
	Hyd.cylinder loading S/P bottom roll D/S	2
	Hyd.cylinder loading calender top roll T/S	3
	Hyd.cylinder loading calender top roll D/S	3
	Hyd.cylinder loading calender top roll T/S	2
	Hyd.cylinder secondary arm pope reel T/S	2
	Install valve & pipe for Deculator (Wait spare)	4
	Slice lip L&B Head box	3
	Check function air jet felt press#4	1
	Magnetic flow metor after pump 752P051.1	2
	AKD dosing flow to PM	3
	Magnetic flow metor after pump 752P042.1	2
	Magnetic flow metor after pump 752P045.1	2
	Change Control valve of 732FV-191	4
	Change Actuator 732LV-197 Saveall level	2
	Open check flow swith of CCR#1 % CCR#3 Unit	2
	Install pressure transmitter of wire cleaning	2
	Change bracket of 732PV-353.2	5
	Change bracket of 732PV-354.2	6
	Check coil of solenoil V. for center roll doctor beam	4

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Check & flushing line H/B & Diff.Tapper header pressure	3
	Clean & Opt. Test machanical,speed flow v.Dtretch roll	2
	Check & Opt. Test wire tail cut jet	1
	Change Solenoid V. of press part Hyd. Valve stand	3
	Check I/P for 2P Shoe Pressure Control Valve	2
	Operation Test Press Loading	1
	Operation Test Press Loading	1
	Inspection & clean of bottom wire auto guide	3
	Inspection & clean of top wire auto guide	3
	Check & cleaning level switch sep#1-5	2
	Inspection % clean of 1P bottom felt guide	2
	Inspection % clean of 1P pick up felt guide	2
	Inspection % clean of 3P bottom felt guide	2
	Inspection % clean of 4P bottom felt guide	2
	Move On-Off Valve shower wire part	1
	Pressure air attenuator	1
	Pressure stock attenuator	1
	Pressure instrument air	1
	Pressure filler line	2
	Pressure sealing water line	1
	Pressure fresh water line	2
	1P CCR touch shoe pressure transmitter	2
	1P loading(TS) pressure transmitter	2
	1P loading(DS) pressure transmitter	2
	2P CCR touch shoe pressure transmitter	2
	2P loading(TS) pressure transmitter	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	2P loading(DS) pressure transmitter Flow OBA to fan pump	4
Electrical	Change motor 731A021"uncoated broke"	6
	Change motor 731A031"broke reject screen"	6
	Check and clean drives	6
	Clean motor drives	6
	Retigth terminal motors	6
	PM. Check and clean and retigth MCCs.	6
	Check and clean lighting wire & press part	2
	Check and clean lighting dryer section	2
	PM. Check and clean limit switch seperators	1
	PM. Check and clean function of Reel	2
	PM. Check and clean function of wire tail cut	1
	PM. Check and clean function of over pass system	1
	Set timer primary arm lower	1
	PM. Check and test function of sheet break system	1
	Change motor for dryer#6 section+Alignment	8
	Check star point motor 732P110.P102.P006	4
	Check limit switch overpass wire top & bott	0.5
	Check function wire tail cut	0.5
	Check limit switch overpass press 1-4	0.5
	Check star point motor	6
	732E008,E009,E110,E111,E114	2
	Check star point motor 732P008,P009	3
	Change drive 732P026,732E009	8
	Change motor 1 st press roll (429KW)	2
	Alignment motor 1 st press roll	7
	Change motor sunction press roll	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนก	งาน	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (hr)
	Alignment motor sunction press roll	0.5
	Check sheet break size press	1
	Check function size press	1
	Function check tail treading S/P	0.5
	Calibrate load cell s/p	0.5
	Check limit switch overpass dryer 1-6 sect.	0.5
	Check limit switch tension canvas	4
	Check star point motor 732A011,A012,A013,A014	0.5
	Check sheet break dryer 1-6	4
	Clean drives dryer 2	0.5
	Check sheet break calender	0.5
	Check sheet break reel	0.5
	Function check treading reel	0.5
	Function check treading calender	0.5
	Check function reel	2
	Install touch screen	1
	Check function full wide cut	2
	Change relat CR01	0.5
	Calibrate load cell calender	2
	Change contactor relay incomer 3, 4	

จากตารางที่ 3-1 จะเห็นว่างานในการซ่อมบำรุงนั้นมีเป็นจำนวนมาก แต่ในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้งจะทำงานเฉพาะส่วนที่เกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพไปเท่านั้น ตามแผนการซ่อมบำรุงที่ได้จัดทำขึ้น โดยในแต่ละแผนกจะรับผิดชอบในงานส่วนต่างๆ กันไป

ตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง (Plan Shut Down) ของแผนก Mechanical ใช้เวลาในการซ่อมบำรุง 19 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แสดงตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง

แผนก Mechanical	เวลา 19 ชั่วโมง
Change pulley motor & v-belt for agitator(5V1600 = 6)	2 hrs
Change pulley motor & v-belt for agitator(5V1600 = 6)	2 hrs
Change pulley motor & v-belt for agitator(5V1700 = 5)	2 hrs
Change v-belt for agitator(8V2000 = 6)	2 hrs
Change v-belt for agitator(5V1400 = 4)	1 hr
Change v-belt for agitator(5V1700 = 6)	1 hr
Change flexible joint for refiner 1 ea	1 hr
Change flexible joint for refiner 2 ea	1 hr
Change flexible joint for refiner 3 ea	1 hr
Change flexible joint for refiner 4 ea	2 hrs
Change flexible joint for refiner 5 ea	2 hrs
Realignment motor LBKP chest pump	1 hr
Repair หลังกา Save all	8 hrs
ติดตั้ง Valve dia.1" line cooling gear drive refiner	1 hr
เชื่อมต่อ line fresh water เหนือ tank wet end oil unit	1 hr

จากตารางที่ 3-2 แผนงานแผนก Mechanical จะใช้เวลาในการทำงาน 19 ชั่วโมง เมื่อต้องการลดเวลาการซ่อมบำรุงให้น้อยลงกว่าเดิม โดยใช้เทคนิค PERT ให้นำข้อมูลงานเหล่านี้ป้อนลงในโปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อหาความน่าจะเป็น งานวิกฤติ และสายงานวิกฤติ ดังนั้นเพื่อความเข้าใจมากขึ้นจึงควรศึกษาลักษณะการทำงานของโปรแกรม

3.4 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6 โดยใช้เทคนิค PERT

ใช้ในโรงงาน ตัวอย่าง

เมื่อมีการหยุดเครื่องเพื่อทำการการซ่อมบำรุงจะมีการทำแผนการหยุดเครื่อง (Plan Shut Down) ซึ่งจะมีรายละเอียดของงานต่างๆ ที่ต้องทำ (เช่นเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหรือสึกหรอ ชิ้นค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง ฯลฯ) และเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงของงานแต่ละงานด้วย นำแผนการหยุดเครื่อง ในแต่ละครั้งมาทำเป็นโครงการใหม่ โดยใส่รายละเอียดของงานและกำหนดเวลาที่เรากำลังต้องการ จากนั้นจึงนำข้อมูลใส่ในโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อหาความน่าจะเป็นที่จะสามารถทำงานได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้คือโปรแกรม Visual Basic 6 เขียนขึ้นโดยนำเทคนิค PERT มาประยุกต์ใช้เพื่อหาความน่าจะเป็นที่จะสามารถทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้ใช้ควรศึกษาว่าลักษณะการทำงานของตัวโปรแกรมเป็นอย่างไร

3.4.1 Algorithm ของการประมวลผลความน่าจะเป็นของโครงการ

เมื่อเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรมแล้ว หากต้องการประมวลผลของโครงการ โปรแกรม Visual Basic 6 จะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. โครงการใหม่
 - 1.1 กำหนดชื่อโครงการ
 - 1.2 กำหนดจำนวนสัญลักษณ์ของงานย่อยทั้งหมด
2. กำหนดสัญลักษณ์ของงาน
 - 2.1 เลือกสัญลักษณ์
 - 2.2 กำหนดแผนก
 - 2.3 กำหนดงาน
 - 2.4 ทำ 2.1 – 2.3 จนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ในข้อ 1.2
3. จัดงานย่อยที่ต้องทำก่อน
 - 3.1 กำหนดงานย่อยที่ทำก่อนให้กับทุกงานในโครงการ
 - 3.2 ทำ 3.1 จนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ในข้อ 1.2
(หมายเหตุ ถ้าไม่มีงานย่อยที่ทำก่อนให้เลือกเป็น “ - ”)
4. จัดเวลาการทำงานแต่ละงาน
 - 4.1 เลือกสัญลักษณ์ที่ต้องการจัดเวลาการทำงาน
 - 4.2 กำหนดเวลาที่จะเสร็จเร็วสุด (a)
 - 4.3 กำหนดเวลาที่จะเสร็จโดยส่วนมาก (m)
 - 4.4 กำหนดเวลาที่จะเสร็จช้าสุด (b)
 - 4.5 ทำ 4.1 – 4.4 จนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ในข้อ 1.2
5. ประมวลผลโครงการ
 - 5.1 กำหนดเงื่อนไขการทำงานเสร็จด้วยการเลือกชั่วโมงคาดหวังงานเสร็จ
 - 5.2 คำนวณค่า E_i จากสูตร $E_j = \max_i \{ E_i + t_{i,j} \}$
 คำนวณค่า V_i จากสูตร $s_{i,j}^2 (V_i) = \frac{(b_{i,j} - a_{i,j})^2}{36}$
 - 5.3 คำนวณค่า ES จากสูตร $ES_{i,j} = E_i$
 - 5.4 คำนวณค่า EF จากสูตร $EF_{i,j} = E_i + t_{i,j}$
 $= ES_{i,j} + t_{i,j}$
 - 5.5 คำนวณค่า LS จากสูตร $LS_{i,j} = L_j + t_{i,j}$

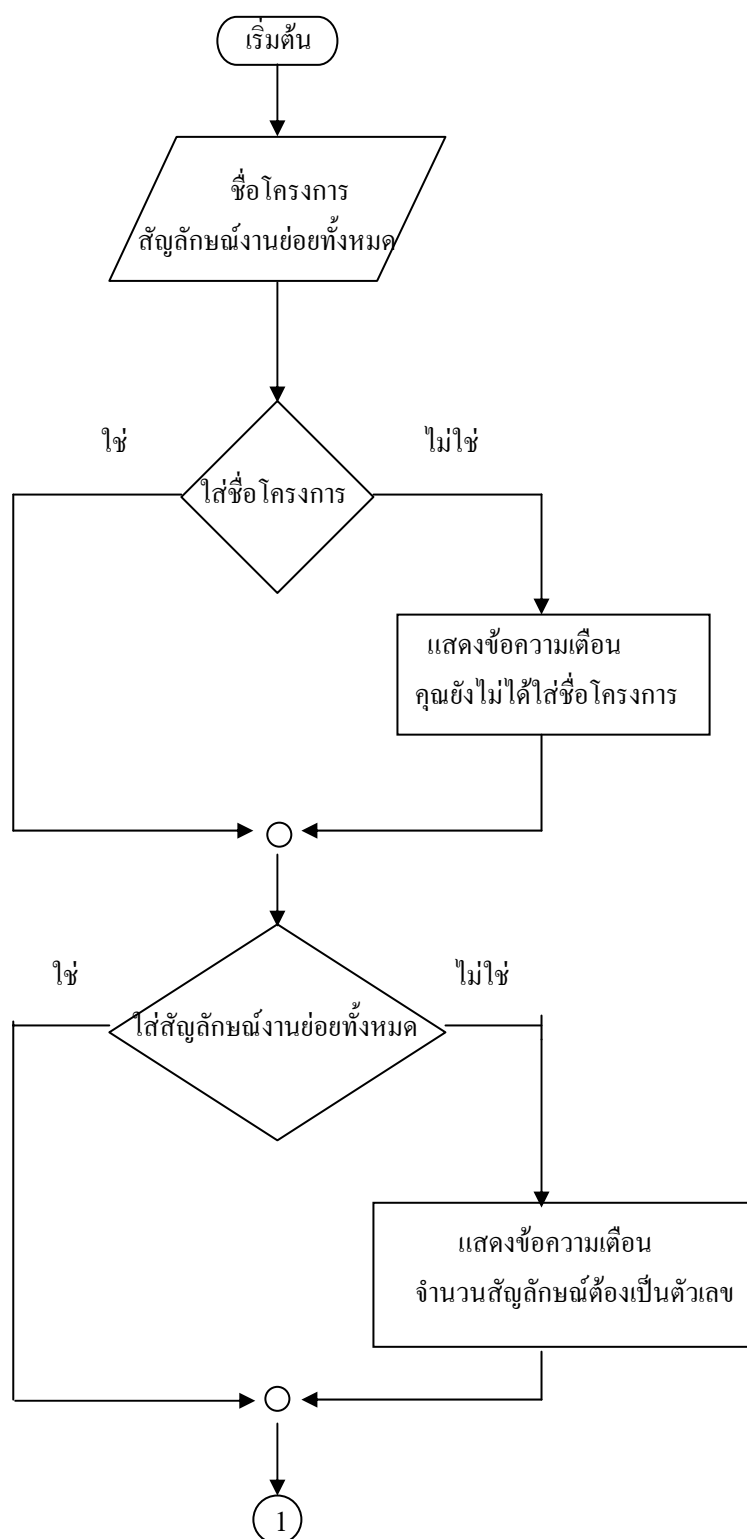
$$\begin{aligned}
 &= LF_{i,j} + t_{i,j} \\
 5.6 \text{ คำนวณค่า TF จากสูตร } TF_{i,j} &= L_j - (E_i + t_{i,j}) \\
 &= LF_{i,j} - EF_{i,j} \\
 &= LS_{i,j} - ES_{i,j}
 \end{aligned}$$

$$5.7 \text{ แสดงความน่าจะเป็นตามสูตร } Z = \frac{T_d - \bar{T}}{\sqrt{S^2}}$$

5.8 แสดงสายงานวิกฤติตามหลักการของเทคนิค PERT (หัวข้อ 2.2.3)

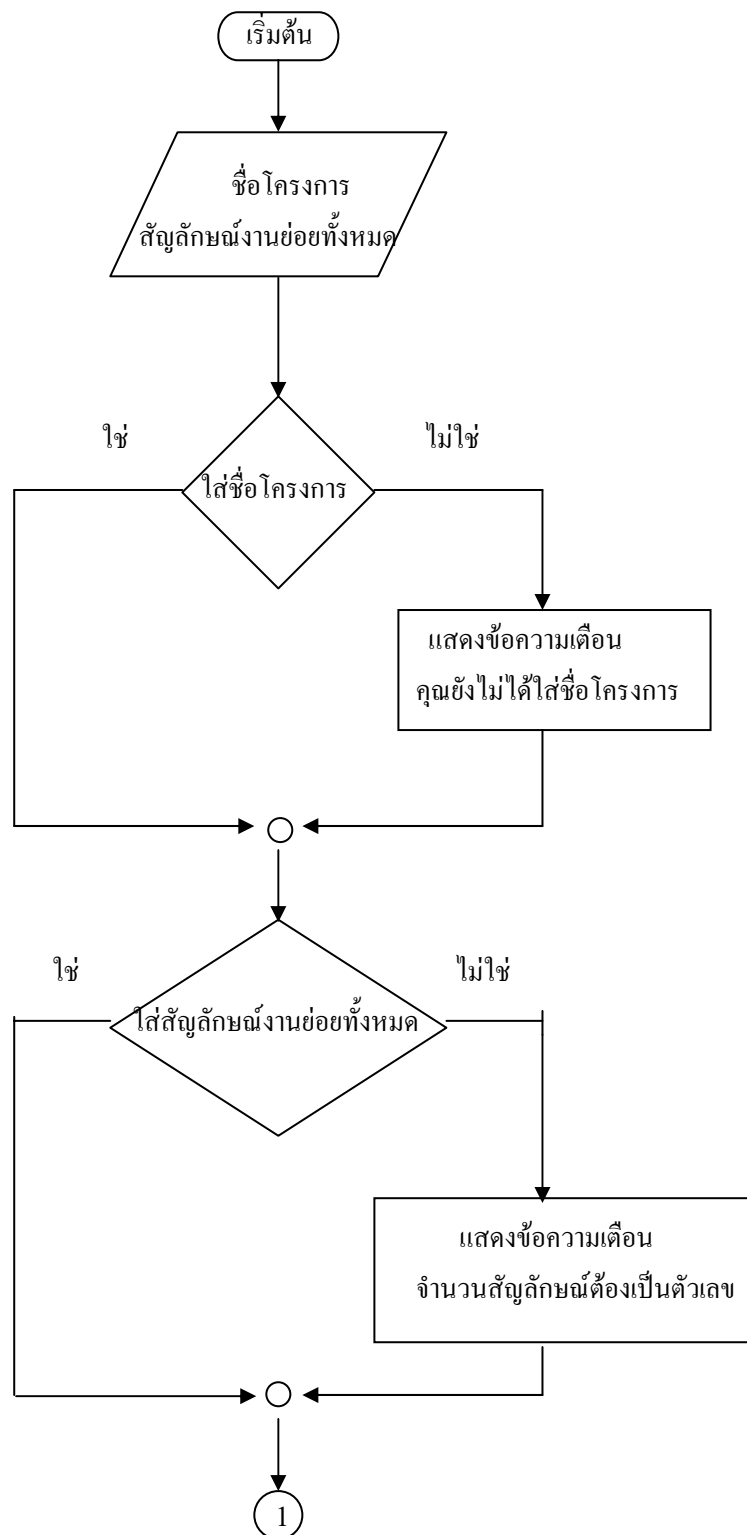
5.9 แสดงเวลาวิกฤติตามหลักการของเทคนิค PERT ตามสูตร $\bar{T} = \sum \bar{t}_{i,j}$

3.4.2 Flow Chart การทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6

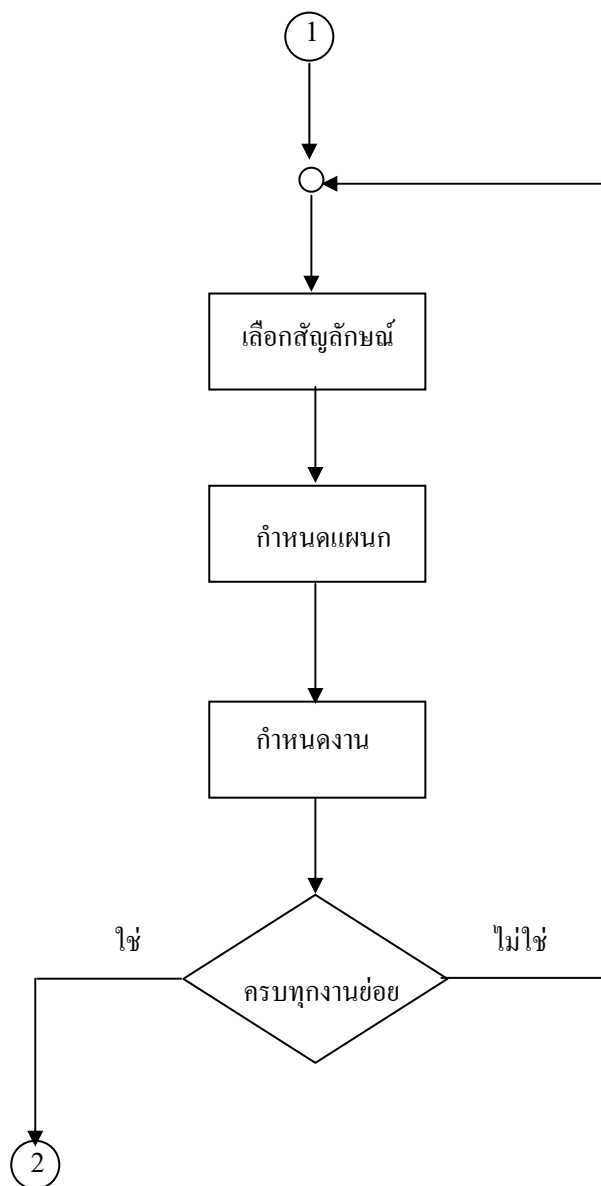


3.4.3 Flow chart การทำงานของโปรแกรม Visual basic 6 ย่อยในแต่ละขั้นตอน

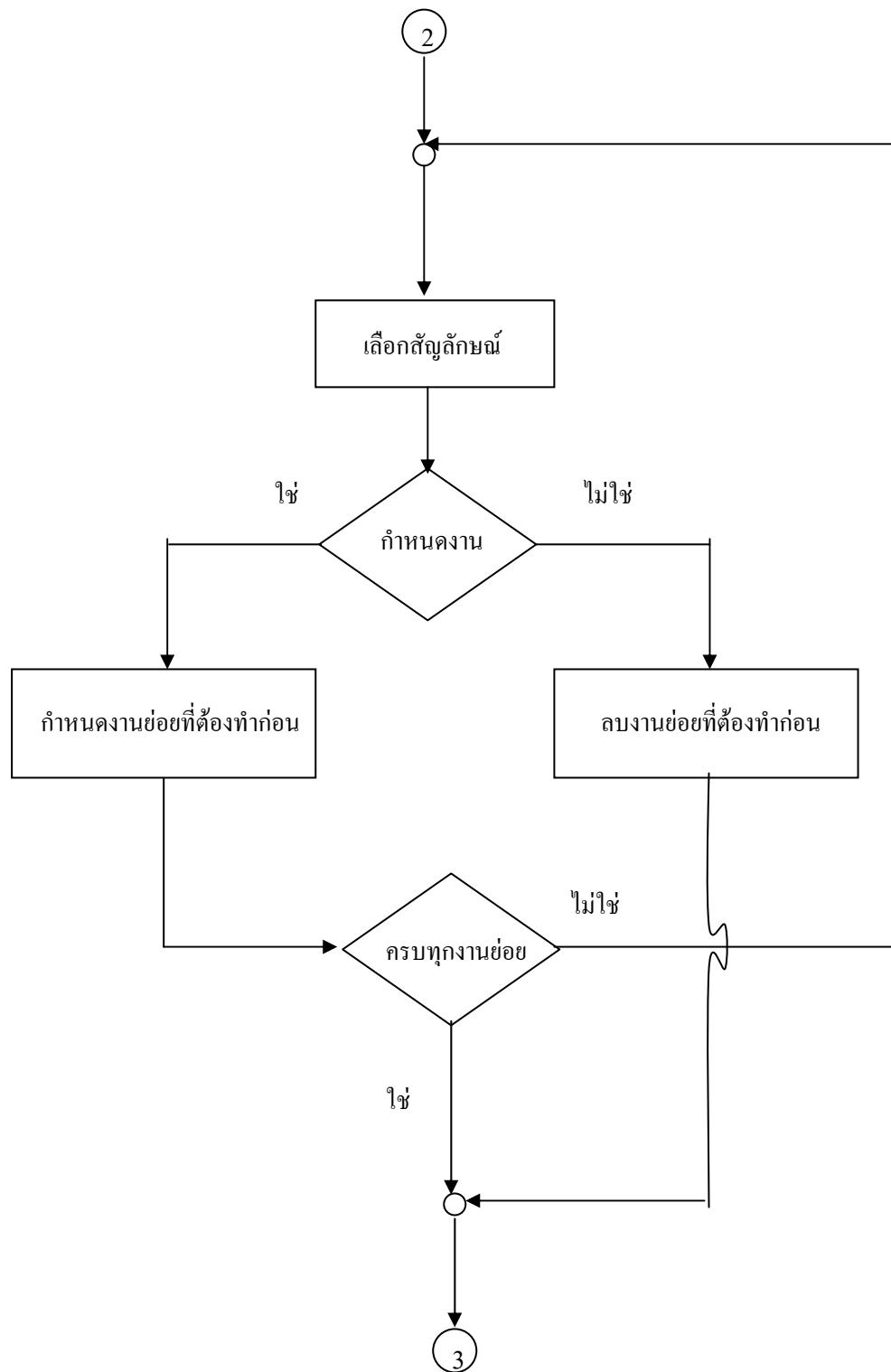
3.4.3.1 การทำงานในส่วนของกระบวนการสร้างโครงการใหม่



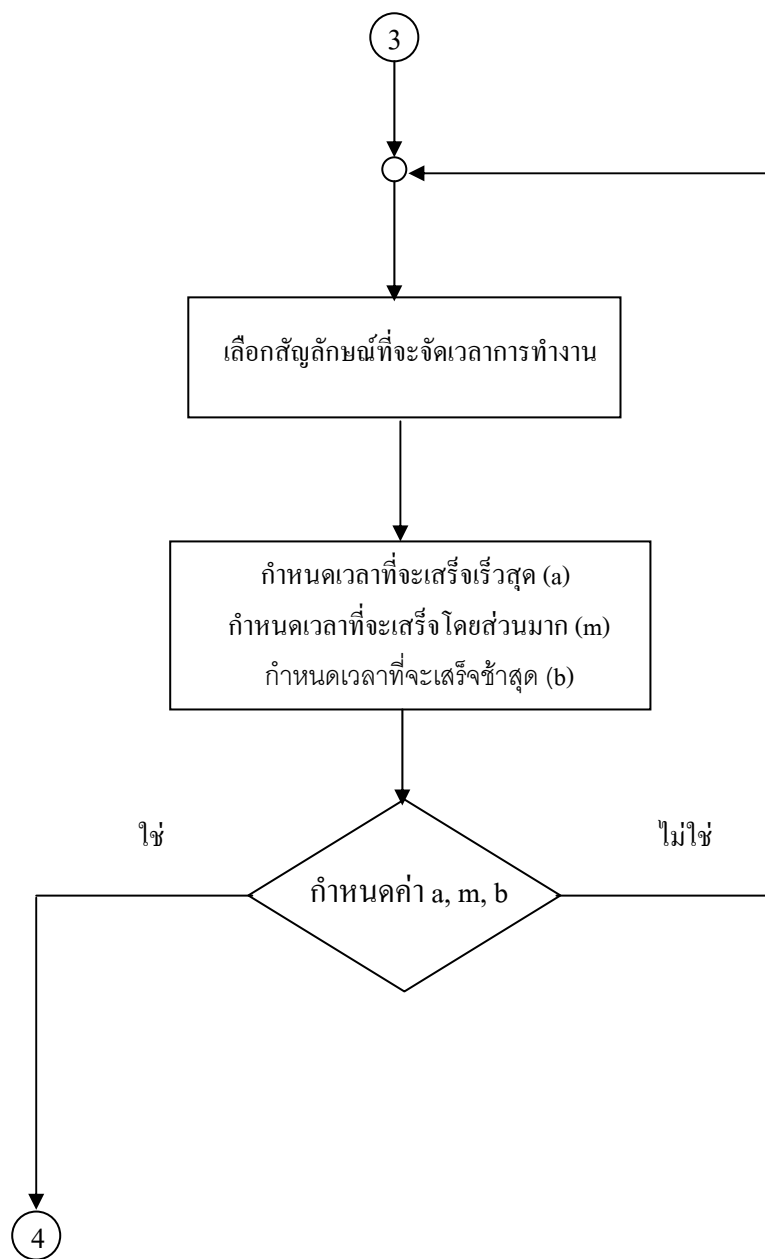
3.4.3.2 การทำงานในส่วนของกระบวนการกำหนดสัญลักษณ์ของงาน



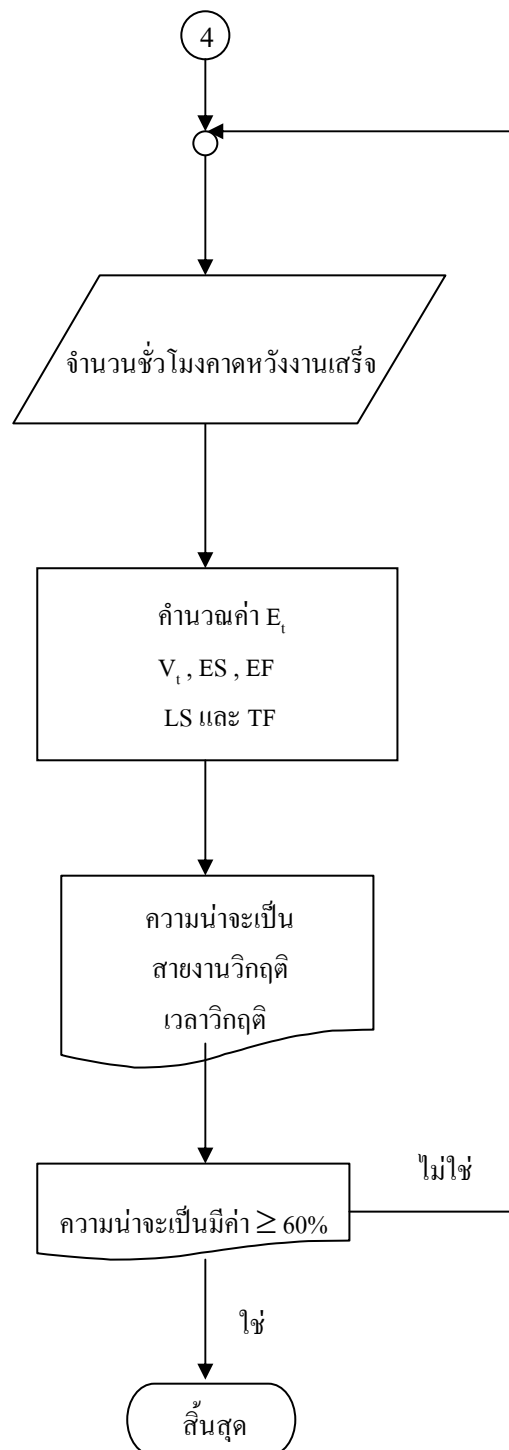
3.4.3.3 การทำงานในส่วนของกระบวนการจัดงานย่อยที่ต้องทำก่อน



3.4.3.4 การทำงานในส่วนของการจัดเวลาการทำงานแต่ละงาน



3.4.3.5 การทำงานในส่วนของกระบวนการประมวลผล



3.4.4 แสดงหน้าจอและลำดับการทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6

เมื่อเครื่องจักรต้องการซ่อมบำรุง โรงงานจะมีการจัดทำแผนการซ่อมบำรุง (Plan Shut Down) ในแต่ละครั้งออกมาว่ามีชิ้นส่วนใดที่ต้องทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมบ้าง นำแผนงานนั้นหาความน่าจะเป็นที่จะสามารถเสร็จได้ในเวลาที่กำหนด สายงานวิกฤติ และเวลาวิกฤติด้วยเทคนิค PERT โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (แผนงานตัวอย่างตาราง 3-2)

1. ตั้งชื่อแผนงานที่ต้องการประมวลผล พร้อมทั้งกำหนดงานย่อยที่ต้องทำทั้งหมดในแผนงานนั้นๆ



ภาพที่ 3-1 การเพิ่มชื่อและงานย่อยทั้งหมดในโครงการ

จากรูป เป็นการคีย์ ชื่อโครงการ และ สัญลักษณ์ทั้งหมดที่จะใช้ในงานนี้

```

Cmd_Sambol
Click

Private Sub Cmd_Sambol_Click()
    Dim Rst As ADODB.Recordset
    Dim SQL As String

    If Trim(Txt_Project.Text) = "" Then
        MsgBox "คุณยังไม่ได้ใส่ชื่อโครงการ", vbCritical, "Error Project Name"
        Txt_Project.SetFocus
        Exit Sub
    End If

    If Not IsNumeric(Txt_Sambol) Then
        MsgBox "จำนวนสัญลักษณ์จะต้องเป็นตัวเลข", vbCritical, "Error Sambol Numerio"
        Txt_Sambol.SetFocus
        Exit Sub
    End If

    SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME = " & Trim(Txt_Project.Text) & ""
    Set Rst = Db(SQL)

    If Rst.EOF Then
        Sambol_Cnt = Int(Txt_Sambol.Text)
        Project_Name = UCase(Trim(Txt_Project.Text))
        Frm_Set_Sambol.Show
        Unload Me
        Exit Sub
    Else
        MsgBox "ชื่อ Project Name มีอยู่แล้วในระบบ " & Chr(13) & "คุณทำการตรวจสอบชื่ออีกครั้ง", vbCritical, "Error Project Name"
    End If

    Set Rst = nothing

End Sub

```

จากหมายเลขที่ 1 เป็นการบันทึก ชื่อ และ สัญลักษณ์ ลงใน Database

2. แทนงานย่อยแต่ละงานด้วยสัญลักษณ์ (A, B, C,...)

กำหนดสัญลักษณ์ของงาน

กำหนดรูปแบบสัญลักษณ์

สัญลักษณ์: A

แผนก: C

งาน: D

the drain 3" calender botton

เพิ่มงาน

สัญลักษณ์	ฝ่าย	แผนก	รายละเอียด
A	MC	MC101	(Check vibrantion dry
B	MC	MC102	(Cleaning at dryer sec
C	MC	MC103	(Repair u-box dryer r
D	MC	MC104	(Clean duct belrun D/S
E	MC	MC105	(Clean air vent bell rui
F	MC	MC106	(Change oil seal Hyd.
G	MC	MC107	(Change oil seal Hyd.
H	MC	MC108	(Change hvd. Hose 3

หน้าถัดไป >>

ภาพที่ 3-2 การกำหนดสัญลักษณ์ของงาน

กำหนดสัญลักษณ์ของงาน

กำหนดรูปแบบสัญลักษณ์

สัญลักษณ์

แผนก

งาน

- AC - (Automation Calibration)
- AI - (Automation Instrument)
- EC - (Electrical)
- MC - (Mechanical)
- OP - (Operation)
- PM - (Preventive Maintenance)

สัญลักษณ์	ฝ่าย	แผนก	รายละเอียด
A	MC	MC101	(Check vibration drye
B	MC	MC102	(Cleaning at dryer sec
C	MC	MC103	(Repair u-box dryer r
D	MC	MC104	(Clean duct belrun D/S
E	MC	MC105	(Clean air vent bell rui
F	MC	MC106	(Change oil seal Hyd.
G	MC	MC107	(Change oil seal Hyd.
H	MC	MC108	(Change hvd. Hose 3

หน้าถัดไป >>

ภาพที่ 3-3 การกำหนดงานและแผนกของงานย่อย

```

Private Sub Cmd_Add_Click()
    Dim Depart As String
    Dim Branch As String
    Dim Desc As String
    Dim Pos As Integer

    List_Sambol.ListItems.Add = Com_Sambol.Text
    Pos = InStr(1, Com_Depart.Text, '-')
    Depart = Trim(Mid(Com_Depart.Text, 1, Pos - 1))
    List_Sambol.ListItems(List_Sambol.ListItems.Count).SubItems(1) = Depart
    Pos = InStr(1, Com_Branch.Text, '-')
    Branch = Trim(Mid(Com_Branch.Text, 1, Pos - 1))
    List_Sambol.ListItems(List_Sambol.ListItems.Count).SubItems(2) = Branch
    Desc = Trim(Mid(Com_Branch.Text, Pos + 1, Len(Com_Branch.Text) - Pos))
    List_Sambol.ListItems(List_Sambol.ListItems.Count).SubItems(3) = Desc

End Sub

```

จากภาพที่ Procedure ของการจัดการเกี่ยวกับงานและแผนก โดยการกำหนดงานให้เป็นสัญลักษณ์แต่ละงาน

```

Sub Depart()
    Dim Rst As ADODB.Recordset
    Dim SQL As String

    SQL = 'SELECT * FROM DEPARTMENT'
    Set Rst = Db(SQL)
    Do Until Rst.EOF
        Com_Depart.AddItem Rst('DM_ID').Value & ' - (' & Rst('DM_DESC').Value & ')'
        Rst.MoveNext
    Loop
End Sub

```

จากภาพที่ Procedure ของการเรียก Database เพื่อทำการดึง แผนก ทั้งหมดออกมา

I

```
Sub Branch(Depart As String)
Dim Rst As ADODB.Recordset
Dim SQL As String

SQL = 'SELECT * FROM BRANCH WHERE DM_ID = ' & Depart & ''
Set Rst = Db(SQL)
Do Until Rst.EOF
    Com_Branch.AddItem Rst('BR_ID').Value & ' - (' & Rst('BR_DESC').Value & ')'
    Rst.MoveNext
Loop
End Sub
```

จากภาพที่ Procedure ของการเรียก Database เพื่อทำการดึงงานทั้งหมดออกมา

3. เรียงลำดับการทำงานของงานย่อยแต่ละงาน

Project Name **PROJECT1**

สัญลักษณ์	แผนก	งานย่อยที่ทำการก่อน
A	MC101	
B	MC102	
C	MC103	
D	MC104	
E	MC105	
F	MC106	
G	MC107	
H	MC108	
I	MC109	
J	MC110	

Clear Pre.. หน้าถัดไป >>

Project Name **PROJECT1**

สัญลักษณ์	แผนก	งานย่อยที่ทำการก่อน
A	MC101	
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		

งานที่ต้องทำการก่อน: -

Clear Pre.. หน้าถัดไป >>

ภาพที่ 3-4 การกำหนดลำดับงานย่อย

```

Private Sub Cmd_Next_Click()
Dim Rst As ADODB.Recordset
Dim SQL As String
Dim Cnt As Integer

SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME= '" & Project_Name & "'"
Set Rst = Db(SQL)
Do Until Rst.EOF
    Cnt = Cnt + 1
    Rst("PRE").Value = List_Project.ListItems(Cnt).SubItems(2)
    Rst.Update
    Rst.MoveNext
Loop
Frm_Set_Time.Show
Unload Me
End Sub

```

เมื่อเลือกงานที่จะต้องทำก่อนเสร็จแล้ว เมื่อคลิกปุ่ม ถัดไป >> แล้ว จะทำการบันทึกข้อมูลลง Database

```

Sub Project()
Dim Rst As ADODB.Recordset
Dim SQL As String
Dim Rec As Integer

SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME = " & Project_Name & ""
Set Rst = Db(SQL)
Do Until Rst.EOF
    Rec = Rec + 1
    List_Project.ListItems.Add = Rst("SAMBOL").Value
    List_Project.ListItems(Rec).SubItems(1) = Rst("BR_ID").Value
    If Not IsNull(Rst("PRE").Value) Then
        List_Project.ListItems(Rec).SubItems(2) = Rst("PRE").Value
    Else
        List_Project.ListItems(Rec).SubItems(2) = ""
    End If
    Rst.MoveNext
Loop
End Sub

```

แสดงงานที่กำหนดโดยสัญลักษณ์ทั้งหมดเพื่อกำหนดงานที่จะทำก่อน

Cmd_Setup	Click
<pre> Private Sub Cmd_Setup_Click() Work_Pre = Com_Sambol.Text With Frm_Set_Project.List_Project If .ListItems(.SelectedItem.Index).SubItems(2) <> "" Then .ListItems(.SelectedItem.Index).SubItems(2) = .ListItems(.SelectedItem.Index).Su Else .ListItems(.SelectedItem.Index).SubItems(2) = Work_Pre End If End With Unload Me End Sub </pre>	

การเลือกสัญลักษณ์งานที่จะต้องทำก่อน

จัดการเวลาการทำงานแต่ละงาน			
Project Name PROJECT1			
สัญลักษณ์	เวลาเร็วสุด (a)	เวลาเสร็จปกติ (m)	เวลาเสร็จช้า
A	3	4	11
B	1	2	3
C	2	3	4
D	3	4	11
E	2	3	4
F	2	3	4
G	1.3	3	4.3

4. กำหนดค่า a, m และ b ของงานย่อยแต่ละงาน

ภาพที่ 3-5 การกำหนดค่า a,m และb ของงานย่อย

```

Private Sub Cmd_Next_Click()
Dim Rst As ADODB.Recordset
Dim SQL As String
Dim Cnt As Integer

SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME= '" & Project_Name & "'"
Set Rst = Db(SQL)
Do Until Rst.EOF
    Cnt = Cnt + 1
    Rst("TIME_FIRST").Value = List_Project.ListItems(Cnt).SubItems(1)
    Rst("TIME_NORMAL").Value = List_Project.ListItems(Cnt).SubItems(2)
    Rst("TIME_LONG").Value = List_Project.ListItems(Cnt).SubItems(3)
    Rst.Update
    Rst.MoveNext
Loop
Frm_Process.Show
Unload Me

End Sub

```

ส่วนที่ทำการบันทึกข้อมูลของเวลาการทำงานแต่ละงาน โดยจะมีเวลาที่งานเสร็จเร็วที่สุด (a), เวลางานเสร็จปกติ (m), เวลางานเสร็จช้าที่สุด

5. ส่วนการประมวลผลโปรแกรมจะทำการคำนวณค่า E_t , V_t , ES, EF, TF, LF และ TS และแสดงค่าความน่าจะเป็น สายงานวิกฤติและเวลาวิกฤติของโครงการ

ประมวลผลโครงการ

เงื่อนไขการทำงานเสร็จ

คาดหวังงานเสร็จ: 18 ชั่วโมง

งานย่อย	ET	VT	ES	EF	TF	LF	TS
A	5	1.78	0	5	0	5	0
B	2	0.11	0	2	6	2	6
C	3	0.11	5	8	4	8	4
D	5	1.78	5	10	2	10	2
E	3	0.11	5	8	0	8	0
F	3	0.11	8	11	4	11	4
G	3	0.25	10	13	2	13	2
H	4	0.69	8	12	0	12	0
I	3	0.11	12	15	0	15	0
J	2	0.11	15	17	0	17	0

สรุปผลการทดสอบ

ความน่าจะเป็น: 72.57%

สายงานวิกฤติ: A->E->H->I->J

ภาพที่ 3-6 ตารางแสดงค่าความน่าจะเป็นของโครงการ

การเลือกจำนวนชั่วโมงคาดหวังงานเสร็จนั้น ควรเลือกจำนวนชั่วโมงที่คิดว่ามีโอกาสทำให้งานเสร็จได้ ไม่ควรเลือกค่าที่ต่างจากเวลาเดิมมากเพราะมีโอกาสที่ความน่าจะเป็นมีค่าต่ำมาก ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการสุ่มหาค่าที่เหมาะสม

```

Private Sub Cmd_Process_Click()
Dim ET_Total As Double
Dim VT_Total As Double
Dim Z_Cal As String
Dim Rst As ADODB.Recordset
Dim SQL As String
Dim Row As Integer
Dim Col As Integer
Dim Pos As Integer

Lb_Z.Caption = ""
Lb_C.Caption = ""
For i = 1 To List_Process.ListItems.Count
    If List_Process.ListItems(i).SubItems(7) = 0 Then
        ET_Total = ET_Total + List_Process.ListItems(i).SubItems(1)
        VT_Total = VT_Total + List_Process.ListItems(i).SubItems(2)
        If i = List_Process.ListItems.Count Then
            Lb_C.Caption = Lb_C.Caption & List_Process.ListItems(i)
        Else
            Lb_C.Caption = Lb_C.Caption & List_Process.ListItems(i) & " -> "
        End If
    End If
Next
Z_Cal = Format((Val(Corn_Work.Text) - ET_Total) / Sqr(VT_Total), "0.00")
Pos = Instr(1, Z_Cal, ".")
Row = Mid(Z_Cal, Pos + 1, 1)
If (Pos + 2) < Len(Z_Cal) Then
    Col = Mid(Z_Cal, Pos + 2, 1)
Else
    Col = 0
End If
SQL = "SELECT * FROM TABLE_Z"
Set Rst = Db(SQL)
Rst.GetRows Row, 1, "COL_" & Col
Lb_Z.Caption = (Rst(Col) * 100) & "%"

End Sub

```

สูตรหาความน่าจะเป็น

จากรูป เป็นการหาความน่าจะเป็น

$$Z = (T_d - \bar{T}) / \sqrt{S^2}$$

```

Sub ET()
Dim Rst_Project As ADODB.Recordset
Dim Rst_Process As ADODB.Recordset
Dim SQL As String

SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME = " & UCase(Project_Name) & ""
Set Rst_Project = Db(SQL)

Do Until Rst_Project.EOF
    SQL = "SELECT * FROM PROCESS WHERE PRO_NAME = " & UCase(Project_Name) & "" AND SAMBOL = " & Rst_Project("SAMBOL").Value & ""
    Set Rst_Process = Db(SQL)
    If Rst_Process.EOF Then
        Rst_Process.AddNew
    End If
    Rst_Process("PRO_NAME").Value = Project_Name
    Rst_Process("SAMBOL").Value = Rst_Project("SAMBOL").Value
    Rst_Process("ET").Value = (Rst_Project("TIME_FIRST").Value + 4 * Rst_Project("TIME_NORMAL").Value + Rst_Project("TIME_LONG").Value) / 6
    Rst_Process.Update
    Set Rst_Process = Nothing

    Rst_Project.MoveNext
Loop
End Sub

```

หาค่า E_t เวลาเฉลี่ย

```

Sub VT()
Dim Rst_Project As ADODB.Recordset
Dim Rst_Process As ADODB.Recordset
Dim SQL As String

SQL = "SELECT * FROM PROJECT WHERE PRO_NAME = " & UCase(Project_Name) & ""
Set Rst_Project = Db(SQL)

Do Until Rst_Project.EOF
    SQL = "SELECT * FROM PROCESS WHERE PRO_NAME = " & UCase(Project_Name) & "" AND SAMBOL = " & Rst_Project("SAMBOL").Value & ""
    Set Rst_Process = Db(SQL)
    If Rst_Process.EOF Then
        Rst_Process.AddNew
    End If
    Rst_Process("VT").Value = (Rst_Project("TIME_LONG").Value - Rst_Project("TIME_FIRST").Value) / 6 ^ 2
    Rst_Process.Update
    Set Rst_Process = Nothing

    Rst_Project.MoveNext
Loop
End Sub

```

หาค่า V_t ค่าความแปรปรวนของเวลา

```

Function ES_Root(Total As Integer, Sambol As String, Rel_Pre As String) As Double
'Max Es
Dim Rst_Process_Pre As ADORecordset
Dim Esi As Double
Dim Sam() As String
Dim Compare As Double
Dim Find_Comma As Integer
Dim Pos As Integer
Dim Cnt As Integer
Dim SQL As String

    ReDim Sam(Total)
    Pos = 1
    For i = 1 To Len(Rel_Pre)
        Find_Comma = InStr(i, Rel_Pre, ",")
        If Find_Comma > 0 Then
            Cnt = Cnt + 1
            Sam(Cnt) = Mid(Rel_Pre, Pos, 1)
            Pos = Pos + Find_Comma
            i = Find_Comma
        Else
            Cnt = Cnt + 1
            Sam(Cnt) = Mid(Rel_Pre, i, 1)
            Exit For
        End If
    Next

    For i = 1 To Total
        SQL = "SELECT * FROM PROCESS " & _
            "WHERE PRO_NAME = '" & UCase(Project_Name) & "' AND SAMBOL = '" & Sam(i) & "'"
        Set Rst_Process_Pre = Db(SQL)
        If Esi < (Rst_Process_Pre("ES").Value + Rst_Process_Pre("ET").Value) Then
            Esi = Rst_Process_Pre("ES").Value + Rst_Process_Pre("ET").Value
        End If
    Next
    ES_Root = Esi
End Function

```

หาค่า ES ค่าเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของแต่ละกิจกรรม

สรุปแผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

ปัญหา : เครื่องผลิตกระดาษในโรงงานตัวอย่างต้องเสียเวลาในการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุง
เป็นเวลา 24 ชม./เดือน (288ชม./ปี)

วัตถุประสงค์ : ลดเวลาการหยุดเครื่องให้น้อยกว่า 24 ชม./เดือน เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตกระดาษ

ศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานในการซ่อมบำรุง

เมื่อมีการจัดทำแผนซ่อมบำรุง รวบรวมข้อมูลงานที่ต้องทำและเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง

นำข้อมูลงานที่ต้องทำทั้งหมดป้อนในโปรแกรม Visual Basic 6

กำหนดเวลาที่ต้องการให้แผนงานนี้สำเร็จ

โปรแกรมทำการประมวลผล

ความน่าจะเป็นที่จะสามารถทำงานได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด งานวิกฤติและสายงานวิกฤติ

ทดลองให้พนักงานทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผล โดยเน้นให้
ทำงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติให้เสร็จตามกำหนดเวลา

บันทึกเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงตามแผนงาน

จากการทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6 ความน่าจะเป็นที่โปรแกรมประมวลผลออกมาจะเป็นตัวบ่งชี้ว่า โครงการหรือแผนการดำเนินงานนั้นจะมีโอกาสทำได้เสร็จในระยะเวลาที่กำหนดมากน้อยเพียงใด (เปอร์เซ็นต์สูง = มีโอกาสมาก) ค่างานวิกฤติและสายงานวิกฤติของโครงการ ทำให้รู้ว่างานใดบ้างที่เป็นตัวกำหนดระยะเวลาของโครงการ เมื่อได้ผลจากโปรแกรมแล้วจึงให้พนักงานในแต่ละแผนก ทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผล โดยให้ทำงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติให้เสร็จตามกำหนดเวลา แล้วทำการบันทึกผลการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนงานเดิม

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการดำเนินการศึกษา เมื่อนำโปรแกรม Visual Basic 6 โดยใช้เทคนิค PERT มาช่วยในการย่นระยะเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลจากการศึกษาการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงาน

เมื่อมีรายการของชิ้นส่วนที่เสียหรือเสื่อมอายุการใช้งาน ทางฝ่ายซ่อมบำรุงจะมีการทำแผนการหยุดเครื่อง (Plan Shut Down) ขึ้น เพื่อแจกแจงรายละเอียดว่าการหยุดเครื่องในแต่ละครั้งต้องมีการทำงานในส่วนใดบ้าง (ตัวอย่างตาราง 3-2 แสดงตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง) และใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดเป็นเวลาเท่าใด โดยให้พนักงานในแต่ละแผนกที่รับผิดชอบทำงานตามแผนงานที่กำหนด ซึ่งในบางครั้งมีความล่าช้าเกิดขึ้น เนื่องจากงานที่ต้องทำในแต่ละครั้งนั้นมีเป็นจำนวนมาก (30-60 งาน) และต้องใช้พนักงานในหลายแผนก โดยพนักงานแต่ละคนจะมีความชำนาญในการทำงานและความกระตือรือร้นที่ต่างกัน โดยเฉพาะงานที่ต้องทำต่อเนื่องกันเมื่องานหนึ่งล่าช้าทำให้งานส่วนอื่นล่าช้าตามไปด้วย แต่โดยรวมแล้วจะทำงานได้เสร็จตามเวลาที่กำหนดตามแผนงานนั้น เนื่องจากถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นพนักงานจะถูกตักเตือนและมีผลต่อเนื่องในการพิจารณาคุณสมบัติในการทำงาน

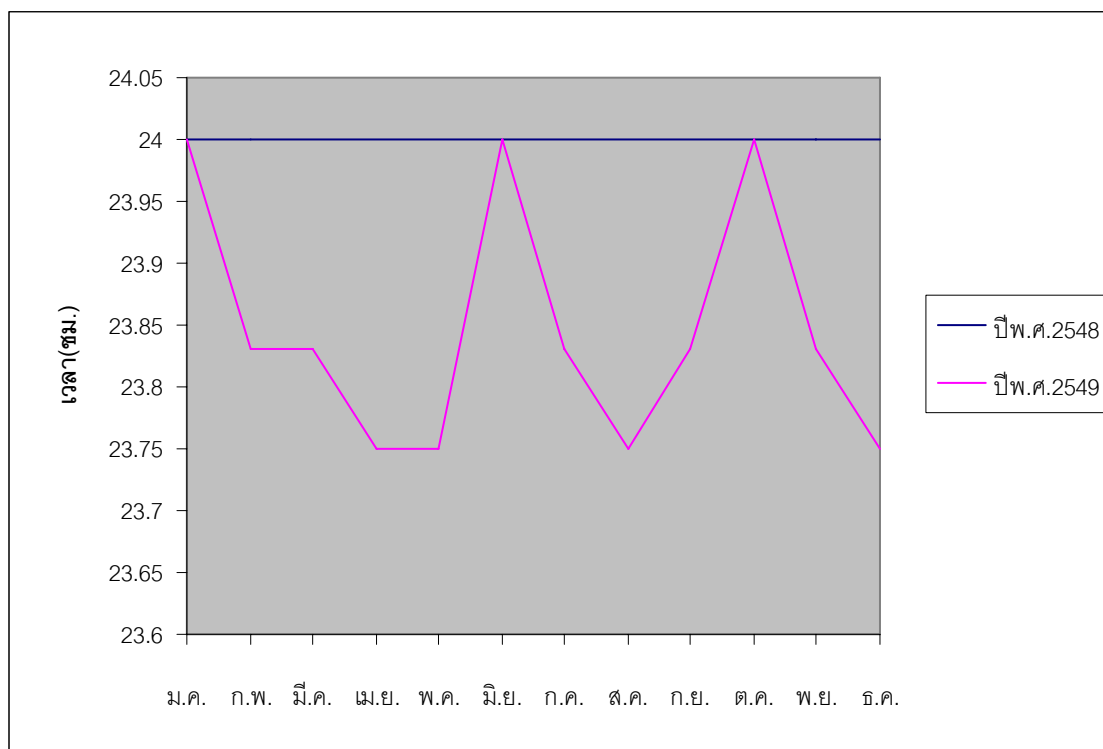
4.2 ผลจากการใช้โปรแกรม Visual Basic 6 โดยใช้เทคนิค PERT

ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

จากการทดลองให้พนักงานที่ต้องซ่อมบำรุงเครื่องจักร ทำงานตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Visual Basic 6 ความน่าจะเป็นที่ได้จะเป็นตัวกำหนดว่าแผนงานที่ป้อนข้อมูลลงไปนั้น มีโอกาสทำได้สำเร็จมากน้อยเพียงใด (ถ้ามากกว่า 60% ถือว่ามีความน่าจะเป็นสูง แสดงว่าแผนงานนี้มีโอกาสทำได้เสร็จในเวลาที่กำหนด) โดยให้เน้นให้ทำงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติให้เสร็จตามกำหนด ไม่ให้ล่าช้าออกไป เพราะงานเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดเวลาทั้งหมดของการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้ง โดยในเดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2549 พนักงานใช้เวลาในการซ่อมบำรุงดังนี้ (โดยปกติตามแผนงานการซ่อมบำรุงเดิมของโรงงานจะใช้เวลาในการซ่อมบำรุงเดือนละ 24 ชั่วโมง หรือปีละ 288 ชั่วโมง) ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ
แผนงานเดิม

เดือน	เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลิตกระดาษ (ชม.นาที)	เวลาที่ลดลง (นาที)
มกราคม	24.00	0
กุมภาพันธ์	23.50	10
มีนาคม	23.50	10
เมษายน	23.45	15
พฤษภาคม	23.45	15
มิถุนายน	24.00	0
กรกฎาคม	23.50	10
สิงหาคม	23.45	15
กันยายน	23.50	10
ตุลาคม	24.00	0
พฤศจิกายน	23.50	10
ธันวาคม	23.45	15
รวมเวลาทั้งหมด	286.10	110 นาที หรือ 1 ชม. 50 นาที



ภาพที่ 4-1 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ
ในปี พ.ศ. 2548 และ ปี พ.ศ. 2549

จากค่าเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษที่สามารถลดได้นั้น จึงทำให้สามารถเดินเครื่องผลิตกระดาษได้เพิ่มขึ้น 1 ชม. 50 นาทีต่อปี ซึ่งเครื่องผลิตกระดาษนี้มีอัตราการผลิตได้ 30 ตันต่อชม. และกระดาษ 1 ตันนั้นมีมูลค่า 30,000 บาท ดังนั้นจึงสามารถนำเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องที่ลดลงมาคิดเป็นมูลค่ากระดาษที่ผลิตเพิ่มขึ้นได้ดังนี้

ลดเวลาการซ่อมบำรุงได้ 1 ชม. 50 นาที คิดเป็นอัตราการผลิตกระดาษได้ 55 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่ากระดาษ $55 \times 30,000 = 1,650,000$ บาท/ปี

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลิตรกระดาษ หลังจากที่ได้นำโปรแกรม Visual Basic 6 ที่เขียนขึ้นโดยใช้เทคนิค PERT มาช่วยเพื่อลดระยะเวลาในการการซ่อมบำรุงเครื่องนั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลที่ได้จากการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่าในกระบวนการของการผลิตรกระดาษนั้น เครื่องจักรจะมีความทำงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถผลิตรกระดาษได้ตามความต้องการของลูกค้า แต่เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนั้นก็ต้องมีการหยุดเครื่อง เพื่อทำการซ่อมบำรุง เนื่องจากชิ้นส่วนของเครื่องจักรมีการสึกหรอ หรือเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งาน โดยในโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษานั้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตรกระดาษจะต้องมีการหยุดเครื่องเป็นประจำเดือนละ 24 ชั่วโมง (288 ชั่วโมง/ปี) ซึ่งเป็นแผนงานที่โรงงานกำหนด (Plan Shut Down) โดยเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่างนั้นมีการผลิตถึง 30 ตัน/ชั่วโมงทำให้เสียกำลังในการผลิตไปเดือนละ 720 ตัน ซึ่งทำให้โรงงานเกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่าถึง 21,600,000 บาท คิดเป็นมูลค่าถึง 21,600,000 บาท เพื่อเป็นการลดความเสียหายนี้ งานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะลดเวลาในการซ่อมบำรุงลงเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำการผลิตได้เพิ่มมากขึ้น โดยได้ทำการทดลองนำเทคนิค PERT ที่ประยุกต์โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6 มาใช้เพื่อช่วยลดเวลาการซ่อมบำรุงให้น้อยลง โดยทำตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นและลักษณะการทำงานในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยการสอบถามพนักงานที่ต้องทำงานเป็นประจำ
2. เมื่อมีการทำแผนการซ่อมบำรุง รวบรวมข้อมูลงานที่ต้องทำ และเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงตามแผนงานนั้น
3. นำข้อมูลในแผนงานนั้นป้อนลงในโปรแกรม Visual Basic 6 ซึ่งใช้เทคนิค PERT
4. กำหนดเวลาที่คาดหวังให้แผนงานนี้สำเร็จ
5. เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณผลออกมา จะได้เป็นค่าความน่าจะเป็นที่แผนงานนั้นจะสามารถทำได้สำเร็จตามเวลาที่คาดหวังไว้ งานวิกฤติ และสายงานวิกฤติ
6. ถ้าความน่าจะเป็นที่ประมวลผลออกมามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 60% จะถือว่าแผนงานนี้มีความเป็นไปได้สูงแสดงว่าแผนงานนี้สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 60% แสดงว่าค่าเวลาที่คาดหวังที่กำหนดนั้นไม่เหมาะสมกับแผนงาน

7. ทดลองให้พนักงานทำงานตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผล โดยให้เน้นงานที่เป็นงานวิกฤติให้เสร็จตามกำหนดเวลา

8. บันทึกเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงจริงเทียบกับแผนงานซ่อมบำรุงเดิม

9. ทำตามขั้นตอนข้างต้นในทุกๆ แผนงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้น ในระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2549

เมื่อทำตามแผนการดำเนินการข้างต้นแล้ว พบว่าผลจากการให้พนักงานดำเนินการทำงานตามแผนงานที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมโดยการกำหนดเวลาที่คาดหวังให้งานสำเร็จและทำงานตามแผนงานที่มีความเป็นไปได้สูง ในระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2549 พนักงานใช้เวลาในการซ่อมบำรุงไปทั้งหมด 286.10 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับแผนงานเดิมคือ 288 ชั่วโมง ทำให้สามารถลดเวลาการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุงโดยรวมได้ 1 ชม. 50 นาทีต่อปี หรือลดได้เฉลี่ย 9.16 นาทีต่อเดือน หรือ 0.64% โดยในบางเดือนนั้นเห็นว่าไม่สามารถลดเวลาลงได้ (ตารางที่ 4-1) เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นเพียงการทดลองหาแนวทางซึ่งต้องใช้ความร่วมมือจากพนักงาน ทำให้ในบางครั้งไม่สามารถทำได้ตามแผนที่วางไว้ เพราะพนักงานแต่ละคนจะมีความชำนาญในการทำงานที่แตกต่างกัน โดยเวลาในการซ่อมบำรุงที่สามารถลดลงได้นั้นดูแล้วอาจจะเป็นจำนวนที่น้อย แต่ในการทำงานในโรงงานนั้นเวลาเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก เพราะการมีเวลาเดินเครื่องจักรมากขึ้นหมายถึงได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น และเมื่อเทียบกับกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่มีถึง 30 ตันต่อชั่วโมงแล้ว การได้เวลาในการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 1 ชม. 50 นาทีทำให้สามารถได้ผลผลิตกระดาษที่เพิ่มมากขึ้น 55 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 1,650,000 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การใช้เทคนิค PERT ในการบริหารโครงการ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากตัวอย่างที่ศึกษานั้นเป็นการใช้โปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องผลิตกระดาษ ซึ่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้สามารถที่จะนำไปใช้ในโครงการอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้ เพียงแต่ต้องปรับลักษณะการใช้งานให้มีความเหมาะสม

5.2.2 ผู้ที่ใช้เทคนิคนี้ ควรเข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆ ตลอดจนลักษณะของงานในโครงการ และควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลที่ได้นั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับการวิเคราะห์

5.2.3 ในกรณีที่โครงการนั้นมีการใช้พนักงานจากหลายแผนกมาทำงานร่วมกัน ควรมีปรึกษาหรือประชุมแผนงานก่อนที่จะมีการเริ่มทำงาน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจถึงภาพรวมของงาน ถึงแม้จะไม่ใช่ว่าในส่วนที่รับผิดชอบ เพื่อให้โครงการนั้นมีการดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

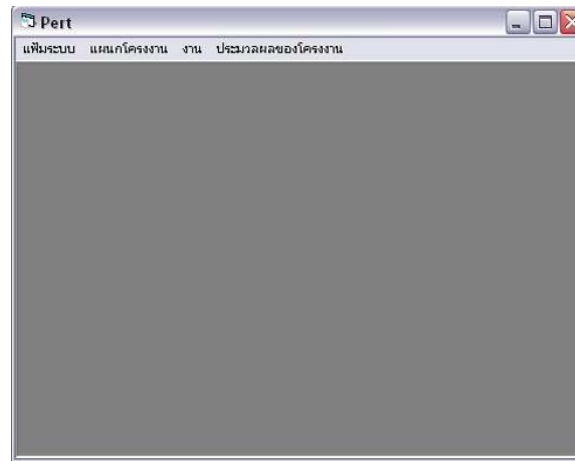
เอกสารอ้างอิง

1. สมาคมอุตสาหกรรมและเยื่อกระดาษไทย. **OUTLOOK FOR PAPER INDUSTRY DURING 1997-2001**. กรุงเทพมหานคร : สมาคมอุตสาหกรรมและเยื่อกระดาษไทย, 2540.
2. Mitsubishi Heavy Industries Ltd. **Operation Manual Paper Machine**. Japan: Mitsubishi Heavy Industries Ltd, 1995.
3. พิภพ เล้าประจง. **เทคนิคการบริหารโครงการโดย CPM และ PERT**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2536.
4. มานพ วรากัทดี. **การบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
5. J. J. Moder and E. G. Rodgers. "Judgment Estimates of the Moment of PERT Type." **Distribution Management Science**. 15(2), (1968).
6. Estraza. D. E. **Production Planning for a Garment Plant**. Pathumthani : Asian Institute of Technology, 1988.
7. มนตรี อมรวิเศษฐ์. **การประยุกต์โปรแกรมพลวัตต่อ PERT สำหรับควบคุมโครงการต่อเรือ**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
8. วิศิษฐ์ รุ่งโรจน์. **การศึกษาการใช้ PERT/COST ในการวางแผน ตรวจสอบ และควบคุมโครงการ**. สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 2540.
9. ลือชัย สายพรหม. **การศึกษาแนวทางการเพิ่มผลผลิตโดยวิธีการลดซ้ำโม่ง Breakdown ของเครื่องจักร กรณีศึกษา บริษัท ไทยเรดิเอเตอร์แมนูแฟคเจอร์ จำกัด**. สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 2540.

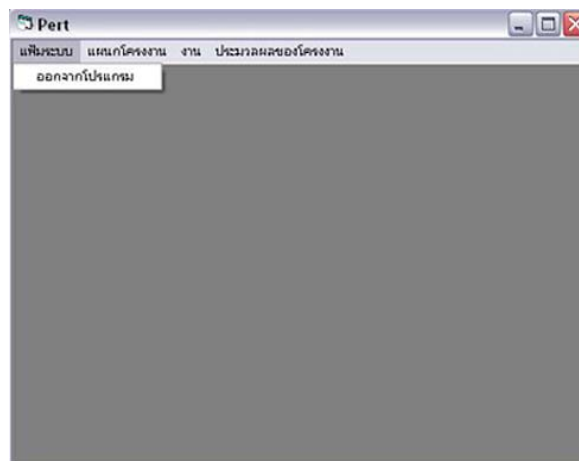
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Visual Basic 6

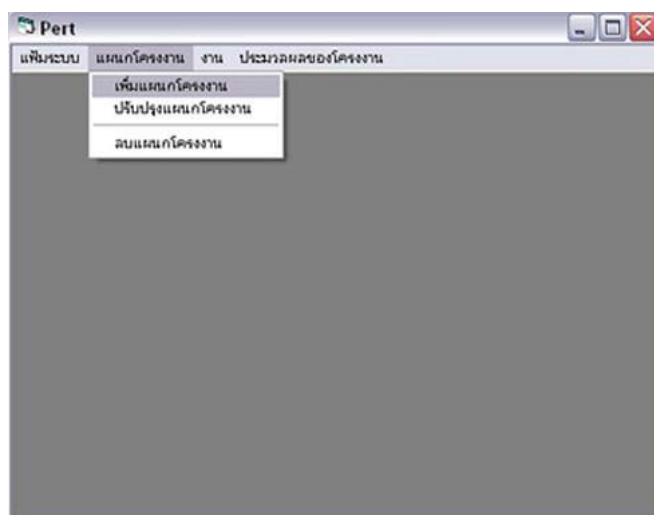
1. เมื่อคลิกไปที่โปรแกรม PERT จะปรากฏหน้าต่างดังรูป



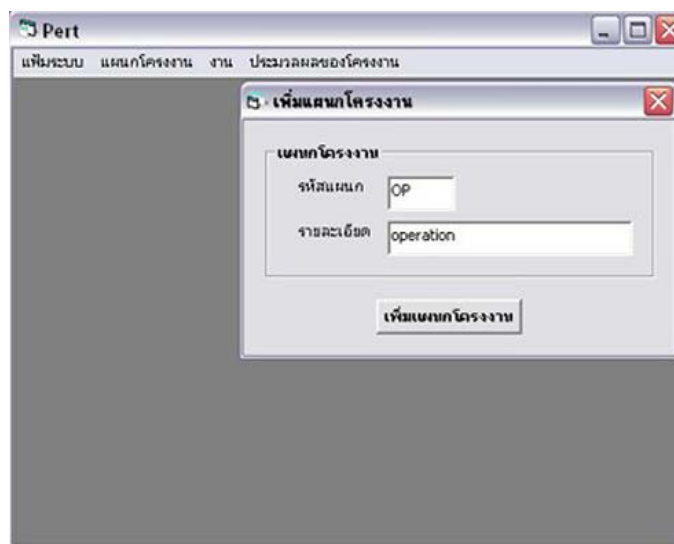
2. คลิกที่ “แฟ้มระบบ” จะเป็นการออกจากการทำงานของโปรแกรม



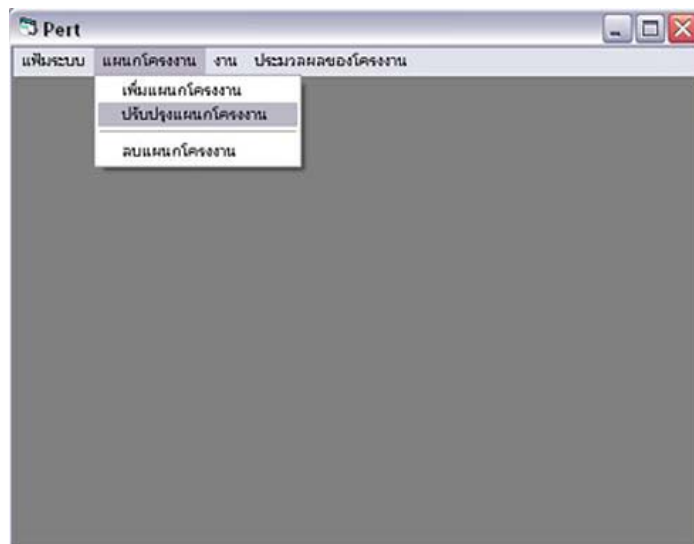
3. ต้องการเพิ่มแผนกโครงการ คลิกที่ “แผนกโครงการ” แล้วเลือกเพิ่มแผนกโครงการ



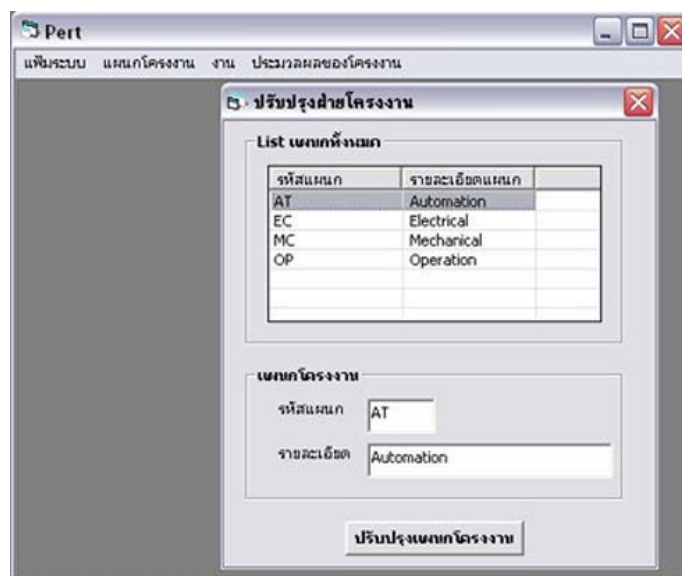
4. เมื่อคลิกที่เพิ่มแผนกโครงการแล้ว จะได้หน้าจอตั้งรูป ให้ใส่ รหัสแผนก และชื่อแผนก แล้วจึงทำการเพิ่มแผนกโครงการ



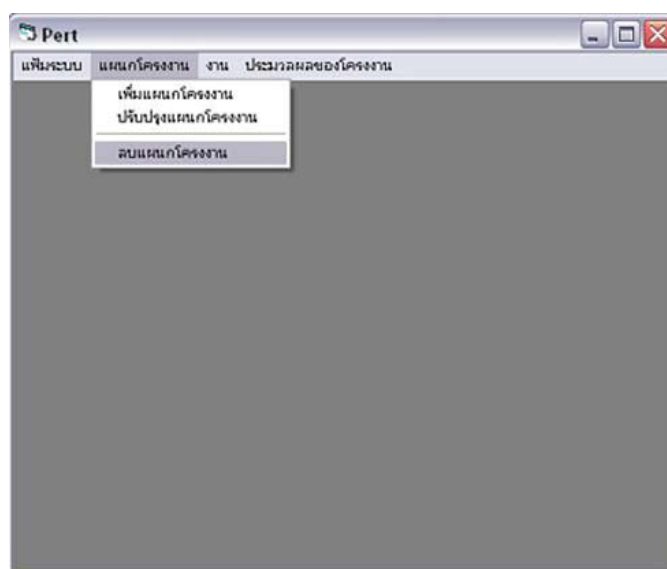
5. เมื่อต้องการปรับปรุงรายละเอียดของแผนกโครงการที่มีอยู่แล้ว ให้เลือกที่ “แผนกโครงการ” แล้วคลิกที่ “ปรับปรุงโครงการ”



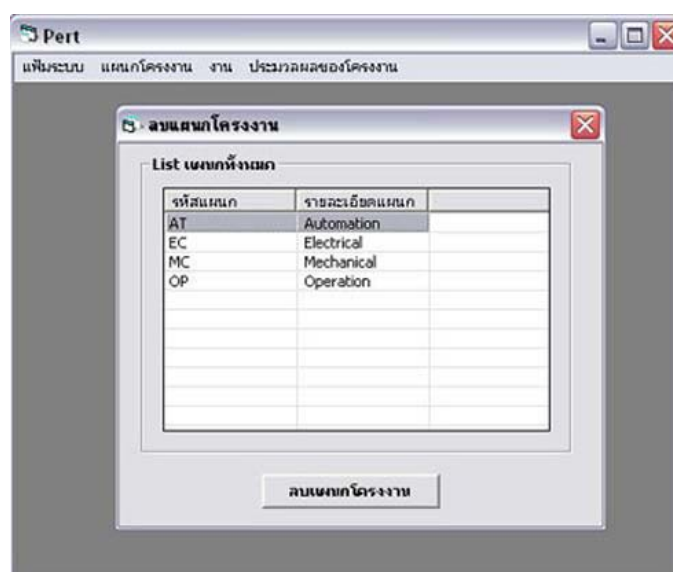
6. เมื่อคลิกที่ปรับปรุงโครงการแล้ว จะได้หน้าจอตั้งรูป ให้ใส่ เลือกแผนกที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงทำการกดที่ “ปรับปรุงโครงการ”



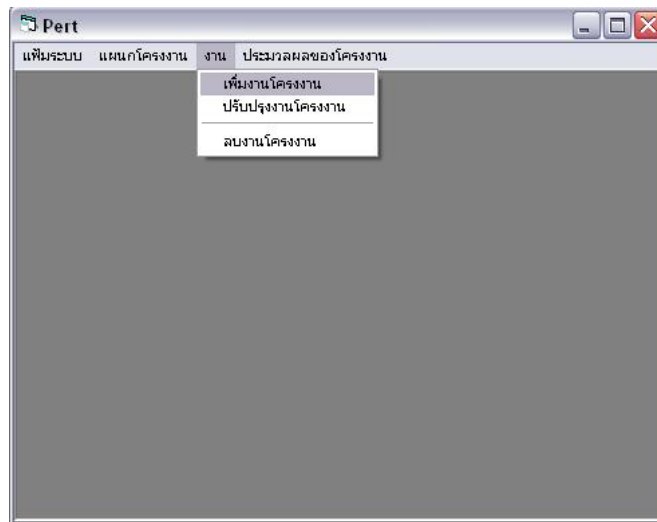
7. เมื่อต้องการลบแผนกโครงการ ให้เลือกที่ “แผนกโครงการ” แล้วคลิกที่ “ลบแผนกโครงการ”



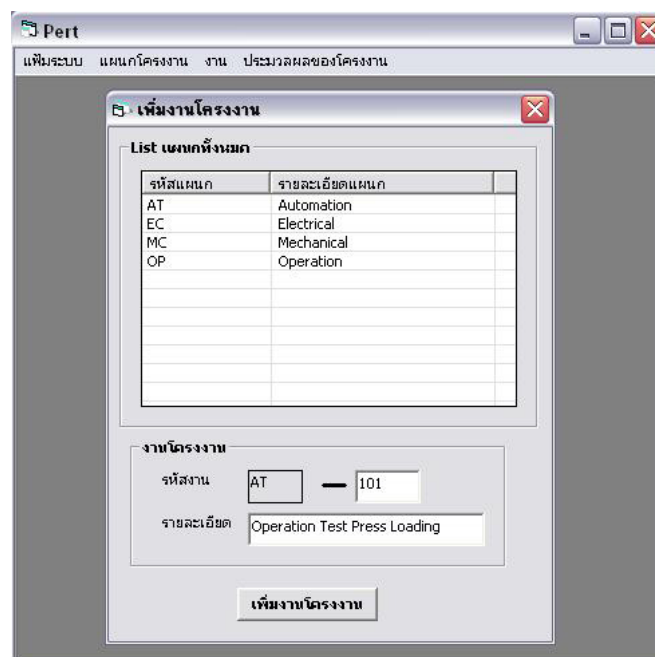
8. จะได้หน้าจอตั้งรูป เลือกแผนกที่ต้องการลบ จากนั้นจึงคลิกที่ “ลบโครงการ”



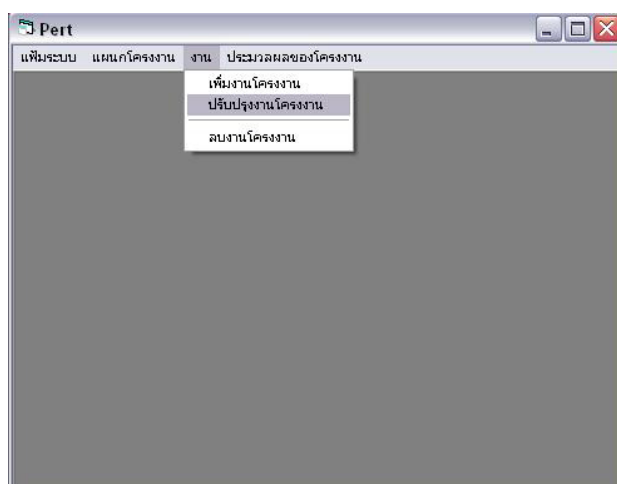
9. เมื่อต้องการเพิ่มงานในโครงการ คลิกที่ “งาน” แล้วเลือก “เพิ่มงานโครงการ”



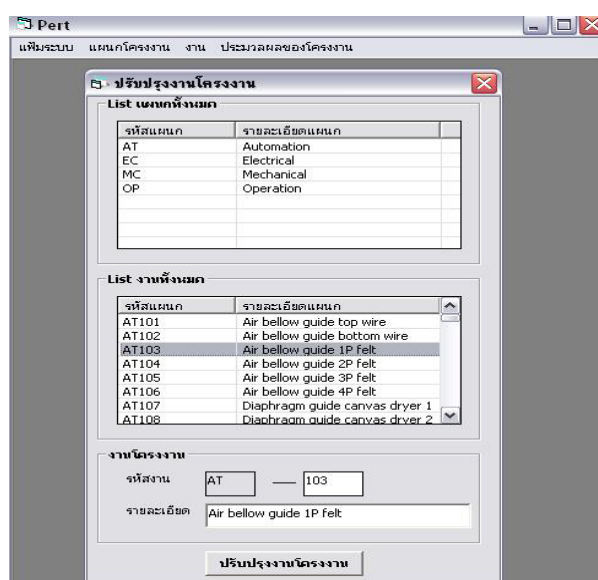
10. เมื่อคลิกที่เพิ่มงานโครงการแล้ว จะได้หน้าจอตั้งรูปแบบ ให้เลือกแผนกที่ต้องการเพิ่มงาน โดยการใส่รหัสของงาน (เป็นตัวเลข) และรายละเอียดของงาน แล้วจึงทำการเพิ่มงานโครงการ



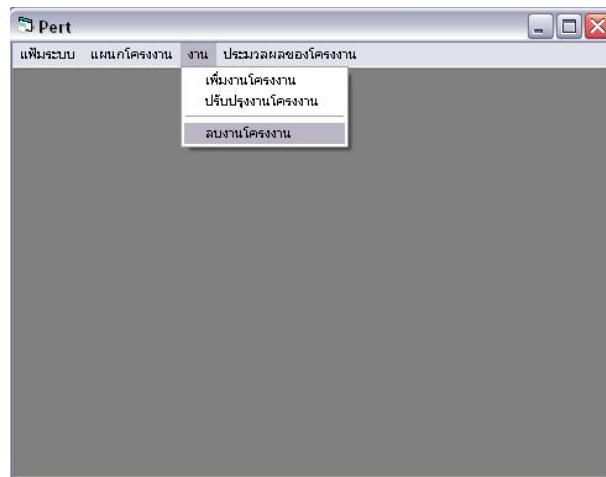
11. เมื่อต้องการปรับปรุงงานในโครงการ คลิกที่ “งาน” แล้วเลือก “ปรับปรุงงานโครงการ”



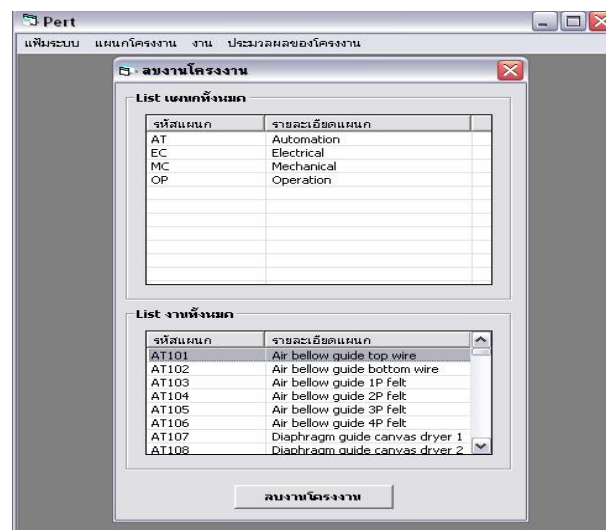
12. ได้หน้าจอดังรูป เลือกแผนกและงานที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขแล้ว คลิกที่ “ปรับปรุงงานโครงการ”



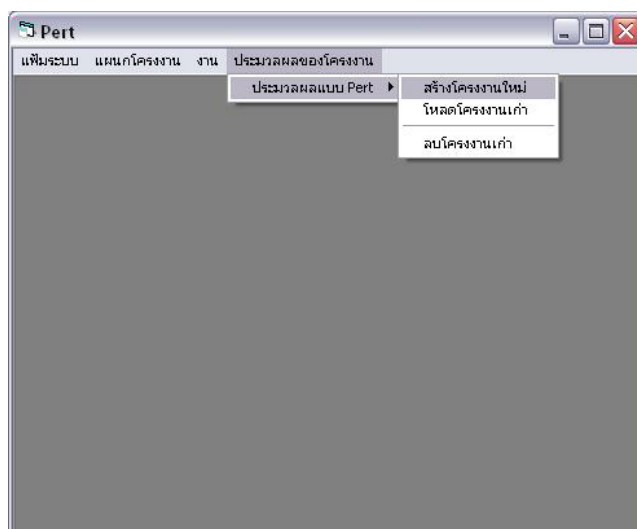
13. เมื่อต้องการลบงาน คลิกที่ “งาน” แล้วเลือก “ลบแผนกโครงการ”



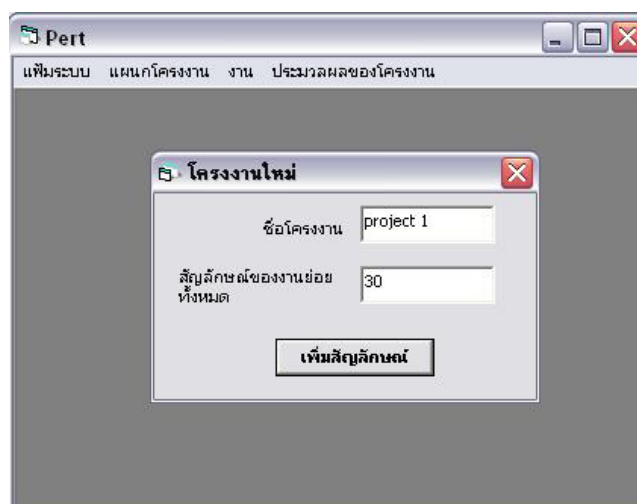
14. จะได้นำจอตังรูป เลือกแผนกและงานที่ต้องการลบทิ้ง จากนั้นคลิกที่ “ลบงานโครงการ”



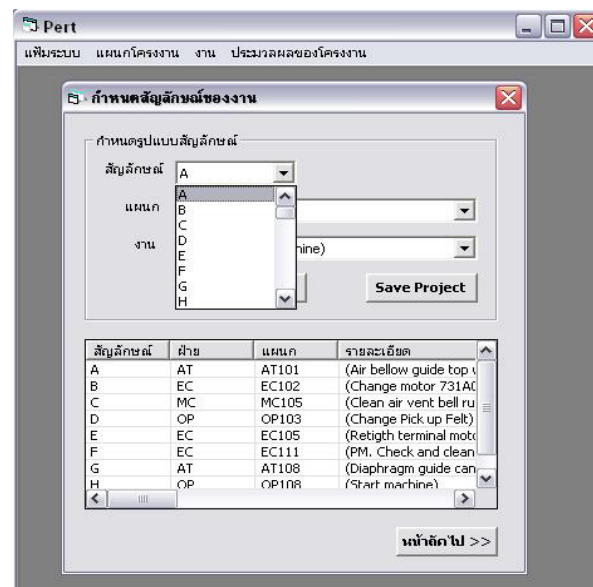
15. เมื่อต้องการใช้งานโปรแกรม PERT ให้เลือกที่ “ประมวลผลแบบ PERT” แล้วคลิกที่ “สร้างโครงการใหม่”



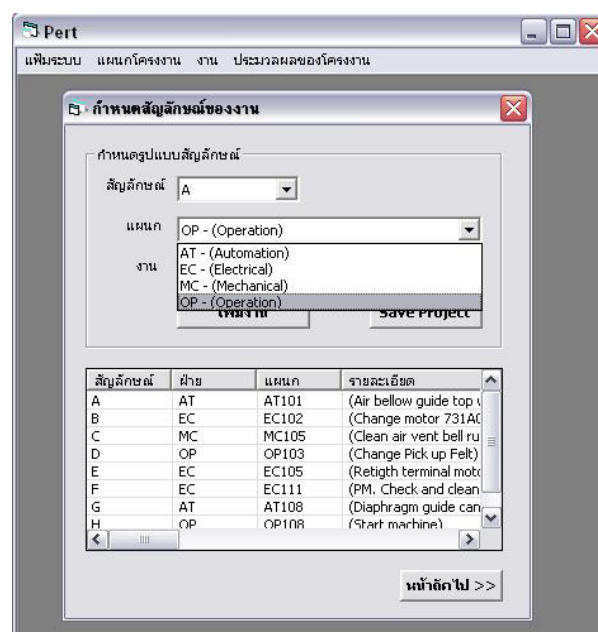
16. จะได้หน้าจอตั้งรูป ใส่ชื่อโครงการ และจำนวนงานย่อยทั้งหมดของโครงการ แล้วคลิกที่ “เพิ่มสัญลักษณ์”



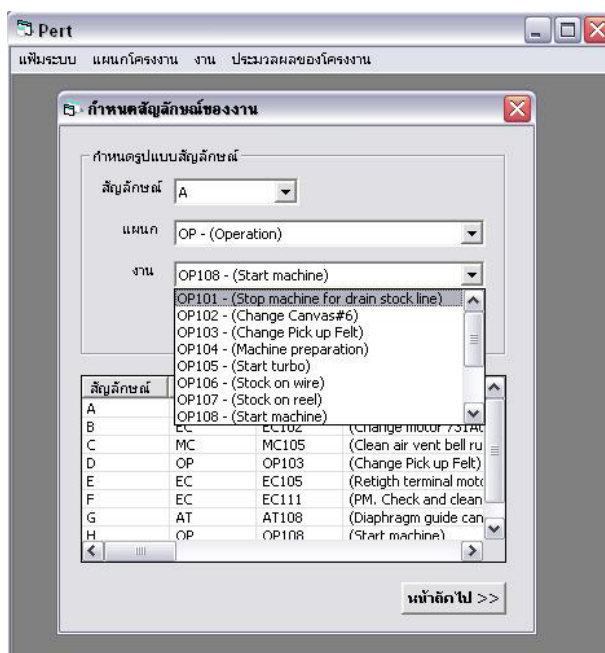
17. หน้าจอถัดมาเป็นการเลือกสัญลักษณ์ A,B,C,...



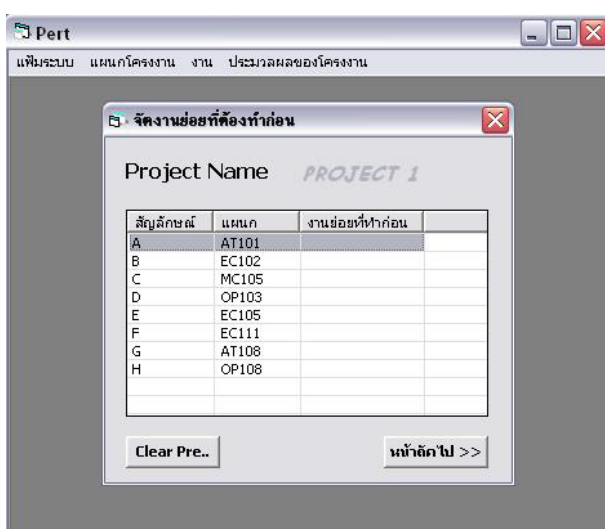
18. เลือกแผนกที่ต้องการ



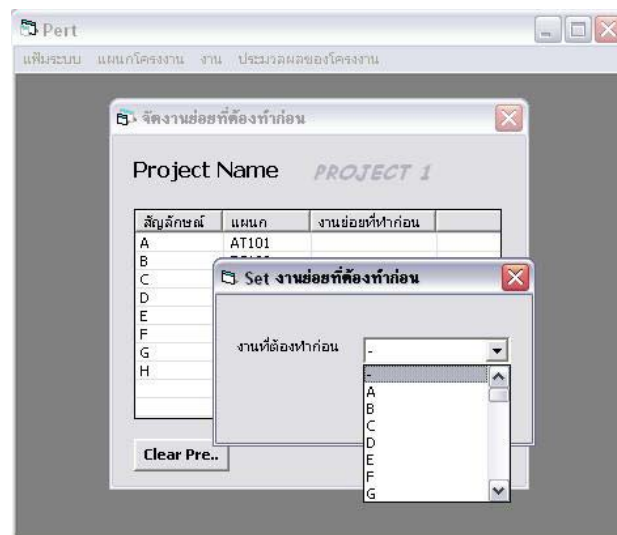
19. เลือกงาน เพื่อแทนด้วยสัญลักษณ์ A,B,C,... เมื่อกำหนดงานที่มีทั้งหมดแล้ว ให้คลิกที่ “หน้าถัดไป”



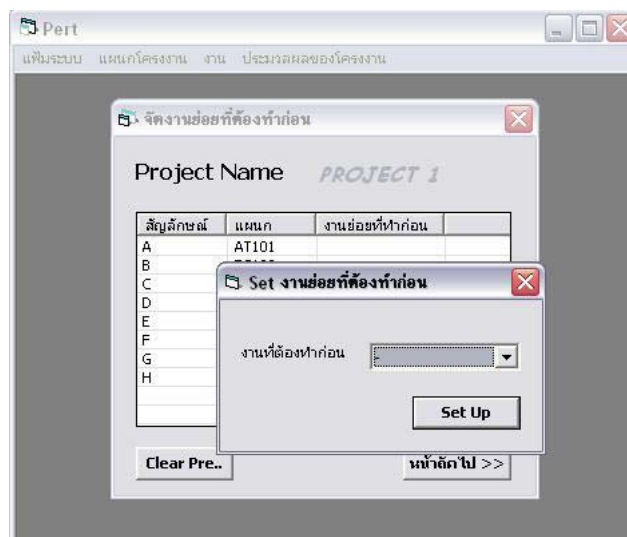
20. เมื่อกำหนดสัญลักษณ์ของงานแต่ละงานได้แล้วจะได้หน้าจอดังนี้



21. ทำการจัดเรียงลำดับของงานแต่ละงาน โดยคลิกที่สัญลักษณ์ (A) แล้วเลือกงานที่ต้องทำก่อนหน้า



22. เมื่อเลือกงานที่ต้องทำก่อนได้แล้ว คลิกที่ “Set Up”



23. หน้าจอจะแสดงผลดังรูป

PERT

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

จัดงานย่อยที่ต้องทำก่อน

Project Name *PROJECT 1*

สัญลักษณ์	แผนก	งานย่อยที่ทำก่อน
A	AT101	-
B	EC102	
C	MC105	
D	OP103	
E	EC105	
F	EC111	
G	AT108	
H	OP108	

Clear Pre.. หน้าถัดไป >>

24. ทำการกำหนดลำดับของงานย่อยทั้งหมด แล้วคลิกที่ “หน้าถัดไป”

PERT

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

จัดงานย่อยที่ต้องทำก่อน

Project Name *PROJECT 1*

สัญลักษณ์	แผนก	งานย่อยที่ทำก่อน
A	MC101	-
B	MC102	-
C	MC103	A
D	MC104	A
E	MC105	A
F	MC106	C
G	MC107	D
H	MC108	B,E
I	MC109	H
J	MC110	F,G,I

Clear Pre.. หน้าถัดไป >>

25. หน้าจอถัดมาเป็นการกำหนดค่า a, m และ b ของงานย่อยแต่ละงาน

PERT

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

จัดเวลาการทำงานแต่ละงาน

Project Name **PROJECT 1**

สัญลักษณ์	เวลาเร็วสุด (a)	เวลาเสร็จปกติ (m)	เวลาช้า
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0

Clear Time หน้าถัดไป >>

26. คลิกที่งานแต่ละงาน(A) จากนั้นเลือกกำหนดเวลา a, m และ b ของงาน

PERT

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

จัดเวลาการทำงานแต่ละงาน

Project Name **PROJECT 1**

Set เวลาของงานแต่ละงาน

Activity	เวลาเร็วสุด (a)	เวลาเสร็จปกติ (m)	เวลาช้าที่สุด (b)
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0

Clear Time หน้าถัดไป >>

27. เมื่อกำหนดค่า a,m และ b ของงานทุกงานแล้วจะได้หน้าจอตั้งรูป จากนั้นคลิกที่ “หน้าถัดไป”

Pert

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

จัดเวลาการทำงานแต่ละงาน

Project Name PROJECT1

สัญลักษณ์	เวลาเร็วสุด (a)	เวลาเสร็จปกติ (m)	เวลาช้า
A	3	4	11
B	1	2	3
C	2	3	4
D	3	4	11
E	2	3	4
F	2	3	4
G	1.5	3	4.5

Clear Time

หน้าถัดไป >>

28. หน้าจอการแสดงผลการกคำนวณค่า E_t , V_t , ES, EF, LS, TF

Pert

เพิ่มระบบ แผนกโครงการ งาน ประมวลผลของโครงการ

ประมวลผลโครงการ

เงื่อนไขการทำงานเสร็จ

ค่าต่องานเสร็จ ชั่วโมง

ประมวลผล

งานย่อย	ET	VT	ES	EF	LS
A	5	1.78	0	5	5
B	2	0.11	0	2	2
C	3	0.11	5	8	3
D	5	1.78	5	10	5
E	3	0.11	5	8	3
F	3	0.11	8	11	3
G	3	0.25	10	13	3
H	4	0.69	8	12	4
I	3	0.11	12	15	3
J	2	0.11	15	17	2

สรุปผลการทดสอบ

ความน่าจะเป็น 0%

สายงานวิกฤติ -

เวลาวิกฤติ - ชั่วโมง

29. เลือกค่าเวลาที่ต้องการทำให้โครงการแล้วเสร็จ

ประมาณผลโครงการ

เงื่อนไขการทำงานเสร็จ
ค่าตหรงงานเสร็จ: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

งานย่อย	ET	VT	EF	LS
A	5	1.78	5	5
B	2	0.11	2	2
C	3	0.11	8	3
D	5	1.78	10	5
E	3	0.11	8	3
F	3	0.11	11	3
G	3	0.25	13	3
H	4	0.69	12	4
I	3	0.11	15	3
J	2	0.11	17	2

สรุปผลการทดสอบ
ความน่าจะเป็น: 0%
สายงานวิกฤติ: -
เวลาวิกฤติ: - ชั่วโมง

30. กำหนดค่าเวลาที่ต้องการทำให้โครงการแล้วเสร็จ แล้วคลิก “ประมาณผล”

ประมาณผลโครงการ

เงื่อนไขการทำงานเสร็จ
ค่าตหรงงานเสร็จ: 20

ประมาณผล

งานย่อย	ET	VT	ES	EF	LS
A	5	1.78	0	5	5
B	2	0.11	0	2	2
C	3	0.11	5	8	3
D	5	1.78	5	10	5
E	3	0.11	5	8	3
F	3	0.11	8	11	3
G	3	0.25	10	13	3
H	4	0.69	8	12	4
I	3	0.11	12	15	3
J	2	0.11	15	17	2

สรุปผลการทดสอบ
ความน่าจะเป็น: 0%
สายงานวิกฤติ: -
เวลาวิกฤติ: - ชั่วโมง

31. หน้าจอจะแสดงค่าความน่าจะเป็น ของโครงการที่จะแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนด, สายงานวิกฤติ และเวลาวิกฤติ

The screenshot shows the 'PERT' software window with the 'ประมวลผลโครงการ' (Project Processing) tab selected. The 'เงื่อนไขการทำงานเสร็จ' (Work Completion Conditions) section shows 'ค่าโครงการเสร็จ' (Project Completion Value) set to 20 and 'ชั่วโมง' (Hours) set to 20. Below this is a table of project activities (งาน) with columns for ET, VT, ES, EF, and LS.

งาน	ET	VT	ES	EF	LS
A	5	1.78	0	5	5
B	2	0.11	0	2	2
C	3	0.11	5	8	3
D	5	1.78	5	10	5
E	3	0.11	5	8	3
F	3	0.11	8	11	3
G	3	0.25	10	13	3
H	4	0.69	8	12	4
I	3	0.11	12	15	3
J	2	0.11	15	17	2

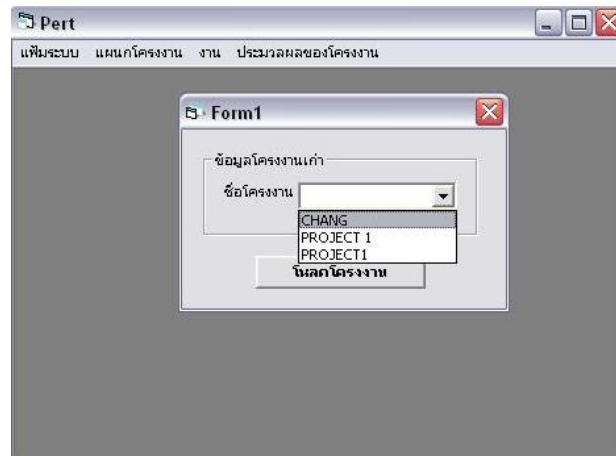
Below the table, the 'สรุปผลการทดสอบ' (Test Results Summary) section shows:

- ความน่าจะเป็น: 62.17%
- สายงานวิกฤติ: C -> D -> E -> F -> G -> H ->
- เวลาวิกฤติ: 26 ชั่วโมง

32. เมื่อต้องการโหลดโครงการเก่าให้เลือก “ประมวลผลแบบ PERT” แล้วคลิกที่ “โหลดโครงการเก่า”

The screenshot shows the 'PERT' software window with the 'ประมวลผลของโครงการ' (Project Processing) tab selected. The 'ประมวลผลแบบ PERT' (PERT Processing) menu is open, showing options: 'สร้างโครงการใหม่' (Create New Project), 'โหลดโครงการเก่า' (Load Old Project), and 'ลบโครงการเก่า' (Delete Old Project).

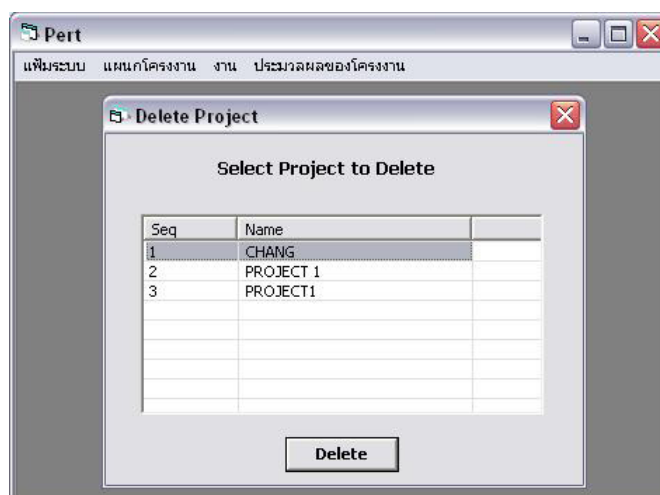
33. หน้าจอจะแสดงผลดังรูป ให้เลือกชื่อโครงการที่ต้องการโหลดข้อมูล แล้วคลิกที่ “โหลดโครงการ”



34. เมื่อต้องการลบโครงการที่มีอยู่เลือก “ประมวลผลแบบ PERT” แล้วคลิกที่ “ลบโครงการเก่า”



35. เลือกโครงการที่ต้องการลบ แล้วคลิก **Delete**



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวอุมพร บุญลีระวัฒน์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 8 มิถุนายน 2523 ที่อยู่ปัจจุบัน 111/425 ถนนลาดพร้าว วังหิน
แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สาขาวิชา
เคมีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2544