

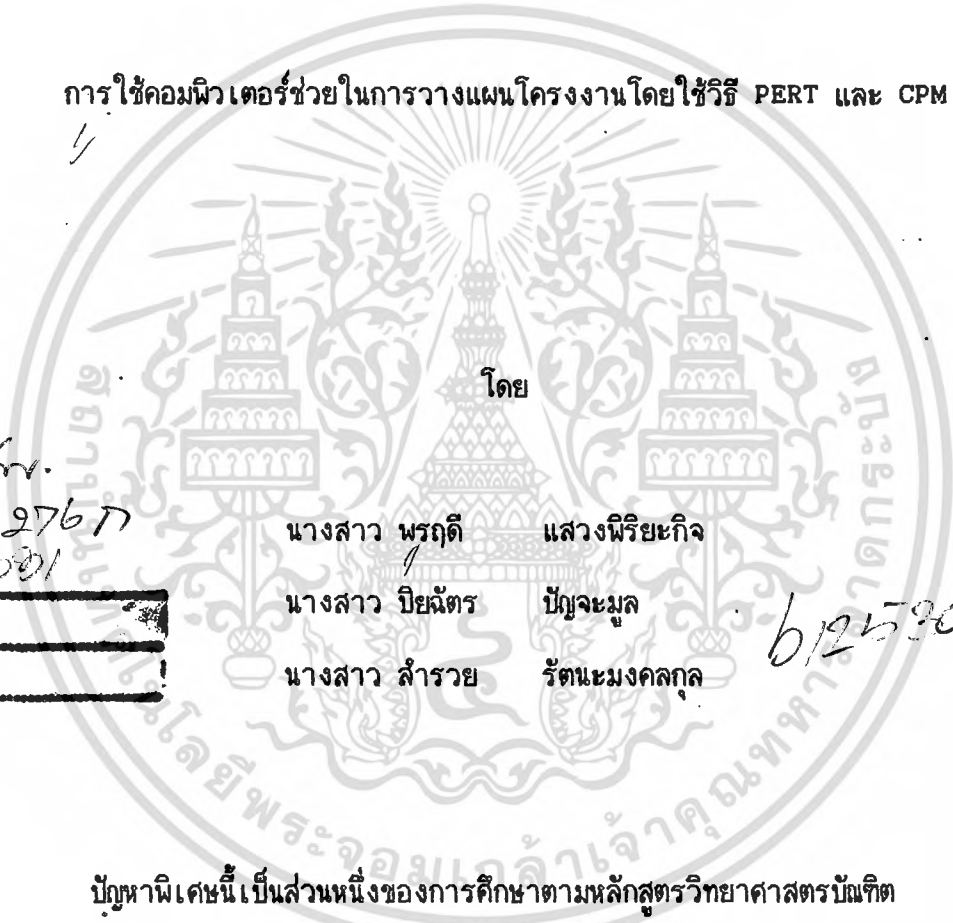
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



เรื่อง

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนโครงการโดยใช้วิธี PERT และ CPM

4



2/พ.ค.  
พ 276 ก  
2001

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วันเดือนปี.....

นางสาว พรฤดี แสงนิริยะกิจ  
นางสาว ปิยนันท์ ปัญจะมูล  
นางสาว ลำราย รัตน์มงคล

6/25302 20

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถิติประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2531 ✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

นางสาว นรฤดี แสงนิริยะกิจ	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
นางสาว ปิยฉัตร ปัญจะมูล	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
นางสาว สำรวย รัตน์ะมงคลกุล	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)

#### ภาควิชาสถิติประยุกต์

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนโครงการโดยใช้วิธีของ PERT และ CPM

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและสร้างโปรแกรมด้าน Project Management ที่ใช้เทคนิคของ PERT และ CPM ศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดการโครงการ เริ่มตั้งแต่การวางแผน การวิเคราะห์ รวมทั้งหาแนวทางแก้ปัญหาความต้องการของโครงการนั้น ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม PERT และ CPM และนอกจากนี้ยังได้สร้างโปรแกรม PERT และ CPM ขึ้นมาใช้เองเพื่อให้ตรงกับความต้องการและความเหมาะสมของหน่วยงาน โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง และเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไป การสร้างโปรแกรม PERT และ CPM ขึ้นมานี้มุ่งเพื่อที่จะสร้างโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน เน้นความชำนาญในการวางแผน โดยใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM ขนาด 16 bit หรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 bit ที่ compatible กับเครื่อง IBM ทุกรุ่น ซึ่งเป็นระบบที่มีราคาถูก ภาษาที่ใช้เป็นภาษา TURBO PASCAL version 5.0

จากโปรแกรม PERT และ CPM ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการวางแผนโครงการ โดยใช้พื้นฐานในการวิเคราะห์โครงข่ายเป็นเครื่องมือในการจัดการโครงการ ดังต่อไปนี้

- ประมาณระยะเวลาโครงการทั้งหมดโดยวิธี PERT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประมาณระยะเวลาโครงการทั้งหมดโดยวิธี CPM
- การเร่งโครงการ
- การควบคุมค่าใช้จ่ายในโครงการ

โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถยอมรับได้หลาย ๆ โครงการ จำนวนของงานหรือกิจกรรมที่สามารถยอมรับได้สูงสุดของโครงการนั้นมีขนาดไม่จำกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรุ่น รายงานที่ได้จากโปรแกรม จะแสดงกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในโครงการทั้งหมด และชื่อย่อของกิจกรรมนั้น ๆ แสดงเวลาที่ใช้ของงานในโครงการ แสดงการเร่งรัดโครงการ การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเร่งรัดโครงการ กราฟแสดงการควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ

ผลการสร้างโปรแกรม PERT และ CPM เพื่อช่วยในการวางแผนโครงการ ทำให้ทราบถึงวิธีการในการจัดการโครงการ และการรายงานความสำเร็จของโครงการ และผลกระทบต่อโครงการ เพื่อนำไปแก้ปัญหาในการจัดการโครงการให้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งหน่วยงานธุรกิจต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนโครงการและดำเนินงานให้ได้ผลตรงตามความต้องการ รวมทั้งยังเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้เองต่อไป

### กิติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์หลาย ท่าน  
ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ สมศรี บัณฑิตวิไล เป็นอย่างสูงที่กรุณาสละเวลาอันมี  
ค่าเพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนวทางในการดำเนินงาน และยังได้เอื้อเพื่อ  
อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ คุณชูชัย น้อยกร และ คุณสุพจน์ แสงพิริยะกิจ ที่ให้คำแนะนำ  
เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม และชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อพบข้อบกพร่อง  
สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ปัญหาพิเศษนี้จะไม่สามารถ  
สำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือร่วมมือจากทุก ๆ ท่านที่กล่าวมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ .....	ก
กิตติกรรมประกาศ .....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญตาราง .....	ง
สารบัญรูปภาพ .....	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....	2
แนวเหตุผลหรือทฤษฎีสมมติฐาน .....	2
ขอบเขตของปัญหา .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	
ความเป็นมาของ CPM และ PERT .....	5
การเขียนโครงข่าย .....	7
การกำหนดเวลาโครงการ .....	12
การกำหนดเวลางานโดยวิธีของ CPM .....	13
การกำหนดเวลางานโดยวิธีของ PERT .....	24
การเร่งโครงการ .....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ .....	42
<b>บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน</b>	
แนวทางของการวิจัย .....	51
ภาษาที่ใช้งาน .....	51
โปรแกรมภาษาปาสคาลเมื่อเทียบกับภาษาอื่น .....	52
การรวบรวมข้อมูล .....	52
กรณีศึกษา การวางแผนก่อสร้าง .....	54
กรณีศึกษา โครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด .....	64
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์</b>	
การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล .....	69
รายงานที่ได้จากการประมวลผล .....	70
<b>บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ</b> .....	97
ภาคผนวก	
ก. โปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดการโครงการ .....	101
ข. คู่มือการใช้ Software .....	120
ค. Listing Program	
PCPM.PAS .....	134
PLE3.PAS .....	180
<b>บรรณานุกรม</b> .....	195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ	33
ตารางที่ 2.2	แสดงค่าใช้จ่ายรวมของโครงการจากการเร่ง โครงการตามระยะเวลาต่าง ๆ	40
ตารางที่ 2.3	ค่าใช้จ่ายของแต่ละงานในโครงการแนะนำ ผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่	43
ตารางที่ 2.4	การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตาม หมยกำหนดการ เริ่มต้น เร็วสุด	45
ตารางที่ 2.5	การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตาม หมยกำหนดการ เริ่มต้นช้าสุด	47
ตารางที่ 2.6	เปรียบเทียบช่วงระหว่างกระแสการเงินรายวันสะสม ที่ไหลออกสูงตามหมยกำหนดการ เริ่มต้น เร็วสุดช้าสุด	49
ตารางที่ 3.1	แสดงเวลาการทำงานของงานวางท่อ	59
ตารางที่ 3.2	แสดงโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด	66
ตารางที่ 3.3.1	แสดงการประเมินเวลาของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่	67
ตารางที่ 3.3.2	แสดงเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของโครงการแนะนำ ผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ทั้งแบบปกติและแบบเร่ง	68
ตารางที่ 4.1	แสดงชื่อย่อและชื่อเต็มของกิจกรรม	71
ตารางที่ 4.2.1	แสดงข้อมูลการกำหนดเวลาโครงการโดยวิธี PERT	71
ตารางที่ 4.2.2	แสดงค่าเวลาเร็วสุดช้าสุดและค่า Slack ของแต่ละเหตุการณ์	72
ตารางที่ 4.2.3	แสดงค่าความแปรปรวนของการเกิดเหตุการณ์ช้าสุดและเร็วสุด	73

ตารางที่ 4.3.1	แสดงข้อมูลการกำหนดโครงการโดยวิธี CPM	74
ตารางที่ 4.3.2	แสดงผลการกำหนดเวลาให้กับงานแต่ละงานโดยวิธี CPM	74
ตารางที่ 4.3.3	แสดงค่าความยืดหยุ่นของงานแต่ละงาน	75
ตารางที่ 4.4	แสดงเวลาและค่าใช้จ่ายของงานต่าง ๆ ของโครงการทั้งแบบปกติและแบบเร่ง	76
ตารางที่ 4.5.1	การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุด	94
ตารางที่ 4.5.2	การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตามหมายกำหนดการเริ่มต้นช้าสุด	95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงรูปแบบของ โครงข่าย หรือ ไดอะแกรมลูกศรที่ใช้แทนโครงการ	9
รูปที่ 2.2	แสดงการกำหนดหมายเลขให้กับโหนดในโครงข่าย	10
รูปที่ 2.3	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการกำหนดหมายเลขให้กับโหนด ในโครงข่าย	11
รูปที่ 2.4	แสดงการ เปรียบเทียบการเขียนลูกศรในโครงข่ายในกรณี ลูกศรซ้อนกัน	11
รูปที่ 2.5	แสดงการ เปรียบเทียบการเขียนทิศทางที่ดี และไม่ดี	12
รูปที่ 2.6	ส่วนของโครงข่าย	18
รูปที่ 2.7	ส่วนของโครงข่าย	21
รูปที่ 2.8	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า Slack 2 ค่า	22
รูปที่ 2.9	แสดงลักษณะของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบต้า	25
รูปที่ 2.10	โค้งการแจกแจงปกติแสดงความน่าจะเป็นในการแล้วเสร็จของโครงการ	29
รูปที่ 2.11	แสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการเร่งงานกับเวลาที่เร่งได้	31
รูปที่ 2.12	แสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและเวลางาน	32
รูปที่ 2.13	แสดงการวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายรวมในการเลือกกำหนดเวลาโครงการ	32
รูปที่ 2.14	แสดงโครงข่ายของโครงการและสายงานวิกฤติ	35
รูปที่ 2.15	โครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 1 เวลาแล้วเสร็จ ของโครงการ 25 วัน	36
รูปที่ 2.16	แสดงโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 2	37
รูปที่ 2.17	แสดงโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 3	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18	แสดงโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 4	39
รูปที่ 2.19	แสดงโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 5	39
รูปที่ 2.20	ขั้นตอนในการวิเคราะห์กระแสการเงินของโครงการ	43
รูปที่ 2.21	ผังมาตรฐานเวลาแสดงโครงข่ายที่เริ่มต้นตามหมายกำหนดการเร็วสุด	44
รูปที่ 2.22	ผังมาตรฐานเวลาแสดงโครงข่ายที่เริ่มต้นตามหมายกำหนดการช้าสุด	46
รูปที่ 2.23	กราฟความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมของโครงการ ตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดและช้าสุด	48
รูปที่ 3.1	แสดงโครงข่ายของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด	65
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงค่าใช้จ่ายทางอ้อม ค่าใช้จ่ายทางตรงและ ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ	92
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมของโครงการ ตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดและช้าสุด	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้วงการธุรกิจ และการก่อสร้างในเมืองไทย ได้ตื่นตัวอย่างมากในการที่จะพยายามค้นหาหรือนำวิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการวางแผน และควบคุมงาน ให้ดำเนินลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะธุรกิจทั้งหลายนั้น จะมีรูปแบบ จุดประสงค์ หรือจะมีการปฏิบัติการที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนเพียงใด สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งของงานก็คือ การวางแผน การจัดองค์การ การบังคับบัญชา ซึ่งแต่ละธุรกิจต่างปรับให้เหมาะสมกับหน่วยงานและสถานแวดล้อมของตน ดังนั้นวิธีการ PERT และ CPM ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ผู้บริหารงานธุรกิจ และผู้รับเหมาก่อสร้าง คิดว่าเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจการดำเนินงานโครงการธุรกิจ กล่าวคือ ข่ายงาน PERT และ CPM ถือเป็นเทคนิคทางด้านบริหารที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ไม่เพียงเฉพาะในการวางแผนและควบคุมโครงการเท่านั้น แต่เครื่องมือดังกล่าวยังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการประเมินกระบวนการอีกด้วย ดังนั้นนักวิจัยประเมินผลจึงควรให้ความสนใจศึกษา เพื่อทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิคทั้งสองนี้ แม้ว่าเทคนิคทั้งสองจะมีความคล้ายคลึงกันอยู่มากแต่การเลือกใช้แต่ละเทคนิค อาจแตกต่างกันตามลักษณะของโครงการ CPM มีลักษณะเหมาะสมสำหรับโครงการซึ่งการกะประมาณเวลาสามารถกระทำได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถกำหนดค่าใช้จ่ายล่วงหน้าได้อย่างชัดเจนพอควร ในขณะที่ PERT มีความเหมาะสมกับโครงการที่มีความไม่แน่นอนระดับสูง และเวลาเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งกว่าค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของการสังเคราะห์เทคนิคทั้งสองเข้าด้วยกัน ได้ปรากฏชัดเจนในปัจจุบันด้วยการเรียกรวมกันว่า " PERT/CPM " จึงได้มีการนำมาใช้กับโครงการประเภทต่าง ๆ ที่ต้องการคำนวณเวลาที่แม่นยำ และการคิดราคาค่าใช้จ่าย หรืองบประมาณอย่างละเอียดด้วยแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการคำนวณเพื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถูกต้อง และประหยัดเวลา ในต่างประเทศเองโดยเฉพาะอย่างยิ่งสหรัฐอเมริกาได้มีการพัฒนาปรับปรุงโปรแกรม PERT & CPM มาอย่างต่อเนื่องซึ่งนับได้ว่าเป็นความก้าวหน้าของการเลือกสรรเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตัดสินใจทางธุรกิจชนิดหนึ่ง ที่มีอำนาจสูงมาก แต่มีการใช้เทคนิคพื้นฐานที่ง่าย ๆ สำหรับการวิเคราะห์ การวางแผน ในโครงการที่ซับซ้อนได้

วงการธุรกิจเมืองไทยก็ได้เริ่มนำระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วยงานทางด้านธุรกิจมากขึ้น จึงเริ่มมีการพัฒนาโปรแกรมให้เหมาะสมกับหน่วยงาน เพื่อให้ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องพึ่งพาโปรแกรมสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ซึ่งมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการจัดการโครงการหลาย ๆ แบบ และมีราคาที่ค่อนข้างแพง และบางครั้งไม่ตรงกับความต้องการ (รายละเอียดดูได้จากภาคผนวก ก.) ทำให้คณะผู้จัดทำสนใจที่จะศึกษาถึงขอบเขตของปัญหาในการสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใช้ด้วยตนเอง จึงเป็นเหตุผลเบื้องต้นที่ผู้จัดทำได้เลือกทำการศึกษาการจัดการโครงการโดย PERT & CPM โดยมุ่งเน้นศึกษาที่จะสร้างโปรแกรม PERT & CPM ขึ้นมาเอง เพื่อเป็นแนวทางในการริเริ่มพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ขึ้นมาใช้เอง

### วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาและสร้างโปรแกรมด้าน Project Management ที่ใช้เทคนิคของ PERT และ CPM
2. ศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดการโครงการเริ่มตั้งแต่ การวางแผน การวิเคราะห์ รวมทั้งหาแนวทางแก้ปัญหาความต้องการของโครงการนั้น
3. เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม PERT & CPM สำหรับผู้ที่สนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไป

### แนวเหตุผลหรือทฤษฎีสมมติฐาน

การศึกษาและพัฒนาโปรแกรม PERT & CPM จำเป็นที่จะต้องศึกษาปัญหาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สำคัญคือ จะต้องกำหนดให้เด่นชัดว่าเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใด และรายละเอียดต่างๆ

ของสิ่งที่สนใจควรจะอธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่จะศึกษาได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสาระสำคัญแล้ว PERT & CPM ตามความหมายของการกำหนด การวางนโยบายคือ

1. งานหรือกิจกรรมใดที่ประกอบกันขึ้นเป็นโครงการ ที่ก่อให้เกิดผลวิฤทธิแก่เวลาในโครงการทั้งหมด
2. ทำอย่างไรจึงจะกำหนดทุก งานในโครงการ เพื่อให้ได้วันที่กำหนดที่เหมาะสม ที่ต้นทุนและงบประมาณที่ต่ำที่สุด
3. โครงการประกอบด้วย งานหรือกิจกรรมที่ได้กำหนดมาแล้วอย่างดี ว่าเมื่อไรจึงจะแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยกำหนดจุดสิ้นสุดของงาน
4. งานอาจจะเริ่มขึ้นหรือหยุดลง ได้โดยอิสระของงานนั่นเอง ภายในลำดับที่กำหนดไว้ ( ข้อกำหนดนี้เพื่อที่จะกำจัดการกิจกรรม ขบวนการที่มีการไหลหรือมีความต่อเนื่อง เช่น ขบวนการกลั่นน้ำมัน ซึ่งงานหรือการปฏิบัติที่ไม่จำเป็นจะตามมาหลังงานนั้นโดยไม่จำเป็นที่จะมี slack )
5. งานที่เกิดขึ้นตามลำดับ กล่าวคือมักจะเกิดขึ้นตามลำดับทางเทคโนโลยี

#### ขอบเขตของปัญหา

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัญหาที่พบได้เสมอ ๆคือ ข้อจำกัดของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ข้อจำกัดของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล และเวลาที่ใช้ในการศึกษา จากข้อจำกัดดังกล่าวนี้ ทำให้ไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์และกว้างขวางตรงกับความต้องการได้ จึงมีการจำกัดขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาโปรแกรม PERT และ CPM เพื่อการใช้งาน และประกอบการศึกษาดังนี้

1. โปรแกรม PERT&CPM ที่จัดทำขึ้นจะอยู่ในข่ายของการวิเคราะห์เวลาที่เหมาะสม และหาค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณที่เป็นไปได้ และกรณีที่ต้องการเร่งรัดโครงการ
2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและวิเคราะห์ปัญหา จะใช้จากกรณีศึกษาต่าง ๆ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานจริง ๆของหน่วยงานธุรกิจมักจะไม่ยอมเปิดเผย
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล จะใช้เครื่อง IBM ขนาด 16 bit และเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 bit ที่ compatible กับเครื่อง IBM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PERT & CPM จะใช้ภาษา turbo pascal version 5.0 เนื่องจาก ภาษา pascal เป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นโครงสร้าง (structure) การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้ง่าย สามารถให้ output เพื่อพิมพ์งานในลักษณะต่าง ๆ ได้ง่ายกว่าภาษาอื่น และสามารถประมวลผลแบบ dynamic programming ได้โดยไม่เปลืองเนื้อที่ และให้ความสะดวกทางด้าน graphic เมื่อต้องการสร้าง graph และสามารถเปิด file ข้อมูลได้ มากกว่า 1 file และสามารถทำการประมวลผลได้เร็วพอสมควร

#### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการประเภทต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เช่น การวางแผนการก่อสร้าง การวางแผนการผลิต เพื่อกำหนดระยะเวลาและความคุ้มค่า
2. ง่ายและสะดวกต่อผู้ที่สนใจ PERT & CPM กล่าวคือสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการควบคุมของโปรแกรม PERT & CPM ที่สร้างขึ้น
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจ สามารถนำไปศึกษาและทำการพัฒนาโปรแกรม PERT & CPM ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะของโครงการใหญ่โดยทั่ว ๆ ไป จะประกอบด้วยงานหลาย ๆ งาน ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างงานสลับซับซ้อน และต้องใช้เวลาในการดำเนินงานมาก ทั้งยังต้องคอยควบคุมและติดตามผลความก้าวหน้าของการดำเนินงานอยู่ตลอดเวลา จึงได้มีผู้พยายามคิดค้นและพัฒนาเทคนิคที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารให้มีประสิทธิภาพสูง เทคนิคดังกล่าวก็คือ การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) โดยอาศัยการนำเอารายละเอียดของงานต่างๆ ในโครงการมาผูกกันเป็นโครงข่าย ให้ความสัมพันธ์ระหว่างงานถูกต้องกับขั้นตอนของการทำงาน ต่อจากนั้นจึงทำการคำนวณเพื่อกำหนดเวลาการทำงานให้กับงานแต่ละงานในโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดของโครงการ

เทคนิคของการวิเคราะห์โครงข่ายได้ถูกนำไปดัดแปลงและใช้งานกันในรูปแบบต่าง ๆ มากมายและมีชื่อต่างๆ ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายคือ CPM (Critical Path Method) และ PERT (Program Evaluation and Review Technique)

ข้อแตกต่างของ PERT และ CPM

- ถ้าสามารถประมาณเวลาการทำงานของแต่ละงานได้แน่นอน ใช้ CPM
- ถ้าไม่สามารถประมาณเวลาการทำงานของแต่ละงานได้แน่นอน แต่พอประมาณ

เวลาในรูปของความน่าจะเป็นได้ใช้ PERT

### ความเป็นมาของ CPM และ PERT

CPM (Critical Path Method) เป็นเทคนิคของการวางแผน และควบคุมการดำเนินงานที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2500 โดยความร่วมมือของทีมนงานวิจัยจากบริษัท เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Du Pont และ บริษัท Remington Rand Univac เพื่อพัฒนาเทคนิคและวิธีการในการวางแผน และควบคุมงานให้มีประสิทธิภาพ โดยเทคนิคและวิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้ จะต้องสามารถลดเวลาการทำงาน และลดค่าใช้จ่าย (ค่าใช้จ่ายทางตรงและทางอ้อม) ของโครงการได้ดีกว่าเดิม วิธี CPM ดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ทดลองครั้งแรกในการวางแผนและควบคุมการสร้างโรงงานเคมีแห่งหนึ่ง

PERT (Program Evaluation and Review Technique) เป็นเทคนิคในการวางแผนและควบคุมงานอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาในปี พ.ศ. 2501 โดยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่โครงการพิเศษจากกองทัพเรือสหรัฐ และ บริษัท Lockheed กับ บริษัท Booz-Allen and Hamilton เพื่อใช้ในการวางแผนโครงการผลิตชิปนาเวรของกองทัพเรือสหรัฐ ซึ่งส่วนมากรู้จักกันในนามของโครงการ Polaris Project เทคนิคของ PERT มุ่งที่จะจัดความขัดแย้งและความล่าช้าของงานโครงการให้น้อยลง และเร่งรัดการดำเนินงานโครงการให้เสร็จเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ในการประเมินและตรวจสอบแผนงาน และการคาดหมายถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ทำให้เราสามารถเตรียมการแก้ไขปัญหาเอาไว้ล่วงหน้าได้ทันการ จากการใช้ PERT ในโครงการ Polaris ทำให้การดำเนินงานของโครงการเสร็จก่อนเป้าหมายที่วางไว้ถึง 18 เดือน

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาวิธี CPM และ PERT ไปใช้ในการวางแผนและควบคุมโครงการกันอย่างแพร่หลาย และทั้ง 2 วิธีนี้ ได้รับการพัฒนาจนมีส่วนที่คล้ายคลึงกันมาก โดยต่างก็ใช้วิธีหาสายงานวิกฤติเช่นเดียวกัน แต่ก็ยังมีสิ่งปลีกย่อยบางอย่างที่แตกต่างกัน ซึ่งพอจะแยกออกให้เห็นได้ดังนี้ คือ

1. วิธีของ CPM ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในการวางแผน (Planning) การกำหนดเวลางาน (Scheduling), และการควบคุม (Controlling) โครงการ ซึ่งผู้วางแผนจะต้องมีประสบการณ์ในงานนั้นมาเป็นอย่างดี จุดประสงค์ของ CPM อีกประการหนึ่งคือต้องการจะเน้นที่งานย่อย ฉะนั้นนอกจากจะทราบเวลาที่ใช้ทั้งหมดของโครงการแล้ว ยังต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้และค่าใช้จ่ายของงานแต่ละงาน

สำหรับวิธีของ PERT ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการวางแผน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน และการประเมินของโครงการวิจัยใหม่ ๆ ซึ่งผู้วางแผนไม่เคยมีประสบการณ์ในงานนั้นๆ มาก่อน และระหว่างการปฏิบัติงานมักจะมีการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดของงานบ่อยๆ และจุดประสงค์ของ PERT อีกประการหนึ่งคือ ต้องการเน้นความสำคัญที่เหตุการณ์ไม่ใช่ที่งาน

2. เวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงานในโครงข่าย CPM จะมีเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานแน่นอน คือมีการประมาณเวลาเพียงค่าเดียว (one-time estimate) ผู้วางแผนจะกำหนดเวลางานโดยอาศัยสถิติเก่าๆ ของงานชนิดเดียวกัน หรือบางครั้งอาจจะใช้เวลามาตรฐาน (standard time) ซึ่งได้มีการกำหนดไว้แล้ว สำหรับวิธี PERT งานแต่ละงานจะมีเวลาที่ใช้ไม่แน่นอน คือจะมีเวลาประมาณถึง 3 ค่า (three-time estimates) และต้องอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็นในการคำนวณเวลาด้วย ทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่ PERT ใช้ในการวางแผนโครงการใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อน

### การเขียนโครงข่าย ( Drawing the Network )

#### องค์ประกอบของโครงข่าย

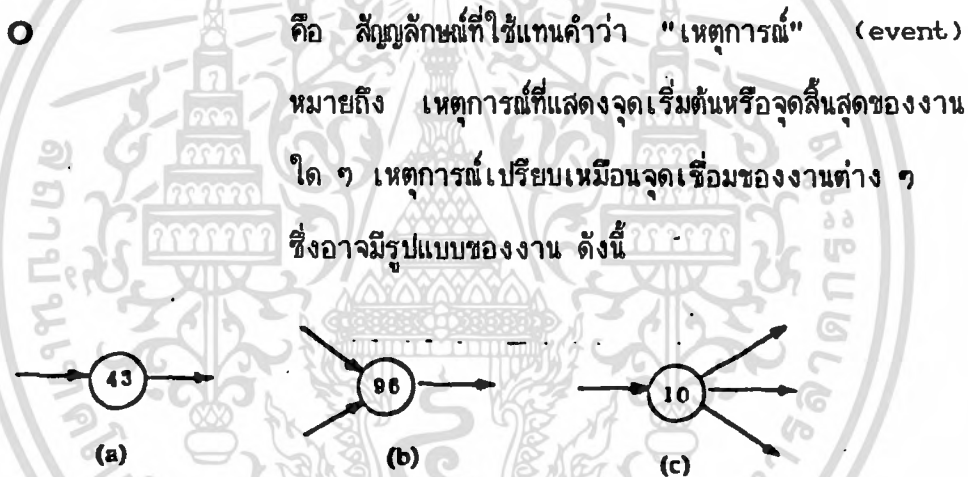
ในการวางแผนโครงการไม่ว่าด้วยวิธี CPM หรือ PERT ก็ตามต้องวางแผนโครงการนั้นออกมาในรูปของโครงข่าย (network) ซึ่งโครงข่ายดังกล่าวแสดงรายละเอียด และความสัมพันธ์ตามขั้นตอนของงานที่กำหนดขึ้นเป็นโครงการ ดังนั้นก่อนที่จะสร้างโครงข่ายเพื่อใช้แทนรายละเอียดขั้นตอนงานของโครงการตามวิธีของ CPM และ PERT ควรได้ทำความเข้าใจสัญลักษณ์และความหมายของคำที่ใช้ในการสร้างโครงข่ายของโครงการดังต่อไปนี้



คือ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนคำว่า "กิจกรรม" หรือ "งาน" (activity) หมายถึงการกระทำใดๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของงานในโครงการ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลา และทรัพยากรจำนวนหนึ่ง นอกจากนั้นต้องมีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของกิจกรรมหรืองานนั้นๆ โดยทั่วๆ ไป จะแทนสัญลักษณ์ของกิจกรรมหรืองานด้วยลูกศร (arrows)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

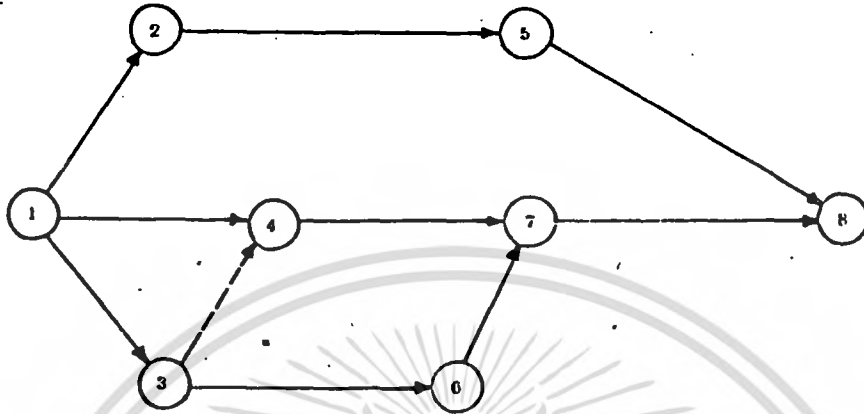
คือ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนคำว่า "กิจกรรมหุ่น" หรือ "งานสมมติ" (dummy activity) หมายถึง กิจกรรมที่ไม่ต้องใช้เวลา และทรัพยากรแต่อย่างใดหรืองานที่ใช้เวลาทำงานเป็นศูนย์ งานสมมติจะถูกนำมาใช้เพื่อทำให้ขั้นตอนการทำงาน ซึ่งเขียนแทนด้วยโครงข่ายถูกต้องกับความเป็นจริง โดยทั่วไป งานสมมติจะถูกแทนด้วยเส้นประลูกศร (dashed-line arrows)



ถ้าเป็นเหตุการณ์ดังรูป (a) เรียกว่าเหตุการณ์ธรรมดา (b) เรียกว่าเหตุการณ์รวม (merge event) และถ้าเป็น (c) เรียกว่าเหตุการณ์กระจาย (burst event) ในการกล่าวถึงสัญลักษณ์เหล่านี้ ต่อไปจะใช้คำรวมแทนว่า เหตุการณ์หรือโนด (node)

จากคำจำกัดความของคำที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า โครงข่ายของโครงการมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ โหนด (node) เส้นลูกศร (line arrow) และเส้นประลูกศร (dashed-line arrows) ทั้ง 3 ส่วนนี้จะแสดงความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ภายในโครงการ

โดยโครงข่ายหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไดอะแกรมลูกศร (arrow diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของโครงข่ายหรือไดอะแกรมลูกศรที่ใช้แทนโครงการ

จากรูปที่ 2.1 โหนดที่ 1 หมายถึง เวลาเริ่มต้น หรือเหตุการณ์เริ่มต้นของงาน 1-2, 1-3 และ 1-4 สำหรับโหนดที่ 2 หมายถึง เวลาแล้วเสร็จของงาน 1-2 และเป็นเวลาเริ่มต้นของงาน 2-5 สำหรับเส้นประลูกศรที่เชื่อมโยงระหว่าง โหนดที่ 3 และโหนดที่ 4 เป็นงานสมมติ 3-4 ซึ่งบอกให้รู้ว่างาน 4-7 จะเริ่มทำได้ก็ต่อเมื่องาน 1-4 และงาน 1-3 เสร็จสิ้นไปแล้ว และงาน 7-8 จะเริ่มต้นก็ต่อเมื่องาน 4-7 และงาน 6-7 เสร็จสิ้นไปแล้ว

#### กฎในการเขียนโครงข่าย ( Network Rules )

เพื่อให้การเขียนโครงข่ายเป็นไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์เป็นที่เข้าใจได้อย่างแจ่มชัดของบุคคลที่เกี่ยวข้องทั่วไป จึงขอสรุปกฎในการเขียนโครงข่าย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้างต้นดังนี้

**กฎข้อที่ 1** ก่อนที่กิจกรรมใดๆ จะเริ่มต้น กิจกรรมทั้งหมดที่อยู่ก่อนหน้า ที่มุ่งเร้าสู่กิจกรรมดังกล่าวจะต้องเสร็จก่อนหมดทุกงาน

**กฎข้อที่ 2** เส้นลูกศรของโครงข่ายจะถูกใช้เพื่อแสดงทิศทาง และบอกให้ทราบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงขั้นตอนของงานเท่านั้น ความยาวของลูกศรในโครงข่ายไม่มีความหมายทางเวลาของงาน

กฎข้อที่ 3 หมายเลขของเหตุการณ์ในโครงข่ายเดียวกันต้องไม่เป็นตัวเลขที่ซ้ำกัน

กฎข้อที่ 4 เหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน มีจุดเริ่มต้นเดียวกันย่อมมีจุดสิ้นสุดที่จุดเดียวกันไม่ได้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ งานแต่ละงานหรือกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะแทนได้ด้วยเส้นลูกศรเพียงเส้นเดียวเท่านั้น

กฎข้อที่ 5 โครงข่ายใด ๆ ควรจะมีจุดของเหตุการณ์เริ่มต้น และสิ้นสุดของโครงข่ายเพียงจุดเดียว

### ข้อเสนอแนะบางประการในการเขียนโครงข่าย

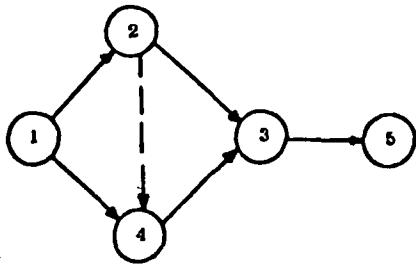
เพื่อให้โครงข่ายที่สร้างขึ้นมีความชัดเจน สามารถทำความเข้าใจขั้นตอนการทำงานของโครงการทั้งหมดได้ง่ายและสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้อง อีกทั้งเพื่อให้โครงข่ายที่สร้างขึ้นมีความสวยงาม ผู้สร้างโครงข่ายจึงควรเอาใจใส่หลักเกณฑ์ในการเขียนโครงข่ายบางประการดังนี้

1. การกำหนดหมายเลขให้กับโหนด (node) ภายในโครงข่าย ควรให้หมายเลขทางหัวลูกศรมากกว่าทางหางลูกศร ดังรูปที่ 2.2 , 2.3

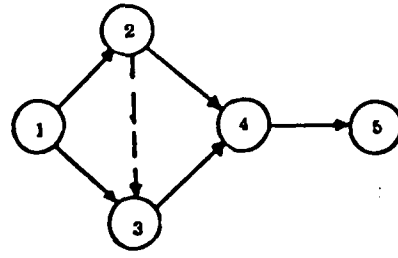


รูปที่ 2.2 แสดงการกำหนดหมายเลขให้กับโหนดในโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



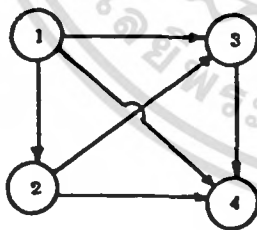
ไม่ดี



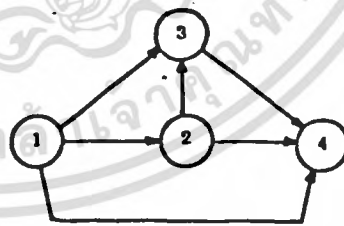
ดีกว่า

รูปที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการกำหนดหมายเลขให้กับโหนดในโครงข่าย

2. พยายามหลีกเลี่ยงการเขียนงานโครงข่ายที่ซ้อนทับกันหรือทับกัน ( cross over ) เพราะนอกจากดูยุ่งเหยิงแล้ว อาจทำให้เกิดสับสนและเข้าใจผิดได้ง่าย ดังตัวอย่างโครงข่ายที่แสดงในรูปที่ 2.4



ไม่ดี



ดีกว่า

รูปที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบการเขียนลูกศรในโครงข่ายในกรณี เส้นลูกศรซ้อนกัน

3. ทิศทางของเส้นลูกศรควรพยายามให้มีทิศทางไปขวามือไม่ควรเขียนย้อนทิศทาง

เพราะจะช่วยให้เข้าใจโครงข่ายของโครงการได้ดียิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบการเขียนทิศทางของเส้นลูกศรที่ดีและไม่ดี

### การกำหนดเวลางานโครงการ (project scheduling)

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดลงไปว่างานต่าง ๆ จะเริ่มต้นได้เมื่อใด และจะแล้วเสร็จในเวลาใด รวมทั้งการพิจารณาว่าเวลาแล้วเสร็จของโครงการควรใช้ระยะเวลาเท่าใดมีงานใดบ้างที่อยู่ในสายงานวิกฤติ (critical path) สำหรับงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ทั้งนี้เพราะ การแล้วเสร็จของโครงการขึ้นอยู่กับงานในสายงานวิกฤติ ถ้างานใดงานหนึ่งในสายงานวิกฤติเกิดล่าช้าออกไป ก็จะทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการล่าช้าออกไปด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าสายงานวิกฤติคือ สายงานที่ควบคุมการแล้วเสร็จของโครงการ และช่วงเวลาของสายงานวิกฤติก็คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ จนกระทั่งโครงการแล้วเสร็จ

สายงาน (path) คือ งานที่กระทำต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ ตั้งแต่งานเริ่มต้นโครงการ จนกระทั่งถึงงานสุดท้ายซึ่งเป็นงานสิ้นสุดของโครงการ โดยโครงการหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายงาน (path) คือ งานที่กระทำต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ ตั้งแต่งานเริ่มต้นโครงการ จนกระทั่งถึงงานสุดท้ายซึ่งเป็นงานสิ้นสุดของโครงการ โดยโครงการหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วย สายงานหลายสายด้วยกัน

- สายงานวิกฤติ (critical paths) คือ สายงานที่มีเวลารวมยาวนานที่สุด
- สายงานรองวิกฤติ (subcritical paths) เมื่อใดก็ตามที่สายงานวิกฤติของโครงการได้ถูกปรับปรุงให้เสร็จเร็วขึ้น จนกระทั่งทำให้สายงานอื่นในโครงการเปลี่ยนมาเป็นสายงานวิกฤติ เรียกสายงานที่เปลี่ยนมาเป็นสายงานวิกฤตินี้ว่า สายงานรองวิกฤติ

### การกำหนดเวลางานโดยวิธีของ CPM

ในการกำหนดเวลาให้กับงานในโครงการตามวิธีของ CPM นั้น ในขั้นแรกเกี่ยวข้องกับการคำนวณแบบไปข้างหน้า (forward pass computations) หลังจากนั้นเป็นขั้นตอนของการคำนวณแบบย้อนกลับ (backward pass computations) ในขั้นของการคำนวณแบบไปข้างหน้าทำให้สามารถคำนวณหาเวลาที่คาดว่าจะ (expected) งานแต่ละงานจะเริ่มต้นได้เร็วที่สุด และแล้วเสร็จได้เร็วที่สุด ตลอดจนเวลาที่แต่ละเหตุการณ์ในโครงการเกิดขึ้นได้เร็วที่สุด ซึ่งใช้คำว่า "คาดว่าจะ" ก็เพื่อบอกให้ทราบว่าเวลาเหล่านี้ เป็นการประมาณโดยเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้น (average occurrence times) สำหรับเวลาจริงนั้น จะรู้ได้ก็ต่อเมื่องานต่าง ๆ ได้เสร็จสิ้นไปแล้ว ซึ่งอาจจะแตกต่างไปจากที่คาดไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะความเบี่ยงเบน (deviation) ของการปฏิบัติงานจริง และเวลาปฏิบัติงานที่ได้ประมาณไว้

ส่วนการคำนวณแบบย้อนกลับ ทำให้สามารถคำนวณเวลาที่คาดว่าจะงานแต่ละงาน จะเริ่มต้นได้ช้าที่สุด และแล้วเสร็จได้ช้าที่สุด ตลอดจนเวลาที่คาดว่าจะแต่ละเหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ช้าที่สุด และภายหลังการคำนวณแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถพิจารณาได้ว่า โครงการจะแล้วเสร็จเมื่อใด และงานใดบ้างที่เป็นงานวิกฤติของโครงการ สำหรับงานที่ไม่ใช่งานวิกฤติสามารถคำนวณได้ว่างานดังกล่าวมีความยืดหยุ่นเพียงไร

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ

สัญลักษณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในสูตรเพื่อการคำนวณและการนิยามกำหนดเวลาต่างๆ ของแต่ละงานนั้น ควรได้ทำความเข้าใจกับความหมายก่อนที่จะนำไปใช้ และเพื่อให้เกิดความสะดวกในการอธิบายความหมายของตัวสัญลักษณ์ที่ใช้ จึงแทนความหมายของงานใด ๆ ด้วยงาน (  $i - j$  ) โดยจุดเริ่มต้นของงานเรียกว่าเหตุการณ์  $i$  สำหรับคำจำกัดความ หรือ ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในสูตรเพื่อการคำนวณ พอสรุปได้ดังนี้

$D_{i,j}$	=	ประมาณช่วงเวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ยของงาน $i - j$
$E_i, E_j$	=	เวลาเกิดขึ้นได้เร็วที่สุดของเหตุการณ์ $i$ หรือ $j$ ใด ๆ
$ES_{i,j}$	=	เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของงาน $i - j$
$L_i, L_j$	=	เวลาที่เกิดขึ้นช้าที่สุดของเหตุการณ์ $i$ หรือ $j$ ใด ๆ
$LF_{i,j}$	=	เวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดของงาน $i - j$
$EF_{i,j}$	=	เวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุดของงาน $i - j$
$LS_{i,j}$	=	เวลาเริ่มต้นช้าที่สุดของงาน $i - j$
$TF_{i,j}$	=	เวลายืดหยุ่นรวม ( total float ) ของงาน $i - j$
$FF_{i,j}$	=	เวลายืดหยุ่นให้เปล่า ( free float ) ของงาน $i - j$
$IF_{i,j}$	=	เวลายืดหยุ่นอิสระ ( independent float ) ของงาน $i - j$

### ส่วนที่เป็นการคำนวณไปข้างหน้า ( Forward Pass Computation )

จุดประสงค์ของการคำนวณไปข้างหน้า คือ การคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start time) และ เวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุด (Earliest Finish time) ของแต่ละงาน หรือกิจกรรมในโครงการ ซึ่งตามปกติกำหนดให้ เวลาที่เกิดขึ้นได้เร็วที่สุดของเหตุการณ์เริ่มต้นของโครงการมีค่าเป็น 0 แต่สำหรับเวลาที่เกิดขึ้นได้เร็วที่สุดของเหตุการณ์ ต่อ ๆ ไป สามารถพิจารณาได้โดยการคำนวณตามช่วงเวลาดำเนินงานของโครงการ ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดของ

เหตุการณ์ที่กำลังพิจารณาอยู่ กระบวนการคำนวณแบบไปข้างหน้าตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า งานแต่ละงานเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละงานหรือกิจกรรม จะเริ่มต้นขึ้นทันทีที่เป็นไปได้ ( each activity starts as soon as possible ) กล่าวคือ งานทุกงานที่เริ่มต้นได้ทันทีที่เมื่องานอยู่ก่อนหน้าทั้งหมดได้กระทำไปเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า เมื่อเส้นลูกศรแทนงานทุกเส้นที่มุ่งเข้าสู่งานดังกล่าวได้กระทำเสร็จเรียบร้อยแล้วทุกเส้นลูกศร จากข้อกำหนดและข้อสมมติต่างๆ มาจัดรูปเป็นหลักเกณฑ์ในการคำนวณแบบไปข้างหน้าได้ ดังนี้



หลักเกณฑ์การคำนวณแบบไปข้างหน้า - การคำนวณเวลาเริ่มต้นและแล้วเสร็จเร็วที่สุด

( forward pass rules - computation of early start and finish time )

1. เวลาที่เกิดขึ้นเร็วที่สุดของเหตุการณ์เริ่มต้นของโครงการได้ถูกสมมติว่าเกิดขึ้นที่เวลา 0 ถ้าแทนเหตุการณ์เริ่มต้นของโครงการด้วยโหนด (node) หมายเลข 1 จะได้

$$E_1 = 0$$

2. เวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุดของงานใดงานหนึ่ง ( $EF_{i,j}$ ) สามารถหาได้จากผลรวมของเวลาที่เกิดขึ้นเร็วที่สุดของเหตุการณ์เริ่มต้นของงานนั้น ( $E_i$ ) และช่วงเวลาที่ต้องใช้สำหรับงานนั้น ( $D_{i,j}$ ) ดังนั้นสำหรับ  $i - j$  ใด ๆ สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$EF_{i,j} = E_i + D_{i,j}$$

3. จากข้อสมมติที่ว่า งานทุก ๆ งาน จะเริ่มต้นทันทีที่เป็นไปได้ นั่นคือ ทันทีที่งานทุกงานที่อยู่ก่อนหน้าของงานที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น ได้ถูกกระทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นการหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของเหตุการณ์ใด ๆ สามารถหาได้จากค่ามากที่สุดของเวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุดของแต่ละงานที่อยู่ก่อนหน้าเหตุการณ์  $j$  ( $EF_{i,j}$ ) ดังนั้น เขียนสูตรได้ดังนี้

$$E_j = \text{Max} [ EF_{i,j} ]$$

$i$  = หมายเลขใด ๆ ของเหตุการณ์เริ่มต้นที่มีจุดสิ้นสุดของงานอยู่ที่เหตุการณ์  $j$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนที่เป็นการคำนวณย้อนกลับ ( Backward Pass Computations )

จุดประสงค์ของการคำนวณแบบย้อนกลับก็เพื่อคำนวณหาเวลาที่ยอมให้งานแต่ละงาน เริ่มต้นและแล้วเสร็จได้ช้าที่สุด การคำนวณแบบย้อนกลับนี้เปรียบเสมือน "รูปในกระจก" ของ การคำนวณแบบไปข้างหน้า คือ เริ่มคำนวณจากเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการ ไปยัง เหตุการณ์เริ่มต้นของโครงการ ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำความเข้าใจกับคำว่า เวลาที่ยอมให้ช้าสุด (Latest allowable) เสียก่อน โดยในการคำนวณแบบย้อนกลับจะเริ่มต้นจากการพิจารณา ว่า เหตุการณ์สุดท้ายของโครงการหรือของโครงข่ายจะต้องเกิดขึ้นก่อนหมยกำหนดเวลาใด ซึ่ง ก็คือ การกำหนดเวลาช้าที่สุดที่โครงการต้องแล้วเสร็จ โดยแทนหมยกำหนดเวลานี้ด้วย  $T_u$  ถ้าหากไม่มีการวางหมยกำหนดเวลาที่โครงการจะต้องแล้วเสร็จเอาไว้ก่อน โดยทั่ว ๆ ไป กำหนดให้ เวลาช้าที่สุดที่โครงการต้องแล้วเสร็จเท่ากับเวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จเร็วสุด ( หรือเท่ากับเวลาที่แล้วเสร็จของโครงการเกิดขึ้นได้เร็วที่สุด ( $E_i$ ) ) นั่นคือเหตุการณ์ที่แล้วเสร็จของโครงการ ( โหนด (node) สุดท้ายของโครงข่าย ) จะได้

$$L_i = E_i \quad \text{เมื่อ } i \text{ คือ เหตุการณ์สุดท้ายของโครงข่าย}$$

สิ่งที่กล่าวมานี้เป็นการเริ่มต้นของการกำหนดเวลาย้อนกลับ แต่ก่อนที่จะอธิบายถึงวิธีการคำนวณแบบย้อนกลับ จะขออธิบายถึงความหมยของเวลายืดหยุ่นศูนย์ (zero float) เสียก่อน เพื่อให้เข้าใจเหตุผลที่ต้องกำหนดค่า  $L$  ของเหตุการณ์สุดท้ายเท่ากับค่า  $E$  ของ เหตุการณ์สุดท้าย

ผลลัพธ์อันหนึ่งของการพิจารณาค่าเวลายืดหยุ่นศูนย์ ก็คือ ค่าเวลายืดหยุ่นของสายงานวิกฤติ จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ขณะที่ค่าเวลายืดหยุ่นของสายงานอื่น ๆ มีค่าเป็นบวก ผลลัพธ์อันนี้อาจไม่ถูกต้องเสมอไป แต่จะต้องถูกเฉพาะเมื่อ กำหนดให้  $L$  ของเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการเท่ากับ  $E$  ของเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการเท่านั้น ถ้าหากว่าได้มีการวางหมยกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการไว้ก่อนแล้วว่าจะต้องเสร็จเมื่อใด ในกรณีเช่นนี้ค่าความยืดหยุ่นของสายงานวิกฤติอาจจะมีความเป็นบวก เป็นศูนย์หรือเป็นลบก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาแล้วเสร็จของโครงการ ( $T_s$ ) และเกี่ยวข้องกับเวลาที่โครงการจะเริ่มต้นได้เร็วที่สุด

หลักเกณฑ์การคำนวณแบบย้อนกลับ - คำนวณเวลาเริ่มต้นช้าสุดและแล้วเสร็จช้าสุด  
(Backward Pass Rules - Computation of Latest Available Start and Finish Times)

1. เวลาช้าสุดที่ยอมได้ของเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ  
หมายกำหนดเวลาที่โครงการต้องแล้วเสร็จ ( $T_s$ ) หรืออาจกำหนดให้เท่ากับเวลาที่เหตุการณ์  
สุดท้ายของโครงการจะเกิดขึ้นได้เร็วที่สุด นั่นคือ

$$L_i = T_s$$

หรือ  $L_i = E_i$  เฉพาะเมื่อ  $i$  คือเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการ

2. เวลาเริ่มต้นช้าสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้สำหรับงาน  $i-j$  ใด ๆ ( $LS_{i,j}$ )  
สามารถหาได้จากเวลาที่ช้าที่สุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ของเหตุการณ์  $j$  ลบด้วยช่วงเวลางานของงาน  
 $i-j$  ( $D_{i,j}$ ) เขียนสูตรได้ดังนี้

$$LS_{i,j} = L_j - D_{i,j}$$

3. เวลาช้าที่สุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้สำหรับเหตุการณ์  $i$  ใด ๆ ( $L_i$ ) จะเท่ากับค่า  
ที่น้อยที่สุดของเวลาเริ่มต้นช้าสุดของแต่ละงานที่ตามหลังเหตุการณ์  $i$  ( $LS_{i,j}$ ) สูตรจะเป็นดังนี้

$$L_i = \text{Min} [ LS_{i,j} ]$$

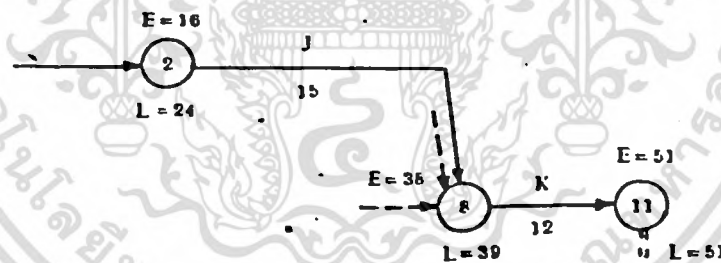
$j$  หมายเลขใด ๆ ของ node ที่มีจุดเริ่มต้นของเส้นลูกศรพุ่งตรงมาจาก node  $i$

### การหาเวลายืดหยุ่นของงาน (Float)

เวลายืดหยุ่นของงานขณะมีอยู่ในงานที่ไม่ได้อยู่ในสายงานวิกฤติหมายถึงเวลาที่สามารถเลื่อนงานล่าช้าออกไปได้ ภายในช่วงขอบเขตที่เป็นไปได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ สำหรับงานที่อยู่ในสายงานวิกฤตินั้น ไม่สามารถเลื่อนระยะเวลาของการทำงานได้เลย ( ในกรณีที่กำหนดให้  $L$  ของเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการเท่ากับ  $E$  ของเหตุการณ์สุดท้ายของโครงการ) สำหรับค่าเวลายืดหยุ่นของงานมีประโยชน์ในการแสดงถึงความคล่องตัวของการทำงานในสายงานที่ไม่ใช่สายงานวิกฤติ ซึ่งมีด้วยกัน 3 ประเภทคือ

#### 1. เวลายืดหยุ่นรวม (Total Float) , $TF_{i,j}$

หมายถึง เวลาที่ยอมให้งานล่าช้าออกไปได้โดยไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ แต่ถ้าเวลายืดหยุ่นรวมของงานใด ได้ถูกใช้ไปจนหมดแล้ว จะทำให้ค่าเวลายืดหยุ่นทุกประเภทของงานที่อยู่ถัดไปมีค่าเวลายืดหยุ่นเป็น 0



รูปที่ 2.6 ส่วนของโครงข่าย

ดูจากรูปที่ 2.6 แล้วพิจารณาจากงาน ๘ จะเห็นว่าเวลาที่งาน ๘ สามารถเริ่มต้นได้เร็วที่สุดคือในสัปดาห์ที่ 16 ขณะที่เวลาที่งาน ๘ สามารถแล้วเสร็จได้ช้าที่สุดคือ ในสัปดาห์ที่ 39 ฉะนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่างาน ๘ มีเวลาที่สามารถนำมาใช้ในการทำงานได้สูงสุด (Maximum Available Time) เท่ากับ  $39 - 16$  เท่ากับ 23 สัปดาห์ แต่ในขณะนี้ทราบว่า ช่วงเวลาที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องใช้ในการทำงาน J ให้เสร็จเรียบร้อยใช้เวลาเพียง 15 สัปดาห์ ดังนั้นงาน J จึงสามารถขยายเวลาหรือเลื่อนเวลาการแล้วเสร็จของงานออกไปได้อีก 8 สัปดาห์ ถ้าหากมีการขยายเวลาการแล้วเสร็จของงานออกไปได้อีกเท่ากับ 8 สัปดาห์ ถ้าหากมีการขยายเวลาหรือเลื่อนเวลาการแล้วเสร็จของงาน J ออกไปมากกว่าเวลาที่คำนวณได้นี้ ก็ทำให้สายงานวิกฤติเปลี่ยนแปลงไป และเวลาแล้วเสร็จของโครงการทั้งหมดก็จะเพิ่มขึ้นสำหรับเวลา 8 สัปดาห์ดังกล่าวนี้เรียกว่าเวลายืดหยุ่นรวม

จากค่าความยืดหยุ่นรวมของงาน J ที่คำนวณได้เท่ากับ 8 สัปดาห์แสดงให้เห็นว่า ถ้างาน A ซึ่งอยู่ก่อนหน้างาน J สามารถเริ่มต้นทำงานได้ตามเวลาเริ่มต้นเร็วสุดที่กำหนด และใช้เวลาในการทำงานให้แล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดเช่นกัน จะทำให้งาน J มีเวลาเพียงพอที่จะเลื่อนหรือให้ล่าช้าออกไปได้ถึง 8 สัปดาห์ ดังนั้นงาน J จึงสามารถเริ่มได้ช้าสุดในสัปดาห์ที่  $16 + 8$  เท่ากับ 24 โดยไม่กระทบกระเทือนเวลาแล้วเสร็จของโครงการหรือ ถ้าเริ่มตင်งาน J ที่เวลาเริ่มต้นเร็วสุด งาน J ก็สามารถจะให้ล่าช้าออกไปได้อีก 8 สัปดาห์ ดังที่กล่าวมานี้ สูตรในการคำนวณหาความยืดหยุ่นรวมสามารถหาได้ดังนี้

$$TF_{1,J} = LF_{1,J} - ES_{1,J} - D_{1,J}$$

$$TF_{2,B} = 39 - 16 - 15 = 8 \text{ สัปดาห์}$$

หรือ  $TF_{1,J} = LS_{1,J} - ES_{1,J} = 24 - 16 = 8 \text{ สัปดาห์}$

หรือ  $TF_{1,J} = LF_{1,J} - EF_{1,J} = 39 - 31 = 8 \text{ สัปดาห์}$

สำหรับ 2 สูตรหลังนี้ ต้องทำการวิเคราะห์การกำหนดเวลาเริ่มต้นและแล้วเสร็จเร็วสุด-ช้าสุดของแต่ละงานให้เรียบร้อยก่อน

## 2. เวลายืดหยุ่นให้เปล่า ( Free Float ) , $FF_{1,J}$

หมายถึง เวลาของงานที่สามารถให้ล่าช้าออกไปได้ โดยไม่กระทบกระเทือนกับเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานแต่ละงานที่อยู่ถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาจากงาน K ในรูปที่ 2.6 อีกครั้งหนึ่ง .

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่มีให้สำหรับงาน K สูงสุด} &= 51 - 38 \text{ สัปดาห์} \\ &= 13 \text{ สัปดาห์} \\ \text{เวลาที่จำเป็นสำหรับงาน K} &= 12 \text{ สัปดาห์} \\ \text{ดังนั้นเวลายืดหยุ่นรวม} &= 1 \text{ สัปดาห์} \end{aligned}$$

อย่างไรก็ตาม ถ้าในการทำงาน J จริง ๆ ได้ใช้เวลายืดหยุ่นรวมไปทั้งหมด 8 สัปดาห์ งาน K จะเริ่มได้เร็วสุดก็ต่อเมื่อเวลาผ่านไปถึงสัปดาห์ที่  $(16 + 15 + 8)$  เท่ากับ 39 เมื่อเป็นดังนี้ งาน K อาจจะไม่สามารถเริ่มงานได้จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 39 นั่นคือ

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่มีให้สำหรับงาน K สูงสุด} &= 51 - 39 \text{ สัปดาห์} \\ &= 12 \text{ สัปดาห์} \\ \text{เวลาที่จำเป็นสำหรับงาน K} &= 12 \text{ สัปดาห์} \\ \text{ดังนั้นเวลายืดหยุ่นรวม} &= 0 \text{ สัปดาห์} \end{aligned}$$

จะเห็นว่าถ้างาน J ได้ใช้เวลายืดหยุ่นรวมทั้งหมด จะทำให้งาน K ไม่มีเวลายืดหยุ่นเหลืออยู่เลย แต่ถ้างาน J ใช้เวลายืดหยุ่นไปเพียง 7 สัปดาห์ หรือใช้เวลายืดหยุ่นน้อยกว่าเวลายืดหยุ่นรวมของตัวเอง งาน K ก็จะไม่เหลือเวลายืดหยุ่นรวม 1 สัปดาห์ไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่างาน J มีเวลายืดหยุ่นรวม 8 สัปดาห์ และสามารถใช้เวลายืดหยุ่นรวมได้ 7 สัปดาห์ โดยไม่ทำให้ความยืดหยุ่นรวมของงานที่อยู่ถัดไปลดลง จึงกล่าวได้ว่างาน J มีเวลายืดหยุ่นรวม 8 สัปดาห์ และเวลายืดหยุ่นให้เปล่า 7 สัปดาห์

ในขั้นตอนของการวางแผน อาจมีความจำเป็นต้องตัดสินใจเพิ่มช่วงเวลาทำงานของงาน J ( ยกตัวอย่างเช่น ต้องการลดทันทียากรที่ต้องจัดสรรให้กับงาน J โดยการเพิ่มเวลาทำงานของงาน J ให้ยาวนานขึ้น ) ในกรณีที่ต้องทำเช่นนี้แล้ว เวลายืดหยุ่นที่มีอยู่ของงานถัดไปก็อาจจะถูกลดลง แต่ถ้าเราเพิ่มช่วงเวลาของงาน J ไม่เกินเวลายืดหยุ่นให้เปล่าก็จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อการใช้เวลายืดหยุ่นของงานถัดไป

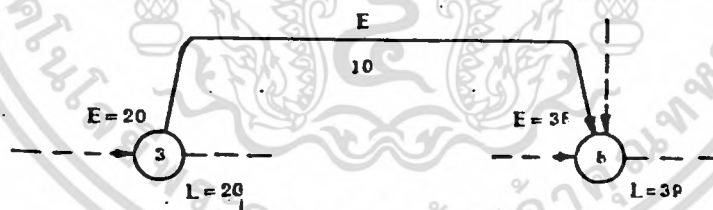
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถนำมาเขียนเป็นสูตรในการคำนวณค่าความยืดหยุ่นให้เปล่าได้

$$\begin{aligned}
 FF_{1,3} &= E_3 - (E_1 + D_{1,3}) \\
 &= E_3 - EF_{1,3} \\
 FF_{2,8} &= E_8 - EF_{2,8} \\
 &= 38 - 31 \\
 &= 7 \text{ สัปดาห์}
 \end{aligned}$$

### 3. เวลายืดหยุ่นอิสระ (Independent Float), $IF_{1,3}$

หมายถึง เวลายืดหยุ่นที่แสดงให้เห็นว่างานที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นสามารถล่าช้าออกไปได้ โดยไม่มีผลกระทบต่องานที่มีอยู่ก่อนหน้าและที่อยู่ถัดไป



รูปที่ 2.7 ส่วนของโครงข่าย

จากรูปที่ 2.7 งาน E มีเวลาให้สูงสุดเท่ากับ  $38 - 20$  เท่ากับ 19 สัปดาห์ แต่เวลาที่จำเป็นต้องใช้สำหรับงาน E คือ 10 สัปดาห์ ดังนั้นเวลายืดหยุ่นรวมคือ 9 สัปดาห์ ซึ่งการวิเคราะห์ก็เหมือนกับที่กล่าวมาแล้วคือ ได้ค่าความยืดหยุ่นให้เปล่าเท่ากับ 8 สัปดาห์ ถ้างานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกงานที่เกี่ยวข้องต้องการใช้เวลายืดหยุ่นเท่าที่เป็นไปได้โดยไม่เกิดผลกระทบต่อกันและกัน นั่นคืองานแต่ละงานต้องเริ่มต้นที่เวลาช้าสุด และให้แล้วเสร็จในเวลาที่งานถัดไปเริ่มต้นได้เร็วที่สุด และนั่นเป็นเวลาที่มีน้อยที่สุดที่มีให้สำหรับแต่ละงาน ดังนั้นเวลาที่มีให้กับงาน E น้อยที่สุดทำได้ดังนี้

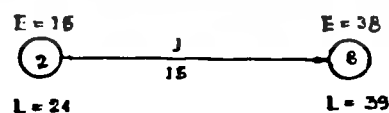
$$\begin{aligned} \text{เวลาที่มีให้สำหรับงาน E น้อยที่สุด} &= 38 - 20 \text{ สัปดาห์} \\ &= 18 \text{ สัปดาห์} \\ \text{แต่เวลาที่จำเป็นสำหรับงาน E} &= 10 \text{ สัปดาห์} \\ \text{งาน E มีความยืดหยุ่นอิสระ} &= 8 \text{ สัปดาห์} \end{aligned}$$

เวลายืดหยุ่นของงาน E (8 สัปดาห์) เมื่อนำไปใช้จนหมดก็ไม่มีผลกระทบต่อทั้งงานที่อยู่ก่อนหน้างาน E และงานที่อยู่ถัดจากงาน E ไป จากที่กล่าวมาสูตรในการคำนวณหาค่าเวลายืดหยุ่นอิสระของงาน  $i-j$  ใด ๆ เขียนได้ดังนี้

$$IF_{i,j} = (E_j - L_i) - D_{i,j}$$

#### Slack หรือ Interference Float

เป็นลักษณะของเวลายืดหยุ่น อีกประเภทหนึ่งที่แตกต่างกันจากเวลายืดหยุ่นที่เคยกล่าวมาแล้ว กล่าวคือ เป็นเวลาที่ชี้ให้เห็นว่างานนั้นสามารถเลื่อนออกไปได้เท่าไร โดยพิจารณาจากเหตุการณ์ที่หัวลูกศรและหางลูกศร ซึ่งมีเวลาเร็วสุดและช้าสุดของแต่ละเหตุการณ์อยู่ และสำหรับค่า slack ก็คือ ความแตกต่างระหว่าง 2 ค่านี้ ดังเช่นเหตุการณ์ที่ 2



รูปที่ 2.8 ความแตกต่างระหว่างค่า slack 2 ค่า

เวลาเกิดขึ้นเร็วสุดของเหตุการณ์ คือ 16 สัปดาห์ และเวลาเกิดขึ้นช้าสุดของเหตุการณ์คือ 24 สัปดาห์ ดังนั้นค่า slack ที่คำนวณได้คือ 8 สัปดาห์ สำหรับเหตุการณ์ที่ 8 ค่า slack ก็คือ 1 สัปดาห์ (เวลาเริ่มต้นของงานอยู่ที่หางและเวลาแล้วเสร็จของงานอยู่ที่หัว) จึงสามารถกล่าวได้ว่างาน 2-8 มี slack ที่หาง (tail slack) เท่ากับ 8 สัปดาห์ และ slack ที่หัว (lead slack) 1 สัปดาห์ สำหรับ slack ที่หางของงานใด ๆ ซึ่งให้เห็นว่าเหตุการณ์เริ่มต้นของงานนั้นเกิดขึ้นได้เร็วสุด และช้าสุดเมื่อใดขณะที่ slack ที่หัวซึ่งเหตุการณ์ของงานที่อยู่ถัดไป

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลายืดหยุ่น (float) และ slack พออธิบายได้ดังนี้

เวลายืดหยุ่นให้เปล่า เท่ากับ เวลายืดหยุ่นรวม - slack ที่หัว

เวลายืดหยุ่นอิสระ เท่ากับ เวลายืดหยุ่นให้เปล่า - slack ที่หาง

ประยุกต์สมการดังกล่าวกับงาน 2-8 จะได้

เวลายืดหยุ่นรวม เท่ากับ  $39 - 16 - 15$

เท่ากับ 8 สัปดาห์

slack ที่หัว เท่ากับ 1 สัปดาห์

slack ที่หาง เท่ากับ 8 สัปดาห์

เพราะฉะนั้นเวลายืดหยุ่นให้เปล่า เท่ากับ  $8 - 1$

เท่ากับ 7 สัปดาห์

เวลายืดหยุ่นอิสระ เท่ากับ  $7 - 8$

เท่ากับ -1 สัปดาห์ในทางปฏิบัติคือ

ว่ามีค่าเท่ากับ 0

Slack สามารถใช้วัดการยอมรับกำหนดเวลาโครงการที่ได้วางแผนไว้ เช่นถ้าสายงานวิกฤติใช้เวลาทั้งหมดตามแผน 51 สัปดาห์ แต่เวลาที่กำหนดเป็นเป้าหมายคือ 41 สัปดาห์ ทำให้ slack บนสายงานวิกฤติมีค่าเป็น -10 สัปดาห์การใช้ค่า slack เป็นเรื่องที่สะดวกมากในขณะที่โครงการกำลังดำเนินงานไปจริง ๆ เพราะค่า slack ที่คำนวณจากค่าจริงให้ผลดีกว่าใช้ช่วงเวลาที่ประเมินไว้ ในกรณีที่ค่า slack ยังมีค่าเป็นบวกก็เป็นไปได้ที่โครงการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปตามกำหนดที่วางไว้ โดยไม่จำเป็นต้องทำการวางแผนใหม่ แต่ถ้าค่า slack มีค่าเป็นลบ ก็จำเป็นต้องทำการวางแผนใหม่ เพื่อให้การแล้วเสร็จของโครงการเป็นไปตามเวลาที่ได้กำหนด หรือตกลงกันได้

### การกำหนดเวลางานโครงการโดยวิธี PERT

#### ก-หลักการของ PERT (Principle of PERT )

เนื่องจากความไม่แน่นอนของเวลาการทำงานนี้ จึงทำให้การประมาณเวลาเพื่อหาค่าตัวแทนของเวลาการทำงานแต่ละงานมีความยุ่งยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้น สำหรับการประมาณเวลาของแต่ละงาน ต้องใช้ทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็น สำหรับรูปแบบการแจกแจงของความน่าจะเป็นที่สอดคล้องกับข้อมูลที่เกิดขึ้นต้องมีลักษณะดังนี้

1. การกระจายของข้อมูลเวลาที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดขึ้นสูงสุดมีเพียงกลุ่มเดียว
2. การกระจายของข้อมูลที่ใช้เวลาทำงานสั้นที่สุดมีความน่าจะเป็นเกิดขึ้นน้อย (ประมาณ 1/20)
3. การกระจายข้อมูลที่ใช้เวลาทำงานยาวนานที่สุดมีความน่าจะเป็นเกิดขึ้นน้อย (ประมาณ 1/20)
4. สามารถวัดความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ประมาณได้

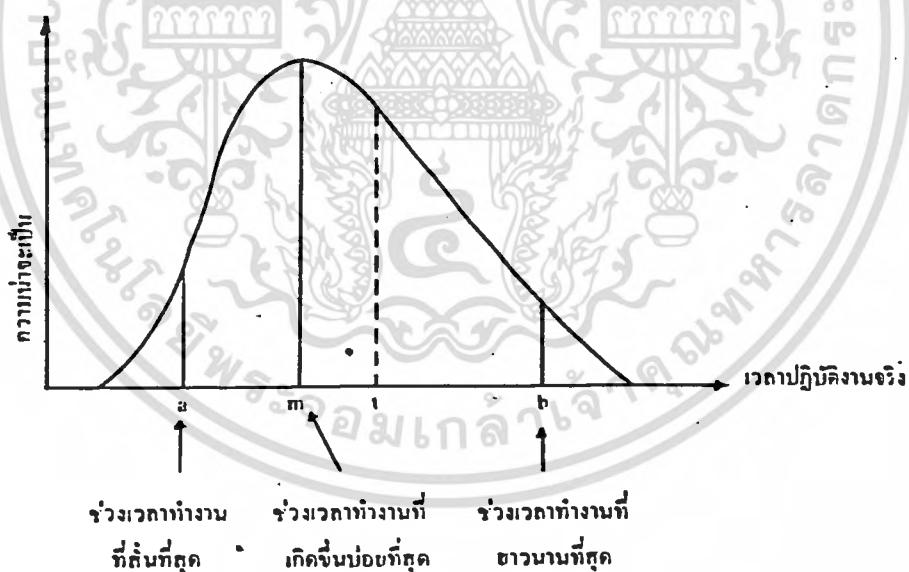
จากคุณลักษณะดังกล่าวพบว่า การแจกแจงแบบ beta เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการประมาณเวลาการทำงาน นอกจากเหตุผลของคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว การแจกแจงแบบ beta ยังมีคุณสมบัติที่เหมาะสมอีก 3 ประการ คือ

- (1) รูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง
- (2) รูปแบบการแจกแจงแบบ beta ไม่จำเป็นต้องสมมาตร
- (3) การแจกแจงแบบ beta มีการกำหนดขอบเขตของค่าสูงสุดและต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติต่างๆ ของการแจกแจงแบบ beta ตามที่ได้กล่าวมานี้ ทำให้การประมาณเวลาการทำงานของแต่ละงานประกอบด้วยข้อมูลเวลา 3 ค่า คือ

1. ช่วงเวลาทำงานสั้นสุดสำหรับงานนั้น (most optimistic time) ช่วงเวลาดังกล่าวมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยประมาณ 1:20 ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย a
2. ช่วงเวลาทำงานยาวนานที่สุดสำหรับงานนั้น (most pessimistic time) ช่วงเวลาดังกล่าวมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยประมาณ 1:20 ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย b
3. ช่วงเวลาทำงานที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุดในการทำงานนั้น (most likely time) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย m ซึ่งค่า m นี้จะอยู่ระหว่างค่า a และ b



รูปที่ 2.9 ลักษณะของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ beta

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสามารถหาข้อมูลของช่วงเวลางานทั้ง 3 ค่าได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องรวมเวลาทั้ง 3 ค่านี้ให้เป็นค่าเดียว โดยการหาค่าน้ำหนักถ่วงเฉลี่ยทางสถิติ พิจารณากำหนดช่วงเวลาที่งานควรจะแล้วเสร็จ ไม่ควรกำหนดให้  $b$  มีน้ำหนักมากกว่า  $m$  ทั้งนี้เพราะ การทำงานใดๆ ใช้เวลาในการทำงานเท่ากับค่า  $b$  แสดงว่าในระหว่างการทำงานได้เกิดปัญหาและอุปสรรคต่างๆ มากมายกว่าที่ควรจะเกิดขึ้นตามปกติ ซึ่งจะเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก ด้วยเหตุนี้เวลาที่งานควรจะแล้วเสร็จจึงน่าจะใช้เวลาน้อยกว่าค่า  $b$  ตามปกติงานส่วนใหญ่จะแล้วเสร็จในช่วงเวลา  $m$  ดังนั้น  $m$  จึงควรมีน้ำหนักมากกว่า  $b$  และในทำนองเดียวกันค่า  $a$  ก็ควรมีน้ำหนักน้อยกว่า  $m$  การที่ใช้เวลาในการทำงานเท่ากับ  $a$  ก็แสดงว่า ในการทำงานแทบจะไม่มีปัญหาหรืออุปสรรคเกิดขึ้นเลยทุกอย่างเป็นไปอย่างราบรื่น ซึ่งเหตุการณ์ในลักษณะนี้ตามปกติไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก โอกาสที่งานจะใช้เวลามากกว่า  $a$  จึงมีมากกว่า ดังนั้น  $m$  จึงควรมีน้ำหนักมากกว่า  $a$  และเมื่อเทียบระหว่างค่า  $a$  และ  $b$  แล้ว โอกาสที่งานจะแล้วเสร็จใกล้กับช่วงเวลาที่ 2 นี้มีเท่าๆ กัน ด้วยเหตุนี้ค่า  $a$  และค่า  $b$  จึงถูกกำหนดให้มีน้ำหนักเท่ากัน ดังนั้นในการคำนวณเวลาโดยเฉลี่ยที่คาดว่าจะต้องใช้ (expected or mean time) สำหรับงานใดๆ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$t_i = (a_i + 4m_i + b_i) / 6$$

เนื่องจากค่า  $t_i$  ที่คำนวณได้เป็นเพียงค่าประมาณ ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) จากสูตร

$$\sigma t_i = (b_i - a_i) / 6$$

สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเกิดจากการกำหนดค่าความเชื่อมั่น 99.73% (หรือ  $\pm 3\sigma$ ) ว่าค่าของข้อมูลจะไม่ออกนอกขอบเขตของค่า  $a$  และ  $b$

## ข. การหาสายงานวิกฤติ (Finding the Critical Path)

1. การคำนวณแบบไปข้างหน้า (forward pass computation) เพื่อคำนวณหาเวลาที่เร็วที่สุดแต่ละเหตุการณ์ในโครงข่ายสามารถเกิดขึ้นได้

2. คำนวณแบบย้อนกลับ (backward pass computation) เพื่อคำนวณหาเวลาที่ช้าที่สุดของแต่ละเหตุการณ์ในโครงข่ายสามารถเกิดขึ้นได้

3. ภายหลังจากที่ทำการคำนวณแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับแล้ว ขึ้นต่อไปเป็นการคำนวณค่า slack ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ยอมให้การเกิดขึ้นของแต่ละเหตุการณ์ในโครงข่ายเลื่อนออกไปได้ โดยหาได้จากผลต่างของเวลาที่เกิดขึ้นเร็วสุด (E) และช้าสุด (L) ของแต่ละเหตุการณ์ (L-E)

4. พิจารณาเวลารวมโดยเฉลี่ยของแต่ละสายงาน เพื่อหาสายงานวิกฤติเวลารวมโดยเฉลี่ยของสายงานใด ( $t_m$ ) หาได้จากผลรวมของเวลางานเฉลี่ยแต่ละงานในสายงาน

นั้น ( $t_{i,s}$ )

$$t_s = \sum_{i=1}^n t_{i,s}$$

เมื่อ  $t_m$  = เวลารวมโดยเฉลี่ยของงานในสายงาน s ใด ๆ

$t_{i,s}$  = เวลาเฉลี่ยของงาน i ใด ๆ ในสายงาน s

n = จำนวนงานทั้งหมดที่มีอยู่ในสายงาน s

ถ้าเวลารวมโดยเฉลี่ยของสายงานใดมีค่ามากที่สุด หรือสายงานใดมีค่า slack เป็น 0 ก็แสดงว่าสายงานนั้นเป็นสายงานวิกฤติ การคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสายงานใด ๆ ก็คล้ายกัน เพียงแต่ต้องหาในรูปของผลรวมความแปรปรวนของแต่ละสายงาน ( $V_m$ ) แล้วจึงหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma_s$ ) โดยทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\text{ความแปรปรวนของเวลางาน } i \text{ ใด ๆ } (V_{i,i}) = t_{i,i}^2 = \left( \frac{b_i - a_i}{6} \right)^2$$

$$\text{ความแปรปรวนของสายงาน } s \text{ ใด ๆ } (V_s) = \sum_{i=1}^n V_{i,i,s}$$

$$\text{ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสายงาน } s \text{ ใด ๆ } (\sigma_s) = \sqrt{V_s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกรณีที่โครงการนั้นมีสายงานวิกฤติได้หลายสายงาน จะใช้ความแปรปรวนของแต่ละสายงานวิกฤติเป็นเครื่องตัดสินใจในการเลือก โดยจะเลือกสายงานที่มีความแปรปรวนสูงที่สุด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาแล้วเสร็จของโครงการมีประโยชน์เช่นเดียวกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละงาน คือ เพื่อนำไปใช้ในการหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะสามารถแล้วเสร็จตามช่วงเวลาต่างๆ

#### ค. การหาโอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จตามหมายกำหนดเวลา

##### (Probability of Meeting a Scheduled Date)

เป็นที่ทราบกันในบทเรียนที่ผ่านมาว่า เวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จของโครงการขึ้นอยู่กับผลรวมของเวลาปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยของงานแต่ละงานที่อยู่บนสายงานวิกฤติของโครงการ เป็นเพียงการคาดหมายว่าจะเป็นสายงานวิกฤติเท่านั้น จริงๆ แล้วอาจจะไม่ใช่ก็ได้ ด้วยเหตุนี้เวลาแล้วเสร็จของโครงการจึงอาจคลาดเคลื่อนไปจากเวลาที่คาดหมายได้ แต่อย่างไรก็ตามโอกาสของเวลาแล้วเสร็จของโครงการตามกำหนดเวลาต่างๆ ก็ไม่เท่ากัน ดังนั้น เพื่อให้ผู้จัดการโครงการสามารถตัดสินใจดำเนินงานใดๆ ได้อย่างถูกต้อง จึงต้องรู้ให้ได้ว่าโอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จตามกำหนดเวลาต่างๆ เป็นเท่าไร ดังนั้นจากทฤษฎีจำกัดศูนย์กลาง (Central limit theorem) ถ้ามีจำนวนงานในสายงานมากพอและงานแต่ละงานเป็นอิสระต่อกันจะสรุปได้ว่า เวลาทั้งหมดของสายงานนั้นมีลักษณะการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ดังนั้นเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จของโครงการที่ได้จากสายงานวิกฤติจึงมีการกระจายแบบปกติเช่นกัน โดยอาศัยทฤษฎีจำกัดศูนย์กลาง ถ้าให้ผลรวมของเวลาทำงานในสายงานวิกฤติเป็น  $T$  และผลรวมของความแปรปรวนของเวลาในสายงานวิกฤติเป็น  $V_T$  ดังนั้น ถ้าต้องการหาโอกาสที่เป็นไปได้ของโครงการที่จะแล้วเสร็จในช่วงเวลา  $X$  สามารถหาได้จากสูตร ดังนี้

$$Z = (X - T) / \sqrt{V_T}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า  $z$  ที่ได้ไปเปิดตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ ทำให้รู้ค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสในการแล้วเสร็จของโครงการ ในช่วงเวลา  $x$  ได้



รูปที่ 2.10 โค้งการแจกแจงแบบปกติแสดงความน่าจะเป็นในการแล้วเสร็จของโครงการ

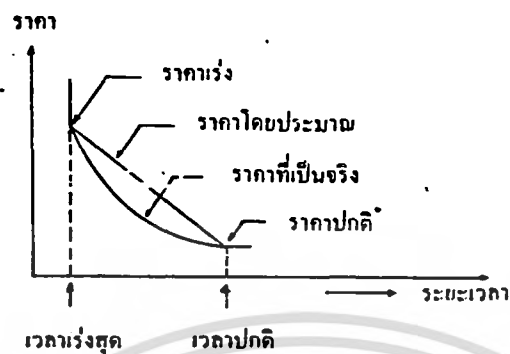
### การเร่งโครงการ

การวางแผนโครงการโดยวิธีวิเคราะห์สายงานวิกฤติทั้งแบบ CPM และ PERT ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นทำให้ทราบว่า เวลาเสร็จสิ้นของโครงการจะเป็นเมื่อไร ถ้าปรากฏว่าเวลาแล้วเสร็จของโครงการตามแผนที่คำนวณไว้ใช้เวลามากกว่าเวลาที่ได้กำหนดไว้ ผู้บริหารโครงการจำเป็นต้องเร่งระยะเวลาการทำงานของงานบางงานในโครงการให้สั้นกว่าปกติ เพื่อให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามการเร่งรัดโครงการในบางครั้ง อาจมีค่าใช้จ่ายมุ่งหมายเพื่อให้เป็นไปตามระยะเวลา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครงการที่กำหนดไว้เพียงอย่างเดียว แต่อาจเป็นเพราะระยะเวลาตามแผนที่คำนวณได้นั้น อาจไม่เหมาะสมในด้านของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ค่าใช้จ่ายของโครงการอาจสูงเกินไป ถ้าปล่อยให้ดำเนินไปตามแผนปกติ แต่ถ้าเร่งเวลาของโครงการให้เสร็จเร็วขึ้นอาจจะทำให้ค่าใช้จ่ายบางอย่างของโครงการลดลง เช่น ค่าใช้จ่ายในการควบคุมโครงการ ค่าเช่าเครื่องจักร และอุปกรณ์ ค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน ค่าเช่าสำนักงาน ค่าภาษี ค่าประกันภัย และค่าปรับเมื่อส่งงานไม่ทันกำหนด เป็นต้น ค่าใช้จ่ายดังกล่าวนี้จะลดลงเมื่อมีการเร่งโครงการให้เร็วขึ้น ซึ่งเรียกค่าใช้จ่ายทางอ้อมหรือราคาทางอ้อม แต่ในขณะเดียวกันในการเร่งงานก็ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เช่น ค่าใช้จ่ายในการเพิ่มอุปกรณ์แรงงานเข้าช่วยในการทำงานหรือเร่งทำล่วงเวลา เป็นต้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ถือว่าเป็นราคาทางตรง ฉะนั้น ในการเร่งโครงการจึงต้องคำนึงถึงทั้งราคาทางตรงและราคาทางอ้อม เมื่อมีการเร่งงานราคาทางตรงจะสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม ราคาทางอ้อมจะลดลง วิธีที่จะพิจารณาว่าควรเร่งงานต่อไปหรือไม่ เราต้องพิจารณาว่าถ้าการเร่งโครงการนั้นทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของราคาทางตรงน้อยกว่าอัตราการลดลงของราคาทางอ้อม ก็สมควรที่จะเร่งงานต่อไป ซึ่งก็หมายความว่า การเพิ่มคนงาน อุปกรณ์ เครื่องทุ่นแรงหรือทรัพยากรอื่นๆ เพื่อเร่งงานให้เสร็จเร็วขึ้นนั้นจะไม่มี ความหมายเลยถ้าราคาในการเร่งงานนั้นสูงมากขึ้น โดยที่ผลงานไม่เพิ่มขึ้นเท่าที่ควร

### ก- การพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและเวลา

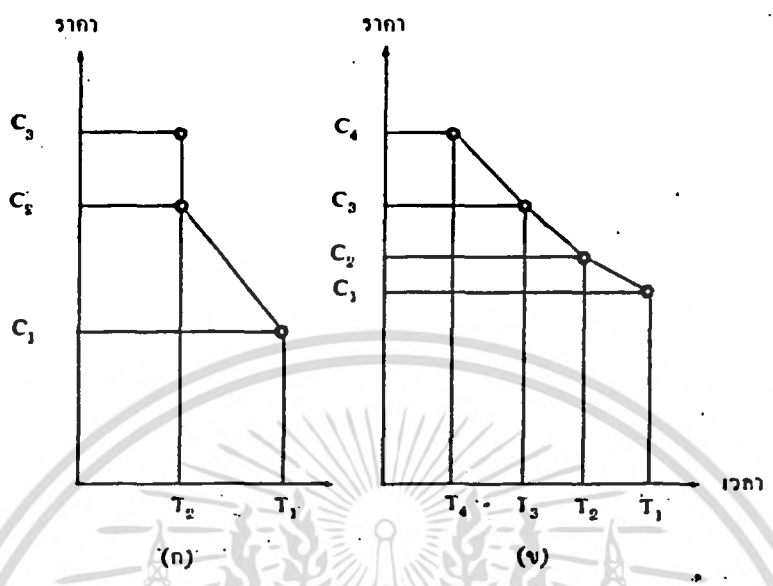
ตามปกติในการเร่งงานโครงการต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น อาจจะมีมากหรือน้อย พิจารณาจากรูปที่ 2.11 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้งาน โดยพิจารณาไปตามเส้นโค้ง แต่เพื่อให้สะดวกในการคำนวณจึงสมมติให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนวันที่เร่งได้จากเวลาทำงานปกติ



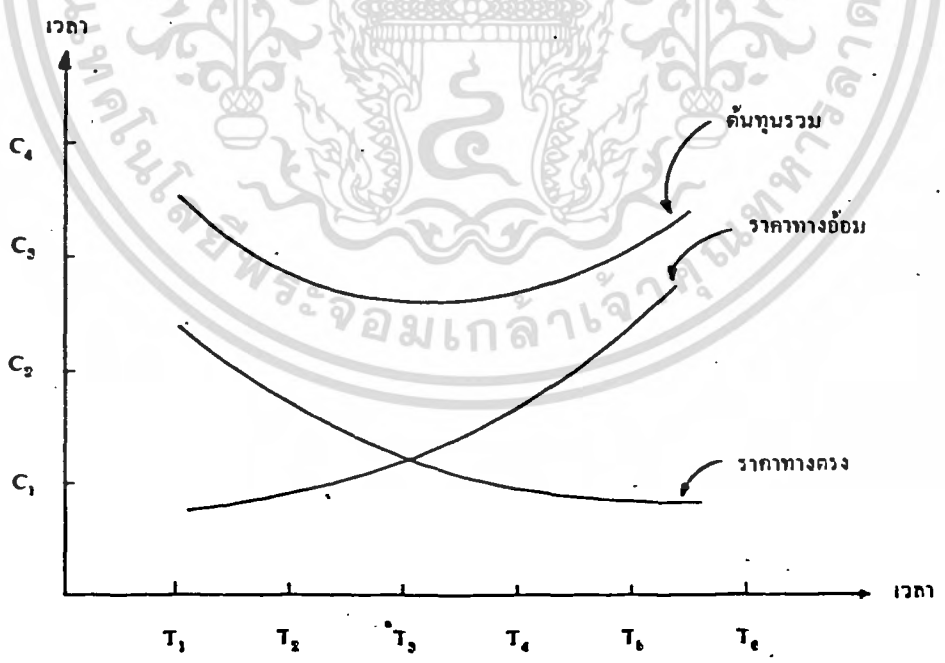
รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการเร่งงานกับเวลาที่เร่งได้

ในการวิเคราะห์ตัดสินใจเร่งโครงการนั้นต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอย่างรอบคอบ เพราะงานบางอย่างไม่สามารถเร่งให้เสร็จเร็วได้ไม่ว่าจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเท่าใดก็ตาม งานบางอย่างต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เพื่อลดเวลาทำงานลง นิยามจากรูป 2.12(ก) การลดเวลาทำงานของงานวิกฤติ จาก  $T_1$  เป็น  $T_2$  ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจาก  $C_1$  เป็น  $C_2$  ถึงแม้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายขึ้นเป็น  $C_3$  ก็ไม่ทำให้เวลาการทำงานนั้นลดลงได้ รูป 2.12 (ข) แสดงการลดเวลาของงานวิกฤติ ซึ่งอัตราค่าใช้จ่ายของการเร่งงานจะสูงขึ้นมาก เมื่อต้องการเร่งงานให้เสร็จเร็วขึ้น อธิบายได้จากความชันที่เพิ่มขึ้นของเส้นตรง แสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและเวลางาน

ในการวิเคราะห์เร่งโครงการนั้น ต้องพิจารณาส่วนของค่าใช้จ่ายที่ลดลง (ราคาทางอ้อม) และส่วนของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น (ราคาทางตรง) ซึ่งช่วยให้การตัดสินใจดำเนินการได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ดังรูป 2.13 แสดงให้เห็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการกำหนดเวลาโครงการที่ประหยัดที่สุด



รูปที่ 2.12 แสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายและเวลาดำเนินการ



รูปที่ 2.13 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการเลือกกำหนดเวลาโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข. วิธีการเร่งโครงการ

เนื่องจากระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการขึ้นอยู่กับระยะเวลาของสายงานวิกฤติ ดังนั้นในการเร่งเวลาของโครงการ จึงต้องเร่งงานที่อยู่ในสายงานวิกฤติให้เสร็จเร็วขึ้น จึงมีผลต่อการเร่งเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ในการพิจารณางานวิกฤติเพื่อเร่งให้เร็วขึ้นนั้น ต้องพิจารณางานวิกฤติที่มีอัตราค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเวลาน้อยที่สุด สำหรับรายละเอียดในการเร่งโครงการนั้น สามารถอธิบายไปพร้อมกับตัวอย่างต่อไปนี้

พิจารณาจากตัวอย่างโครงการวางแผนแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ โดยผู้ควบคุมโครงการ ได้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ที่ต้องเสียไปตามระยะเวลาดำเนินงานโครงการ ประมาณ 30,000 บาทต่อวัน ถ้าสามารถลดเวลาแล้วเสร็จของโครงการลงได้มากเท่าใด ค่าใช้จ่ายทางอ้อมก็จะลดลงไปตามจำนวนวันที่ลดได้

สำหรับเวลาทำงานปกติและเวลาที่สามารถเร่งได้ของแต่ละงานรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องของการทำงานแบบปกติและแบบเร่งงานได้แสดงในตารางที่ 2.1 โดยค่าของ  $c$  จะถูกเลือกมาใช้เป็นเวลาทำงานปกติ และเวลาทำงานแบบเร่งของแต่ละงานพิจารณาจากเวลาที่สามารถทำได้สั้นที่สุดของงานนั้น

ชื่องาน	เวลาทำงาน (วัน)			ค่าใช้จ่ายที่เพิ่ม		ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจาก การเร่งงาน 1 วัน
	แบบปกติ	แบบเร่ง	เวลาที่เร่งได้	แบบปกติ	แบบเร่ง	
L	4	3	1	10,000	45,000	35,000
M	4	2	2	15,000	51,000	36,000
N	4	4	0	20,000	20,000	-
P	9	4	5	50,000	100,000	50,000
Q	16	8	8	200,000	286,000	86,000
R	2	1	1	6,000	14,000	8,000
S	1	1	0	0	0	-
T	2	1	1	250,000	6,000,000	5,750,000
U	4	3	1	220,000	234,000	14,000
V	2	2	0	70,000	70,000	-
W	2	1	1	250,000	600,000	350,000
รวม				1,091,000	2,050,000	

ตารางที่ 2.1 แสดงเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงานต่อวัน ภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่า ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนวันที่เร่งได้ ดังนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการเร่งงานต่อวัน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายเมื่อเร่งงาน} - \text{ค่าใช้จ่ายเมื่อทำงานปกติ}}{\text{เวลาปกติ} - \text{เวลาเร่งงาน}}$$

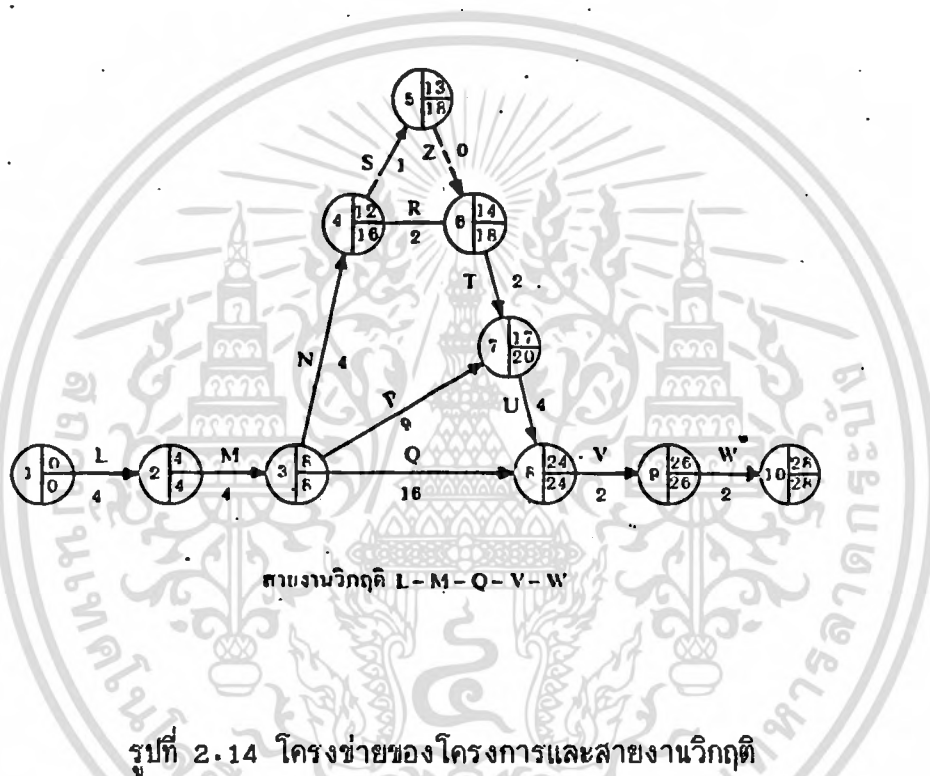
ตัวอย่างเช่น งาน Q ใช้เวลาในการทำงานให้แล้วเสร็จตามปกติ 16 วัน โดยเสียค่าใช้จ่าย 200,000 บาท สามารถเร่งให้เหลือ 8 วัน คือ สามารถเร่งเวลาของงานให้เสร็จได้เร็วขึ้นเป็น 296,000 บาท ดังนั้นโดยเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงานให้เสร็จเร็วขึ้น 1 วัน จะเท่ากับ 12,000 บาท แสดงการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการเร่งงาน Q เป็นเวลา 1 วัน} &= \frac{296,000 - 200,000}{16 - 8} \\ &= \frac{96,000}{8} \\ &= 12,000 \text{ บาท} \end{aligned}$$

จากตารางที่ 2.1 แถวตั้งสุดท้าย (ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน 1 วัน) จะสังเกตเห็นว่างาน N,S และ V ไม่สามารถที่จะเร่งได้ทั้งนี้เพราะเวลาที่กำหนดให้งานเหล่านั้นเป็นเวลาที่ทำงานที่น้อยที่สุดแล้ว งาน L,T และ W มีอัตราเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อวันสูงกว่า 30,000 บาท ซึ่งเป็นอัตราค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่อวัน ที่สามารถลดลงมาได้ถ้าเร่งโครงการให้เสร็จเร็วขึ้น ดังนั้นงานเหล่านี้จึงไม่มีการพิจารณาเร่งงาน เพราะทำให้ค่าใช้จ่ายของโครงการสูงขึ้นกว่าเดิม ส่วนงานที่เหลือสามารถเร่งได้ตามจำนวนวันที่แต่ละงานสามารถเร่งได้ เช่นงาน M สามารถเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 2 วัน

สำหรับค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของโครงการเมื่อทำงานด้วยอัตราปกติเท่ากับ

1,931,000 บาท และเวลาแล้วเสร็จของโครงการคือ 28 วัน เรียกขั้นตอนนี้ว่า การเร่งงาน  
ขั้นที่ 0 ซึ่งมีโครงข่ายของโครงการและสายงานวิกฤติ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



เนื่องจากเวลาแล้วเสร็จของโครงการขึ้นอยู่กับเวลาในสายงานวิกฤติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเร่งงานทุกงานในโครงการ เพียงแต่เลือกเร่งงานในสายงานวิกฤติที่สามารถทำให้โครงการเสร็จเร็วขึ้น ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าที่จะเร่งทุกงาน สำหรับวิธีการเร่งงานของโครงการพอสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

### การเร่งงานขั้นที่ 1

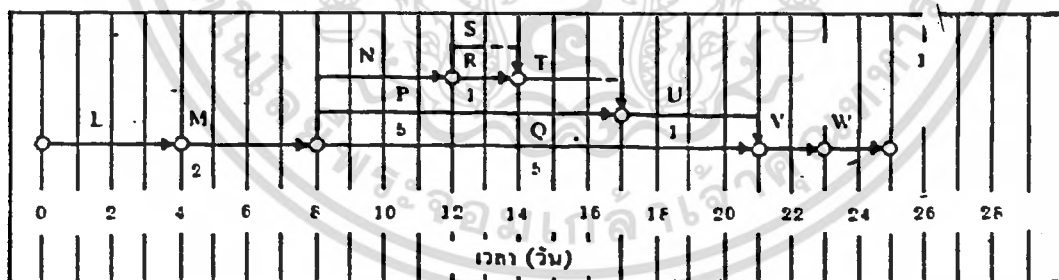
จากการทำงานตามปกติ ในรูปที่ 2.14 มีสายงานวิกฤติอยู่ 1 สายงาน ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยงานวิกฤติ L, M, Q, V และ W ซึ่งมีเฉพาะงาน M และงาน Q เท่านั้นที่สามารถเร่งได้ ดังนี้

เร่งงาน	ค่าใช้จ่ายเพิ่มต่อการเร่งงาน 1 วัน	เวลาที่สามารถเร่งได้ (วัน)
M	18,000	2
Q	12,000	8

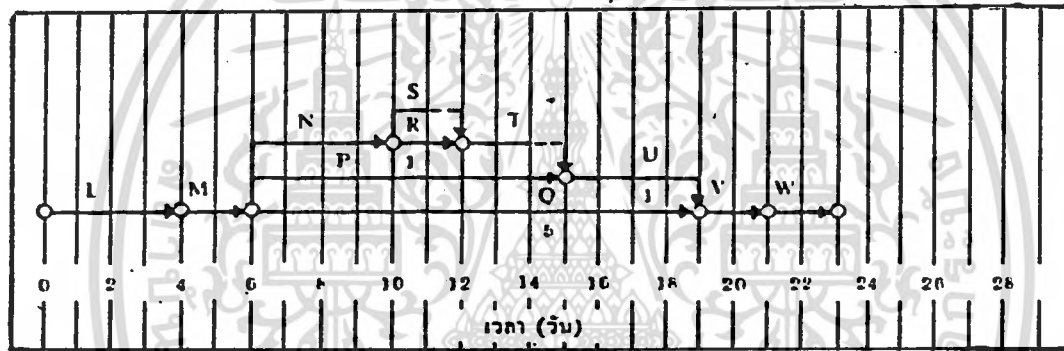
ต้องพยายามเร่งเวลาของงานวิกฤติที่เสียค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อวันน้อยที่สุด โดยเร่งงานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำให้เวลาของโครงการลดลงได้ ดังนั้นจึงควรเร่งงาน Q ก่อน ซึ่งงาน Q นี้สามารถเร่งเวลาทำงานจากปกติ 16 วัน มาเป็น 8 วันได้ แต่เนื่องจากสายงานที่ขนานกับงาน Q ซึ่งมีงาน U ประกอบอยู่นั้นมีค่าเวลายืดหยุ่นอยู่ 3 วัน จึงจำเป็นต้องลดเวลาของงาน Q ลงเพียงแค่ 3 วัน เหลือ 13 วัน การลดเวลาของงาน Q ลง 3 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 36,000 บาท แต่เวลาแล้วเสร็จของโครงการลดลงเหลือ 25 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการลดลง 90,000 บาท สำหรับโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 1 นี้ได้แสดงในรูปที่ 2.15 จะเห็นว่าสายงานวิกฤติเพิ่มขึ้นอีก 1 สายงาน คือ L - M - P - U - V - W



รูปที่ 2.15 โครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 1 เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 25 วัน  
การเร่งงานขั้นที่ 2

ขณะนี้ทั้งสายงาน L - M - Q - V - W และ L - M - P - U - V - W ได้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นสายงานวิกฤติ ดังนั้น ถ้ามีการเร่งเวลางานของสายงานวิกฤติสายใดสายหนึ่งไปกี่วันก็ต้องเร่งสายงานวิกฤติที่เหลือเป็นจำนวนวันเท่ากันด้วย และถ้าเร่งโครงการนี้ให้แล้วเสร็จเร็วขึ้น 1 วัน โดยเร่งได้ 3 ทางคือ เร่งงาน M ลง 1 วัน โดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 26,000 บาท ( 14,000 + 12,000 ) ดังนั้นการเร่งงานที่ประหยัดที่สุดในขณะนี้คือ เร่งงาน M ซึ่งไม่ว่าจะเร่งงาน M ได้เท่าไร โครงการก็จะแล้วเสร็จเร็วขึ้นเท่านั้น แต่งาน M สามารถเร่งได้เร็วที่สุดเพียง 2 วันเท่านั้น โดยต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 36,000 บาท และเวลาแล้วเสร็จของโครงการลดลงเหลือ 23 วัน นั่นคือค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการจะลดลง 60,000 บาท สำหรับโครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขึ้นที่ 2 ได้แสดงในรูปที่ 2.16



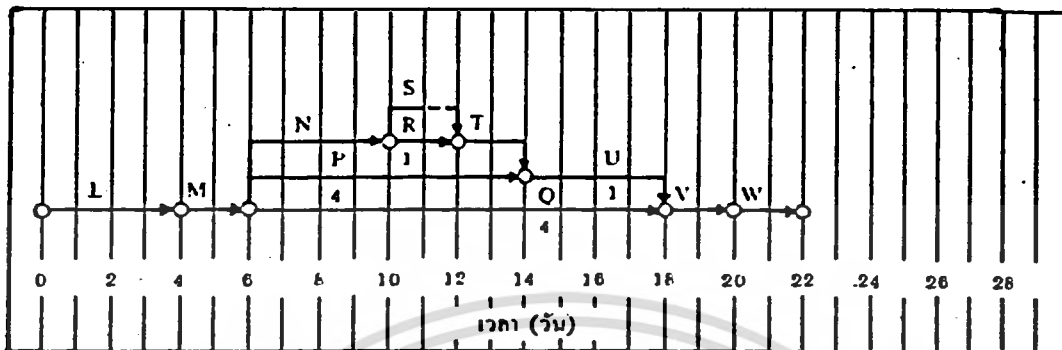
รูปที่ 2.16 โครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขึ้นที่ 2 เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 23 วัน

### การเร่งงานขึ้นที่ 3

ขณะนี้สายงานวิกฤติยังคงมี 2 สายงานเช่นเดิมคือ L - M - Q - V - W และ L - M - P - U - V - W และข้อมูลที่ใช้พิจารณาในขั้นที่ 3 ยังคงเหมือนเดิมยกเว้นงาน M ไม่สามารถจะเร่งให้แล้วเสร็จได้เร็วขึ้นอีกแล้ว ฉะนั้นการเร่งงานที่ประหยัดที่สุดขณะนี้ก็คือเร่งงาน P และงาน Q ให้มากที่สุด แต่งาน P และงาน Q สามารถเร่งได้เพียงวันละ 1 วันเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะเมื่อเร่งงาน P ลง 1 วัน ก็จะทำให้งาน N , R และงาน T กลายเป็นงานวิกฤติขึ้นมาทันที จึงไม่มีประโยชน์ที่จะเร่งงานเกิน 1 วัน ดังนั้นในขั้นตอนที่ 3 เวลาแล้วเสร็จของโครงการลดลง 1 วัน โดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 22,000 บาท และได้โครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ของโครงการดังรูปที่ 2.17



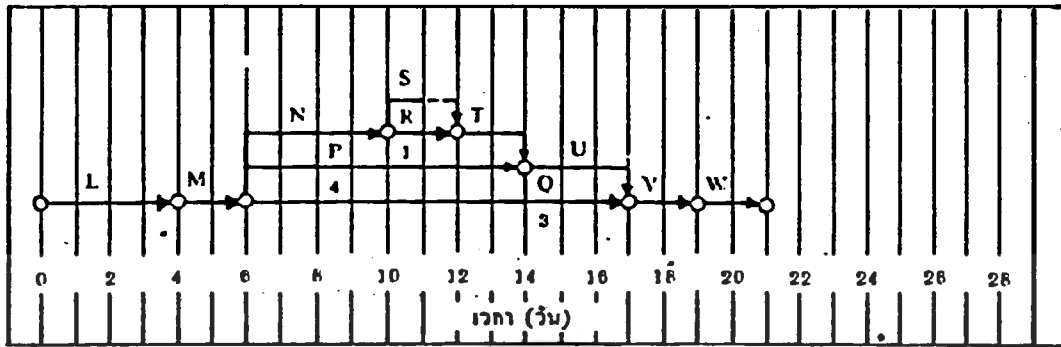
รูปที่ 2.17 โครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 3 เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 22 วัน

## การเร่งงานขั้นที่ 4

จากโครงข่ายของโครงการ รูปที่ 2.18 มีสายงานวิกฤติทั้งหมด 3 สายงานคือ L-M-Q-V-W , L-M-P-U-V-W และ L-M-N-R-T-U-V-W การพิจารณาเร่งเวลาโครงการในขณะนี้สามารถพิจารณาได้ 2 ทางคือ เร่งงาน R , P และ Q หรือเร่งงาน U และ Q

เร่งงาน	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มต่อการเร่งงาน 1 วัน	เวลาที่สามารถเร่งได้
R + P + Q	$8,000 + 10,000 + 12,000 = 30,000$	1
U + Q	$14,000 + 12,000 = 26,000$	1

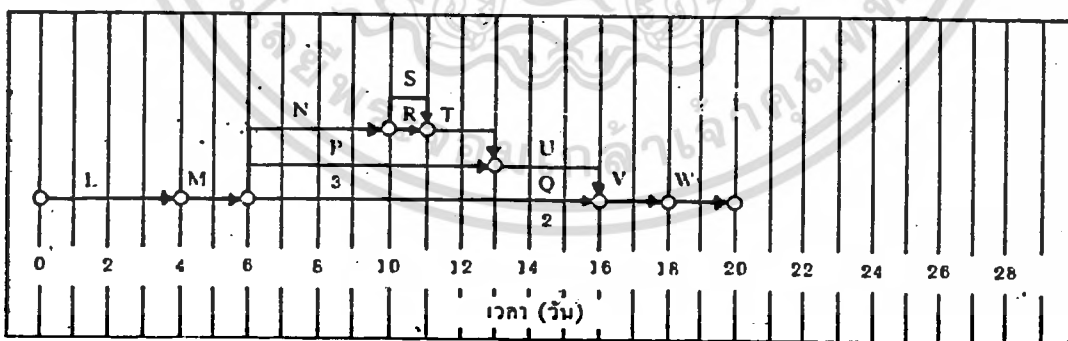
การเร่งงานที่ประหยัดที่สุดในขณะนี้คือ เร่งงาน U และ Q แต่สามารถเร่งได้เพียงวันเดียวเท่านั้น ดังนั้นเวลาแล้วเสร็จของโครงการจะลดลงเหลือ 21 วัน โดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 26,000 บาท โครงข่ายของโครงการในขั้นนี้ ได้แสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 โครงข่ายของโครงการในการเร่งงานขั้นที่ 4 เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 21 วัน

การเร่งงานขั้นที่ 5

สายงานวิกฤติยังคงมี 3 สายงานเหมือนกับการเร่งในขั้นตอนที่ 4 แต่งาน U ไม่สามารถเร่งได้อีก ดังนั้นการเร่งเวลาแล้วเสร็จของโครงการจึงทำได้โดยการเร่งงาน R , P และ Q ทางเดียว แต่เร่งได้เพียงวันเดียวเท่านั้น เพราะงาน R ไม่สามารถเร่งได้มากกว่า 1 วัน โดยเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 30,000 บาท และโครงการนี้จะแล้วเสร็จในเวลา 20 วัน ดังโครงข่ายในรูป 2.19



รูปที่ 2.19 โครงข่ายของโครงการเร่งงานขั้นที่ 5 เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 20 วัน

โครงการนี้สามารถเร่งเวลาให้แล้วเสร็จได้เร็วกว่านี้ แต่เนื่องจากการเร่งโครงการจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการเร่งงานที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่ลดลง ค่าใช้จ่ายรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครงการนี้คำนวณได้จากผลรวมของราคาทางตรงกับราคาทางอ้อม ดังแสดงในตารางที่ 2.2

การเร่งขั้นตอน ที่	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น จากการเร่งงาน	ค่าใช้จ่ายรวม ทางตรง	ระยะเวลา โครงการ	ค่าใช้จ่าย ทางอ้อม	ค่าใช้จ่ายรวม ของโครงการ
0	0	1,091,000	28	840,000	1,931,000
1	36,000	1,127,000	25	750,000	1,877,000
2	36,000	1,163,000	23	690,000	1,853,000
3	22,000	1,185,000	22	600,000	1,845,000
4	26,000	1,211,000	21	630,000	1,841,000
5	30,000	1,241,000	20	600,000	1,841,000

ตารางที่ 2.2 ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการจากการเร่งโครงการตามระยะเวลาต่าง ๆ

อย่างไรก็ตาม ถ้าผู้บริหารโครงการตัดสินใจที่จะลดเวลาแล้วเสร็จของโครงการลงมากกว่านี้ โดยไม่สนใจที่จะทราบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมากกว่าค่าใช้จ่ายที่ลดลง ก็สามารถทำได้ดังนี้

เร่งงาน ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มต่อการเร่งงาน 1 วัน เวลาที่สามารถเร่งได้ เวลาแล้วเสร็จ  
ของโครงการลดลง

T + P + Q 350,000 + 10,000 + 12,000

= 372,000

1

1

W 350,000

1

1

L 350,000

1

1

จะเห็นได้ว่าสามารถเร่งเวลาแล้วเสร็จของโครงการลงได้อีก 3 วัน โดยทำให้โครงการแล้วเสร็จในเวลา 17 วัน แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 757,000 บาท ในขณะที่สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้เพียง 90,000 บาท ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการขณะนั้นคือ 2,508,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท คำนวณได้ดังนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายทางตรง} = 1,241,000 + 757,000 = 1,998,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายทางอ้อม} = (17 \times 30,000) = 510,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ} = 1,998,000 + 510,000 = 2,508,000 \text{ บาท}$$

เวลาแล้วเสร็จของโครงการ 17 วัน เป็นเวลาที่น้อยที่สุดที่โครงการนี้สามารถจะ  
เร่งได้ และไม่สามารถเร่งได้เร็วกว่านี้อีกแล้ว อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเร่ง  
งาน งานของโครงการพบว่า โครงการจะแล้วเสร็จในเวลา 17 วัน เช่นเดียวกัน แต่ค่าใช้จ่าย  
จ่ายของการเร่งงานทุกงานเท่ากับ  $(2,030,000 + 510,000) = 2,540,000$  บาท ซึ่งมาก  
กว่าการเร่งงานเฉพาะงานวิกฤติ 32,000 บาท

## การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ ( Project Cost Control )

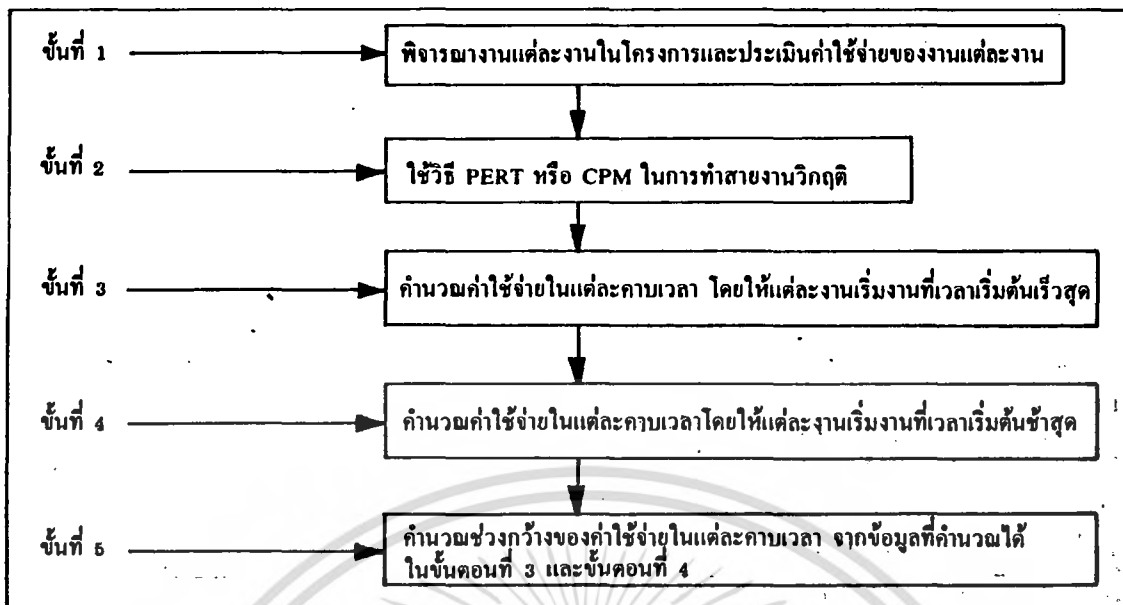
ผู้จัดการโครงการเมื่อทำการบริหารโครงการใหญ่ๆ ส่วนมากมักจะพบปัญหาหลักอยู่ 2 ประการคือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการกำหนดเวลางานโครงการ ปัญหาในลักษณะเช่นนี้จะเห็นได้ว่าทั้งวิธี PERT และ CPM ไม่ได้คำนึงถึงด้านค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งในปัจจุบันนี้ผู้ที่ใช้วิธี PERT และ CPM ต่างก็มองเห็นความจำเป็นที่ต้องควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการนอกกับการวางแผน และควบคุมการกำหนดเวลางานของโครงการ ดังนั้นปัญหาข้อที่สองของการบริหารงานโครงการ จึงเกี่ยวข้องกับการควบคุมงบประมาณและค่าใช้จ่ายของโครงการ ซึ่งวิธีของ PERT/COST จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ที่จะช่วยในการกำหนดเวลางานโครงการ และควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ

ในการวิเคราะห์กระแสการเงินของโครงการ โดยการใช้วิธีของ PERT/COST มีด้วยกัน 5 ขั้นตอน ซึ่ง 5 ขั้นตอนดังกล่าวนี้ได้แสดงให้เห็นเป็นลำดับขั้นตอนก่อนหลัง ดังแสดงในรูปที่ 2.20

สำหรับแต่ละขั้นตอนของ PERT/COST นั้น จะอธิบายไปพร้อมกับตัวอย่างโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่อีกครั้ง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.3

ขั้นที่ 1 ในการวิเคราะห์กระแสการเงิน ควรเริ่มต้นโดยการประเมินค่าใช้จ่าย หรืองบประมาณที่ต้องใช้ในแต่ละงาน ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป ค่าใช้จ่ายของแต่ละงานจะถูกตั้งสมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาเป็นแบบเส้นตรง แต่ข้อสมมติฐานนี้ไม่จำเป็นเสมอไป เพราะถ้าหากข้อสมมติฐานนี้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ก็อาจจะทำการแบ่งงานนั้นออกเป็นงานย่อยๆ ที่พอประมาณได้ใกล้เคียงว่าค่าใช้จ่ายของแต่ละงานย่อยนั้นมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง สำหรับตัวอย่างที่ยกมานี้สมมติว่า ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายเป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นถ้างาน L ประเมินค่าใช้จ่ายไว้เท่ากับ 10,000 บาท ค่าใช้จ่ายต่อวันของงาน L ก็คือ 2,500 บาท ( 10,000 บาท/4 วัน ) สำหรับงานอื่นๆ ก็คำนวณได้ในลักษณะเดียวกัน ยกเว้นงาน T และงาน W ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นค่าใช้จ่ายคงที่ที่ไม่ได้แปรผันตามเวลา ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ขั้นตอนในการวิเคราะห์กระแสการเงินของโครงการ

ตารางที่ 2.3 ค่าใช้จ่ายของแต่ละงานในโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่

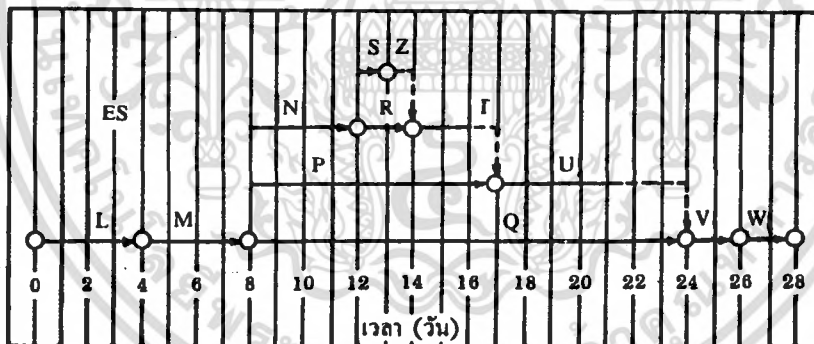
งาน	เวลา (วัน)	ประมาณค่าใช้จ่ายรวม	ประมาณค่าใช้จ่ายรายวัน
L	4	10,000	2,500
M	4	15,000	3,750
N	4	20,000	5,000
P	9	45,000	5,000
Q	16	200,000	12,500
R	2	6,000	3,000
S	1	0	0
T	2	250,000	จ่ายครั้งเดียว
U	4	220,000	55,000
V	2	70,000	35,000
W	2	250,000	จ่ายครั้งเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 หาสายงานวิกฤติของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ โดยใช้วิธีของ PERT จากที่ได้กล่าวมาแล้ว จะได้สายงานวิกฤติของโครงการคือ LMQVW และผลของการกำหนดเวลางานแต่ละงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.3.2

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าใช้จ่ายรายวันที่คาดว่าจะเกิดขึ้น รวมทั้งค่าใช้จ่ายสะสม โดยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจะพิจารณาว่างานแต่ละงานจะเริ่มต้นตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุด (ES) ตั้งโครงข่ายที่วางบนผังมาตรฐานเวลาในรูปที่ 2.21 และสำหรับค่าใช้จ่ายตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดได้แสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งพิจารณาจากค่าใช้จ่ายของงาน T และ W จะเห็นว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่จ่ายครั้งเดียวและจะจ่ายเมื่อเริ่มต้นปฏิบัติงาน สำหรับค่าใช้จ่ายรายวันของวันที่ 8 ของโครงการ คือ ผลบวกของค่าใช้จ่ายรายวันของงาน Q งาน P และงาน N ซึ่งเท่ากับ  $12,500 + 5,000 + 5,000 = 22,500$  บาท และเมื่อคิดค่าใช้จ่ายสะสมมาตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ จะได้เท่ากับ 47,500 บาท



รูปที่ 2.21 ผังมาตรฐานเวลาแสดงโครงข่ายที่เริ่มต้นตามหมายกำหนดการเร็วสุด

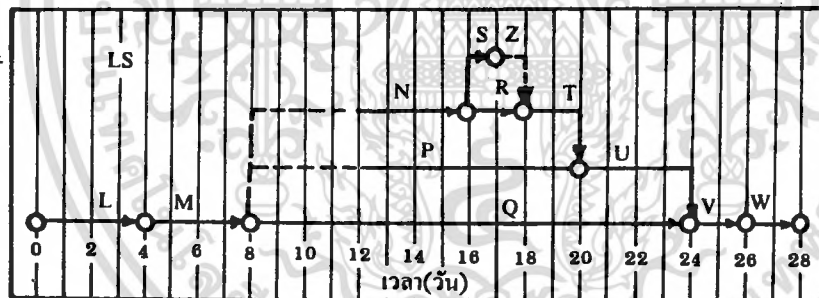
ตารางที่ 2.4 การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุด

วันที่	งานที่เกี่ยวข้อง	ค่าใช้จ่ายรายวันของงานแต่ละงาน	ค่าใช้จ่ายรวมรายวัน	ค่าใช้จ่ายสะสม	งบประมาณที่ได้รับตามงวดเวลาสะสม
0	L	2,500	2,500	2,500	100,000
1	L	2,500	2,500	5,000	
2	L	2,500	2,500	7,500	
3	L	2,500	2,500	10,500	
4	M	3,750	3,750	13,750	
5	M	3,750	3,750	17,500	
6	M	3,750	3,750	21,250	
7	M	3,750	3,750	25,000	
8	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	47,500	300,000
9	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	70,000	
10	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	92,500	
11	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	115,000	
12	QPR	12,500 + 5,000 + 3,000	20,500	135,500	
13	QPR	12,500 + 5,000 + 3,000	20,500	156,000	
14	QPT	12,500 + 5,000 + 250,000	267,500	423,500	
15	QP	12,500 + 5,000	17,500	441,000	
16	QP	12,500 + 10,000	22,500	463,500	600,000
17	QU	12,500 + 55,000	67,500	531,000	
18	QU	12,500 + 55,000	67,500	598,500	
19	QU	12,500 + 55,000	67,500	666,000	
20	QU	12,500 + 55,000	67,500	733,500	
21	Q	12,500	12,500	746,000	1,100,000
22	Q	12,500	12,500	758,500	
23	Q	12,500	12,500	771,000	
24	V	35,000	35,000	806,000	
25	V	35,000	35,000	841,000	
26	W	250,000	250,000	1,091,000	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 4 คำนวณค่าใช้จ่ายรายวันที่คาดว่าจะเกิดขึ้น รวมทั้งค่าใช้จ่ายสะสม โดยกำหนดให้แต่ละงานเริ่มต้นตามหมายกำหนดการเริ่มต้นช้าสุด (LS) ดังโครงข่ายที่วางบนผังมาตรฐานในรูปที่ 2.22 ซึ่งจะได้ค่าใช้จ่ายรายวันของโครงการดังแสดงในตารางที่ 2.5 และมีวิธีพิจารณาได้เช่นเดียวกับในชั้นตอนที่ 3

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายรายวัน และค่าใช้จ่ายสะสมที่ได้แสดงในชั้นตอนที่ 3 และ 4 แสดงให้เห็นถึงกระแสการเงินในแต่ละวัน ที่ไหลออกไปสู่งานต่างๆ ทั้งในกรณีที่เป็นการกำหนดเวลางาน ตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดและ เริ่มต้นช้าสุด



รูปที่ 2.22 ผังมาตรฐานเวลาแสดงโครงข่ายที่เริ่มต้นตามหมายกำหนดการช้าสุด

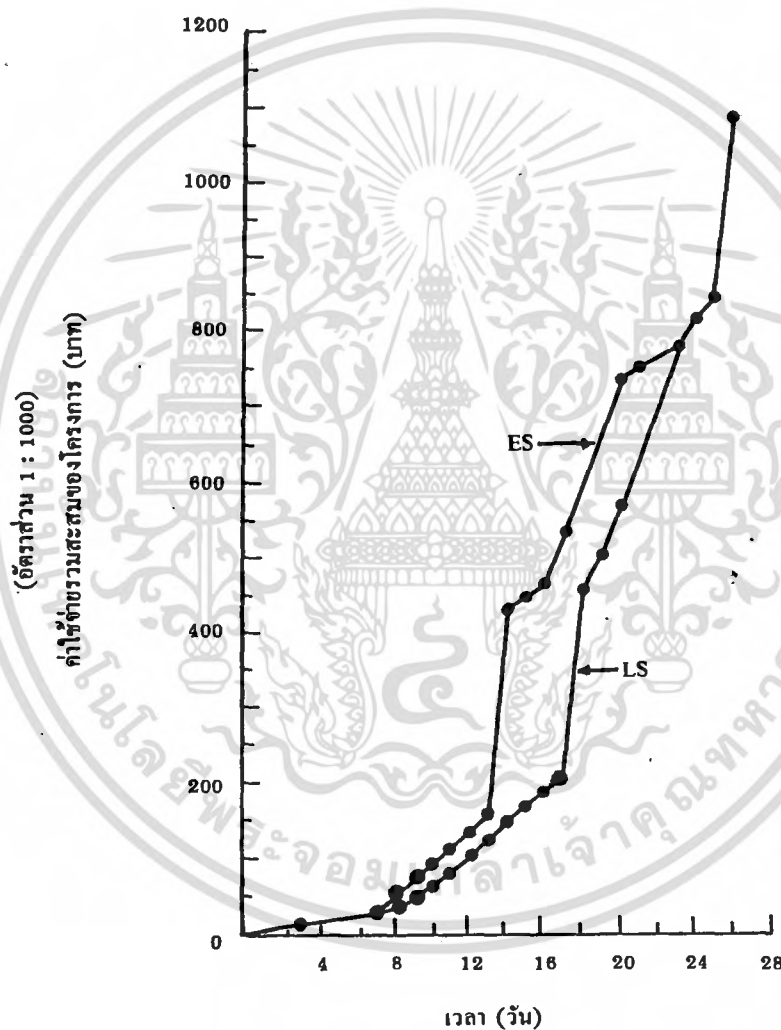
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตามข้อกำหนดการเริ่มต้นเข้าสู่ชุด

วันที่	งานที่เกี่ยวข้อง	ค่าใช้จ่ายรายวันของงานแต่ละงาน	ค่าใช้จ่ายรวมรายวัน	ค่าใช้จ่ายสะสม	งบประมาณที่ได้รับตามงวดเวลาสะสม
0	L	2,500	2,500	2,500	100,000
1	L	2,500	2,500	5,000	
2	L	2,500	2,500	7,500	
3	L	2,500	2,500	10,000	
4	M	3,750	3,750	13,750	
5	M	3,750	3,750	17,500	
6	M	3,750	3,750	21,250	
7	M	3,750	3,750	25,000	
8	Q	12,500	12,500	37,500	300,000
9	Q	12,500	12,500	50,000	
10	Q	12,500	12,500	62,500	
11	QP	12,500 + 5,000	17,500	80,000	
12	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	102,500	
13	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	125,000	
14	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	147,500	
15	QPN	12,500 + 5,000 + 5,000	22,500	170,000	600,000
16	QPR	12,500 + 5,000 + 3,000	20,500	190,500	
17	QPR	12,500 + 5,000 + 3,000	20,500	211,000	
18	QPT	12,500 + 5,000 + 250,000	267,500	278,500	
19	QP	12,500 + 10,000	22,500	501,000	
20	QU	12,500 + 55,000	67,500	568,500	
21	QU	12,500 + 50,000	67,500	636,000	1,100,000
22	QU	12,500 + 50,000	67,500	703,500	
23	QU	12,500 + 50,000	67,500	771,000	
24	V	35,000	35,000	806,000	
25	V	35,000	35,000	841,000	
26	W	250,000	250,000	1,091,000	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 5 แสดงค่าใช้จ่ายรายวันสะสมของโครงการ โดยทำการตรวจสอบให้เห็นถึง ช่วงห่างหรือความแตกต่างระหว่างกระแสการเงินรายวันสะสมที่ไหลออกไปสู่งานต่างๆ ตาม หมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดและหมายกำหนดการเริ่มต้นช้าสุด ซึ่งข้อมูลที่ได้ สรุปได้ดังแสดง ในตารางที่ 2.6 และรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 กราฟความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมของโครงการตามหมาย กำหนดการเริ่มต้นเร็วสุด และหมายกำหนดการเริ่มต้นช้าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบช่วงห่างระหว่างกระแสการเงินรายวันสะสมที่ไหลออกสู่  
งานตามหมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุดและช้าสุด

วันที่	กระแสการเงินรายวันสะสมที่ไหลออกสู่งานตาม หมายกำหนดการเริ่มต้นเร็วสุด	กระแสการเงินรายวันสะสมที่ไหลออกสู่งานตาม หมายกำหนดการเริ่มต้นช้าสุด
0	2,500	2,500
1	5,000	5,000
2	7,500	7,500
3	10,500	10,000
4	13,750	13,750
5	17,500	17,500
6	21,250	21,250
7	25,000	25,000
8	47,000	37,500
9	70,000	50,000
10	92,500	62,500
11	115,000	80,000
12	136,500	102,500
13	158,000	125,000
14	423,500	147,500
15	441,000	170,000
16	463,500	190,500
17	531,000	211,000
18	598,500	278,500
19	666,000	501,000
20	733,500	568,500
21	746,000	636,000
22	758,500	703,500
23	771,000	771,000
24	806,000	806,000
25	841,000	841,000
26	1,091,000	1,091,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.23 ระหว่างเส้นกราฟค่าใช้จ่ายสะสมทั้งสองจะเป็นพื้นที่ที่แสดงช่วงกว้างของค่าใช้จ่ายที่สามารถยืดหยุ่นได้ หรือสามารถปรับการใช้จ่ายได้โดยให้สอดคล้องกับข้อจำกัดของทรัพยากรด้านต่างๆ รวมทั้งไม่ทำให้การเริ่มต้นและการแล้วเสร็จของงานใด ต้องล่าช้าจนเกินไป หรือมีผลทำให้การแล้วเสร็จของโครงการต้องล่าช้าออกไป จากผลลัพธ์ที่ได้ถ้าท่านเป็นผู้จัดการโครงการดังกล่าวจะตัดสินใจเริ่มต้นงานของโครงการอย่างไร จะแจกแจงงบประมาณโดยการให้เริ่มงานตามหมายกำหนดการเร็วสุด (earliest start) หรือเริ่มงานตามหมายกำหนดการช้าสุด (latest start) ข้อแตกต่างระหว่างวิธีทั้งสองจะเกี่ยวข้องกับกระแสการเงินที่ไหลออกสู่ภายนอกในแต่ละวัน ผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมทั้ง 2 วิธีแสดงให้เห็นว่า สามารถนำเงินไปใช้ทำประโยชน์ทางด้านอื่นที่มีความจำเป็นก่อนได้ โดยที่ไม่ทำให้โครงการต้องเสียหายด้วยการไม่จำเป็นต้องเริ่มงานทุกงานด้วยหมายกำหนดการเร็วสุดเสมอไป อาจจะเลื่อนการเริ่มต้งานบางงานให้ล่าช้าออกไป โดยไม่เกินเวลาเริ่มต้นช้าสุดที่งานนั้นจะทำได้ แต่ถ้าเป็นการเริ่มต้งานตามหมายกำหนดการช้าสุดจะเห็นว่ากระแสการเงินที่ไหลออกสู่ภายนอกต่างๆ จะต่ำ แต่นั่นหมายถึงว่าได้กำหนดแผนไว้ไม่ผิดพลาดทั้งด้านเวลาและจำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ โดยไม่ยอมให้มีความยืดหยุ่นเพื่อไว้สำหรับยามเมื่อเกิดการฉุกเฉิน หรือเกิดการผิดพลาดขึ้นได้เลย ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ไม่ดีนัก ผู้จัดการโครงการส่วนใหญ่ จึงไม่เสี่ยงที่จะเลือกวิธีดังกล่าวโดยไม่จำเป็น เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงมีคำถามตามมาว่าแล้วระดับที่เหมาะสมควรอยู่ที่ระดับใด คำตอบก็ต้องขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้บริหารโครงการ หรือคณะกรรมการโครงการ ซึ่งต้องรู้ถึงสภาพคล่องตัวทางการเงินของบริษัท และความสามารถในการควบคุมโครงการให้เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ (ทั้งด้านเวลาและทรัพยากร)

## บทที่ 3

### การวิจัยและการดำเนินงาน

#### แนวทางของการวิจัย

ในการวิจัยนี้แบ่งลักษณะแนวทางออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นต้นเป็นการศึกษาลักษณะของการบริหารโครงการต่าง ๆ ในด้านการวางแผนและกำหนดค่าใช้จ่าย ซึ่งจะทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนศึกษาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะได้จัดเตรียมแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 ขั้นดำเนินงาน เป็นการวิเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีอยู่แล้ว (ในที่นี้ศึกษาจากโปรแกรมสำเร็จรูป QSB) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมและแก้ไขในจุดที่โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีอยู่ยังไม่ดี นอกจากนี้ยังจัดทำรูปแบบการเก็บข้อมูลในลักษณะของ File และวางรูปแบบของการนำเสนอตารางข้อมูลซึ่งได้จากการประมวลผลของโปรแกรม

1.3 ขั้นปฏิบัติการ เป็นการทดลองเขียนโปรแกรม File หลักต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ File ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการประมวลผล จากนั้นก็ทำการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากโปรแกรมเหล่านี้ ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ผลสมบูรณ์ที่สุด โดยพยายามให้มีคุณสมบัติยืดหยุ่นมากที่สุด เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและกว้างขวาง

1.4 ขั้นวิเคราะห์ เป็นขั้นสุดท้ายของงานวิจัยนี้ คือทำการประเมินผลที่ได้จากขั้นปฏิบัติการ ประการสุดท้ายคือทำการสรุปวิเคราะห์เพื่อการนำเสนอต่อไป

#### ภาษาที่ใช้งาน

ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้ภาษาปาสคาล (PASCAL) ในการสร้างโปรแกรมต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากลักษณะของภาษาเหมาะสมกับงานคือ

1. โปรแกรมภาษาปาสคาลมีลักษณะเป็นแบบโครงสร้าง การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้สะดวกรวดเร็ว
2. โปรแกรมภาษาปาสคาลสามารถสร้างเมนูหน้าจอได้ ทำให้สะดวกต่อผู้ที่ไม่ค่อยมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์
3. ภาษาปาสคาลมีข้อมูลแบบพอยน์เตอร์ (Pointer Type) ซึ่งเป็นแบบ dynamic (ไม่คงที่) สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อมูลได้ตลอดเวลา และเมื่อต้องการใช้หน่วยความจำในงานอื่นก็สามารถยกเลิกได้ ทำให้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ในหน่วยความจำ

### โปรแกรมภาษาปาสคาลเมื่อเทียบกับภาษาอื่น

การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาปาสคาลนี้ดินอสมควรทางด้านความเร็วของการประมวลผลของโปรแกรมซึ่งค่อนข้างเร็ว ถึงแม้จะช้ากว่าภาษา C แต่สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายกว่าเมื่อเทียบกับภาษา PROLOG แล้วโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาปาสคาลจะเขียนแล้วซับซ้อนกว่า

ความเร็ว	C > PASCAL > PROLOG
ความยาวของ SOURCE โปรแกรม	C = PASCAL >> PROLOG
ความซับซ้อนของโปรแกรม	C = PASCAL >> PROLOG
ด้านการศึกษาตัวโปรแกรม (ยาก)	PROLOG > C >> PASCAL

### การรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการใช้ เป็นข้อมูลที่ต้องได้จากหน่วยงานที่มีโครงการขนาดใหญ่ เนื่องจากโครงการขนาดเล็กจะใช้เพียงแค่ Bar Chart หรือ Gant Chart เท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลกรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาอยู่ก่อนแล้ว ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรณีศึกษา การวางแผนงานก่อสร้าง ใช้ในการศึกษาขั้นตอนในการวางแผนโครงการ จาก ปรินซิเพิล ปีการศึกษา 2527 เรื่อง การบริหารงานก่อสร้างด้วยระบบ CPM โดย นายวิเศษ งามกิตติพาณิชย์

2. กรณีศึกษา โครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด ใช้เป็นข้อมูล (Data) ในการประมวลผล จากเทคนิคการบริหารโครงการ โดย CPM และ PERT โดย นิพนธ์ เล้าประจง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรณีศึกษา

### การวางแผนงานก่อสร้าง

งานก่อสร้างในปัจจุบันนี้ เป็นงานที่ต้องแข่งขันระหว่างผู้รับงานก่อสร้างด้วยกัน ผู้เสนอราคาค่าก่อสร้างต่ำสุดจึงจะได้รับการพิจารณาให้รับงาน นอกจากนี้งานก่อสร้างยังเป็นงานที่ต้องทำแข่งขันกับเวลา ถ้างานไม่เสร็จตามกำหนด นอกจากผู้รับงานนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายต่างๆ เพิ่มขึ้นแล้ว ยังอาจต้องจ่ายค่าปรับตอบแทนให้กับเจ้าของงานด้วย

เวลา จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ดำเนินการก่อสร้าง จะต้องนำมาพิจารณาควบคู่กันไปกับ ทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง การทำงานให้ได้เร็วที่สุด หรืออย่างน้อยให้เสร็จทันตามกำหนด และได้งานที่มีคุณภาพตรงตามรูปแบบ และรายงานก่อสร้างเป็นเป้าหมายหลักของการจัดงานก่อสร้าง การจัดงานก่อสร้างจึงเป็นงานที่ต้องอาศัยทั้ง วิทยาศาสตร์ ศิลปะ และความชำนาญในงานประกอบกัน เป็นงานที่ต้องมีการจัดเตรียมแผนการทำงานไว้ล่วงหน้า จัดวางลำดับขั้นของการทำงานไว้อย่างรัดกุม รู้จักการใช้คน เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ตรงกับประเภทของงาน และเกิดประสิทธิผล มีการติดตามและควบคุมให้งานแต่ละหน่วยดำเนินไปอย่างถูกต้อง ตรงตามแผนที่กำหนดไว้

### ระบบการวางแผนงานก่อสร้าง

การวางแผนงานก่อสร้าง จะเป็นแผนงานหลักที่จะระบุถึงการทำงานของหน่วยงานต่างๆ ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จงานของแต่ละหน่วยงานนั้น ทั้งจะกำหนดช่วงเวลาทำงานไว้รวมทั้งจุดเริ่มต้น และจุดเสร็จงาน และจะเป็นส่วนกำหนดเวลาทำงานทั้งหมดของโครงการนั้นไว้ด้วย และด้วยแผนงานหลักนี้จะเป็นการกำหนดไว้ชัดเจนด้วยลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ทุกฝ่ายที่ร่วมงานกันอยู่เข้าไปถึงขอบเขตของโครงการทั้งหมด และอาจวิเคราะห์รายละเอียดสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอียด เพื่อปรับปรุงและแก้ไขแผนให้เหมาะสมกับ ทรัพยากร และ เวลาทำงาน ที่มีอยู่ได้ ไม่ว่าจะ เป็นช่วงเวลาก่อนเริ่มปฏิบัติงาน หรือขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ เนื่องจากงานก่อสร้างเป็น โครงการที่มีสภาพการทำงานที่สลับซับซ้อนประกอบด้วยทรัพยากรหลายประเภท เข้ามาเกี่ยวเนื่องประสานกัน การวางแผนจึงมีวิธีที่ต้องจัดให้เป็นระบบ เพื่อให้ทั้งสะดวกต่อการจัดทำแผนเบื้องต้นในการใช้แผนงานนี้เพื่อปฏิบัติและแก้ไขปรับปรุงแผนในชั้นต่อไป

การจัดแผนงานก่อสร้าง อาจมีระบบหรือวิธีการในการจัดทำกันได้หลายแบบหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นแบบวิธีใดก็ตาม ผู้เกี่ยวข้องที่จะต้องใช้และปฏิบัติตามแผนงานนั้น เมื่อได้ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่แสดงไว้ในแผนงานที่กำหนดแล้ว อย่างน้อยควรจะตอบคำถามต่อไปนี้ได้

1. มีงานประเภทใด หรือหน่วยงานใดที่ต้องปฏิบัติบ้าง
2. งานแต่ละประเภทนั้น จะเริ่มทำงานได้เมื่อใด และจะต้องทำงานให้เสร็จเมื่อใด
3. จะเริ่มต้นงานประเภทใดก่อน
4. เมื่องานประเภทหนึ่งเสร็จแล้ว จะต้องทำงานประเภทใดต่อ หรือมีงานประเภทใดที่สามารถนำมาปฏิบัติได้พร้อมๆ กัน
5. งานทั้งโครงการจะทำได้แล้วเสร็จเมื่อใด หรือจะต้องใช้เวลาทำงานทั้งหมดกี่เดือนหรือกี่วัน

### ลักษณะทั่วไปของตารางเวลาทำงาน

การวางแผนทำงาน ด้วยระบบจัดเป็นตารางเวลาทำงาน หรือที่เรียกกันทั่วๆ ไปว่า ระบบ Barchart เป็นระบบหนึ่งที่น่าสนใจอย่างแพร่หลายกับโครงการต่างๆ เพราะเป็นระบบที่จัดทำได้ง่าย ตลอดจนผู้ร่วมงานทุกระดับ สามารถอ่าน และสามารถเข้าใจความคิดของผู้วางแผนได้ง่ายว่าจะให้หน่วยงานแต่ละหน่วยเริ่มทำงานได้เมื่อใด และจะให้เสร็จงานภายในกำหนดเวลาเมื่อใด

ในตารางจะประกอบด้วยหน่วยงานย่อยต่างๆ ของอาคาร ที่จะต้องทำตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ทั้งหลัง เช่น เริ่มตั้งเต่างานปักผัง ขุดหลุมฐานราก จนกระทั่งงานทาสี ตกแต่งรายชื่อของหน่วยงาน จะจัดเรียงทางตั้งด้านซ้ายมือของตาราง โดยจัดเรียงให้ใกล้เคียงกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับชั้นการทำงานที่จะต้องทำก่อนหลัง ส่วนด้านขวามือของหน่วยงานแต่ละหน่วย จะแบ่งเป็นช่องแสดงระยะเวลาที่หน่วยงานนั้นจะต้องทำ ซึ่งอาจกำหนดให้ 1 ช่องเทียบเป็นเวลา 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์ ตามรายละเอียดที่ผู้วางแผนต้องการ ระยะเวลาสุดท้ายที่อยู่ซ้ายมือสุดของตาราง จะเป็นตัวกำหนดวันเสร็จงานของอาคาร หรือของโครงการนั้น

จากตัวอย่างตารางทำงานนี้ เมื่อได้อ่านรายละเอียดที่แสดงไว้แล้ว ควรทดลองตอบ คำถามทั้ง 5 ข้อ แผนงานทำงานที่ได้กำหนดขึ้นนี้จะให้คำตอบที่สำคัญที่ต้องการทราบได้หรือไม่ เป็นต้นว่า

1. มีหน่วยงานที่ต้องปฏิบัติทั้งหมด ... หน่วยงาน ตามรายละเอียดที่เขียนไว้ในช่องที่ 2

2. หน่วยงานแต่ละประเภท จะกำหนดวันเริ่มงานและเสร็จงานไว้ด้วย เช่น งานหลังคา จะเริ่มวันทำงานที่ 47 และเสร็จวันทำงานที่ 58 หรือมีเวลาทำงานรวม 10 วัน

3. หลังจากปักผังเสร็จจะเริ่มงานชุดหลุมต่อม่อ จะแสดงให้เห็นได้จาก เมื่อสิ้นสุดเส้นบอกระยะเวลาของงานปักผัง จะมีเส้นบอกเวลาของงานชุดหลุมรับต่อไป

4. หรืองานก่อผนังอิฐ จะเริ่มทำได้เมื่องานเสาและคานารับหลังคาเสร็จ ( ตรงกับวัน ทำงานที่ 47 )

5. งานทั้งหมดจะทำได้เสร็จภายในเวลา 80 วัน ซึ่งเป็นวันที่มีหน่วยงานตกแต่งทำเป็นงานหลังสุด และเป็นวันที่เสร็จงาน อยู่สุดท้ายของตารางเวลา

จะเห็นได้ว่าแผนการทำงานก่อสร้างของอาคารทั้งหลาย จะแสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนเสร็จงานได้ในตารางทำงานเพียงแผ่นเดียว

### ลำดับชั้นของการจัดทำตารางเวลาทำงาน

ตารางทำงานตามรูป เป็นตัวอย่างของการวางแผนและกำหนดขั้นตอนของงานให้ลงอยู่ในรูปแบบของตารางทำงาน หรือระบบ Barchart ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนการจัดทำโครงการทั้งหมดให้ออกมาเป็นแผนงานจะมีลำดับขั้นตอนของการคิด และการปฏิบัติ ดังนี้

#### 1) ศึกษาแบบก่อสร้าง และรายการก่อสร้างของโครงการทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) จัดแบ่งโครงการออกเป็นหน่วยงานย่อย
- 3) จัดลำดับขั้นการทำงาน หรือกำหนดความสัมพันธ์ของหน่วยงาน
- 4) กำหนดเวลาทำงานของหน่วยงาน

### ศึกษาแบบก่อสร้าง และรายการก่อสร้างของโครงการ

งานขั้นต้นของการวางแผนงาน ได้แก่ การศึกษารายละเอียดแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง เป็นต้นว่า พิจารณาถึงลักษณะของโครงการอาคาร ความสูงของอาคาร วัสดุก่อสร้าง หลักที่ใช้ประกอบอาคาร ตลอดจนเงื่อนไขการจ่ายเงินงวดของเจ้าของอาคาร ที่ระบุไว้ในสัญญา ก่อสร้างอย่างละเอียด ตามปกติแล้วเจ้าของอาคารจะกำหนดจำนวนวันทำงานทั้งหมดไว้ให้ ซึ่งผู้รับเหมาจะต้องสร้างให้เสร็จทันตามกำหนดเวลาที่เจ้าของงานต้องการ ด้วยเหตุนี้ผู้วางแผนจะมีข้อจำกัดด้านเวลา ที่เจ้าของกำหนดไว้ให้ นี้ เป็นส่วนบังคับด้วยส่วนหนึ่งดังที่เรียกว่า "กำหนดวันเสร็จงาน" นอกเหนือจากข้อจำกัดทางด้านผู้รับงานก่อสร้าง ดังนั้นผู้วางแผนจึงต้องพยายามกำหนดแผนงานขึ้นให้เสร็จได้ทันภายในจำนวนวันทำงานที่ตกลงกันตามข้อสัญญา เป็นประการแรก และทั้งนี้จะต้องให้ได้รูปลักษณะและคุณภาพของอาคาร เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างด้วย

### การจัดแบ่งหน่วยงาน

โครงการต่างๆ (Project) จะประกอบขึ้นด้วยหน่วยงานย่อย (Activities) หรือ อาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า อาจแบ่งออกเป็นหน่วยงานย่อยได้เป็นจำนวนสิบ หรือจำนวนพัน หน่วย ตามลักษณะของโครงการหรือตามรายละเอียดที่เราต้องการ การจัดแบ่งหน่วยงานย่อย จึงไม่มีจำนวนจำกัดแน่นอน อยู่ที่ความต้องการของผู้วางแผน ว่าต้องการเน้นให้เห็นรายละเอียดของแต่ละหน่วยงานนั้นเพียงใด ดังนั้นสิ่งที่ผู้วางแผนงานจะต้องพิจารณาและตัดสินใจในขั้นต้นคือ

- จะจัดแยกโครงการออกเป็นกี่หน่วยงาน จึงจะเหมาะสม
- ควรจะกำหนดให้มีหน่วยงานอะไรบ้าง
- ควรจัดแยกให้ละเอียดไปถึงงานระดับใดบ้าง

และประการสำคัญก็คือ การจัดแบ่งหน่วยงานย่อยนั้น ต้องสามารถช่วยให้มองเห็น รายละเอียดของโครงการทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์ และสามารถปฏิบัติงานได้ผลตามความมุ่งหมาย ตัวอย่างเช่นงานก่อสร้างถนน มีวงเงินค่าก่อสร้าง 50 ล้านบาท เทียบกับงานก่อสร้างอาคารในวงเงิน 10 ล้านบาท ถ้าจะพูดถึงขนาดของงานตามจำนวนเงินงานถนนจะใหญ่กว่างานอาคาร แต่ความซับซ้อนของงานอาคารจะมีมากกว่า ถ้าจะแบ่งโครงการทั้งสองนี้ ออกเป็นหน่วยย่อย งานสร้างถนนอาจจะมีจำนวนหน่วยงานน้อยกว่างานสร้างอาคาร แม้ว่างานถนนจะมีวงเงินค่าก่อสร้างสูงกว่าหลายเท่าตัว อีกประการหนึ่งคือ ความชัดเจน หรือรายละเอียดที่ต้องการ เช่นถ้าจะกล่าวถึง หน่วยงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจัดว่า เป็นหน่วยงานย่อยหน่วยงานหนึ่งของ อาคารผู้วางแผนอาจต้องการจัดแยกให้ละเอียดลงไปอีก

#### การจัดลำดับขั้นตอนของหน่วยงาน

โครงการทั้งหมด เมื่อแบ่งออกเป็นหน่วยงานย่อยแล้ว ควรพิจารณาถึงลำดับขั้นการทำงานของแต่ละหน่วยงาน ว่าหน่วยงานใดที่ต้องทำก่อน และเมื่อหน่วยงานนั้นทำเสร็จแล้วจะต้องให้หน่วยงานใดทำต่อไปและควรพิจารณาด้วยว่าในเวลาเดียวกัน จะมีหน่วยงานใดที่สามารถทำงานพร้อมกันได้บ้าง ทั้งนี้ เพื่อกำหนดเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานให้ทำงานได้ต่อเนื่อง และประสานสัมพันธ์กัน

การกำหนดขั้นตอนของงาน จึงเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งของงานวางแผน งานจะดำเนินไปได้ ต่อเนื่องราบรื่น เป็นเพราะได้จัดวางขั้นตอนของงานไว้ถูกต้อง ผู้วางแผนจะต้องมีความชำนาญ หรือมีประสบการณ์ของงานนั้นมากพอสมควร บริษัท ก่อสร้างแห่งหนึ่งอาจทำงานได้เสร็จเร็วกว่าอีกบริษัทหนึ่ง อาจเป็นเพราะได้วางแผนกำหนดขั้นตอนของงานได้เหมาะสม ทำให้ ประหยัดเวลาของแต่ละหน่วยงานได้ดีกว่า

#### การจัดลำดับขั้นตอนของงาน อาจพิจารณาจัดได้ดังนี้

1. ถือกหลักเกณฑ์การจัดตามลักษณะสภาพที่เป็นจริงของงานนั้น หน่วยงานหนึ่งจะต้องการติดตั้งเหล็กเสริม จะต้องกระทำก่อนงานหล่อคอนกรีต งานติดตั้งโครงหลังคา จะต้องทำก่อนงานมุงหลังคา งานฐานรากจะต้องทำก่อนงานคานคอดิน ขั้นตอนของงานดังกล่าวนี้ ก็คือว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปตามสภาพจริงของงาน ถ้าวางขั้นตอนผิดงานนั้นจะปฏิบัติไม่ได้

2. งานบางหน่วยงาน สามารถเลือกวิธีปฏิบัติงานได้มากกว่า 1 วิธี อาจปฏิบัติทีหลัง หรือปฏิบัติก่อนหน่วยงานอื่นก็ได้ กรณีเช่นนี้ จะต้องนำเอาข้อขัดข้องเรื่องอื่นๆ มาพิจารณาประกอบด้วย เช่น วิธีใดจะปฏิบัติงานได้สะดวกและรวดเร็วกว่ากัน เกี่ยวกับวิธีการก่อสร้างที่เลือกใช้ นอกจากนี้ข้อจำกัดในเรื่องแรงงาน และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ จะเป็นส่วนบังคับในการจัดวางลำดับหน่วยงานด้วยตั้งตัวอย่าง เช่น การเดินสายไฟ จะเดินสายก่อนงานตีฝ้าเพดานอยู่ที่วิธีการเดินสายที่เลือกใช้

3. พิจารณาให้บางหน่วยงานปฏิบัติงานได้พร้อมๆ กัน ถ้าสังเกตดู งานก่อสร้างที่ปฏิบัติอยู่แต่ละแห่ง จะเห็นว่าในเวลาเดียวกัน จะมีหน่วยงานหลายประเภทกำลังปฏิบัติอยู่พร้อมๆ กัน ดังนั้นขณะที่ทำการกำหนดวางแผนงาน จะต้องพิจารณาถึงหน่วยงานเหล่านี้ด้วยว่า มีหน่วยงานใดบ้างที่สามารถปฏิบัติได้พร้อมๆ กัน เพราะเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งของการวางแผน ในด้านการลดเวลาทำงานให้น้อยลง

#### การกำหนดจำนวนวันทำงาน

แผนงานแบบตารางเวลา อาจสรุปได้ว่า คือ ตารางที่แสดงเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานย่อย และเมื่อนำเอาเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานย่อยที่ทำงานต่อเนื่องกันมารวมกัน จะได้เวลาทำงานทั้งหมดของโครงการนั้น หรืออาจอ่านจากตารางเวลาได้โดยตรง โดยดูที่วันเสร็จงานของหน่วยงานที่เสร็จทีหลังสุด

ตาราง 3.1 เวลาทำงานของงานวางท่อ

ที่	งาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	งานขุดสาย	■	■	■	■	■									
2	งานวางท่อ						■	■	■	■	■				
3	งานทาสี										■	■	■		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่ามีหน่วยงาน 3 หน่วย คือ งานชุดลักราง ใช้เวลาทำงาน 5 สัปดาห์ งานวางท่อ ใช้เวลา 4 สัปดาห์ และงานกลบดินใช้เวลา 2 สัปดาห์ มีขั้นตอนการทำงานต่อเนื่องกัน เมื่อเขียนออกเป็นตารางเวลาทำงานหรือ Barchart จะต้องใช้เวลาทั้งหมด 11 สัปดาห์

การกำหนดเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานย่อย จึงเป็นสิ่งสำคัญของการจัดทำตารางเวลาทำงาน ถ้ากำหนดไว้น้อยเกินไปกว่าที่จะทำจริง เมื่อนำแผนงานไปใช้จริง งานอาจเสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้ ในทางตรงกันข้าม ถ้ากำหนดเวลาการทำงานไว้มากเกินไป จะต้องใช้เวลาการทำงานทั้งหมดมากขึ้นตาม ซึ่งไม่ตรงกับหลักการการจัดงานธุรกิจ ที่ต้องการให้งานนั้นเสร็จเร็วที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายและประการสำคัญ อาจแข่งขันสู้กับบริษัทอื่นไม่ได้ถ้าเจ้าของงานถือเอาวันเสร็จงานเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาการจ้างด้วย

#### การกำหนดเวลาทำงานของหน่วยงานย่อย อาจพิจารณาได้ดังนี้

1) จะต้องทราบปริมาณงานของหน่วยงานนั้น ซึ่งอาจจะมีปริมาณหน่วยเป็นเมตร ตารางเมตร หรือลูกบาศก์เมตร ตามชนิดและลักษณะของงาน ปริมาณของงานจะทราบได้จากใบแสดงปริมาณงาน (Bill of Quantities) ซึ่งฝ่ายประมาณราคาจะเป็นผู้จัดทำขึ้น และฝ่ายวางแผนอาจประสานงานกับฝ่ายประมาณราคาให้จัดทำใบแสดงปริมาณงาน ให้สอดคล้องกับการแบ่งหน่วยงานของการวางแผนงาน จะช่วยให้มีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการกำหนดวันทำงานของหน่วยงานนั้นได้ทันที เป็นต้นว่า แยกปริมาณงานออกเป็นรายชั้นของอาคารหรือให้จัดแยกย่อยออกเป็นปริมาณวัสดุแต่ละประเภท เช่น งานคอนกรีต แยกเป็นปริมาณคอนกรีตเสา คานพื้น ตามลักษณะการแบ่งหน่วยงานของการวางแผน และนำปริมาณงานที่ได้ เขียนลงในช่องปริมาณงานของหน่วยงานดังตัวอย่างของตาราง

2) จะต้องทราบถึงนโยบายและขีดความสามารถของผู้ก่อสร้าง ผู้วางแผนต้องเข้าใจถึงนโยบายการปฏิบัติงาน ตลอดจนขีดความสามารถของผู้รับก่อสร้างงานนั้น เช่น การจัดหาช่าง เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ มีความสมบูรณ์พร้อมหรือไม่ ถ้ามีช่าง หรืออุปกรณ์ครบถ้วน อาจทำงานไปได้เร็ว โดยไม่ต้องรองานกันและมีผลไปถึงการจัดขั้นตอนของการทำงานด้วย

3) จำนวนวันทำงาน อาจพิจารณาได้จากปริมาณของหน่วยงาน ซึ่งจะกำหนดขึ้นได้ดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 จากประสบการณ์ หรือความชำนาญจากที่เคยปฏิบัติงานประเภทนั้นมา เป็นระยะเวลาานซึ่งปกติแม้แต่ช่างผู้ชำนาญงาน ก็อาจจะตอบให้ได้ทันทีว่า งานมุ่งหลังคา ปริมาณงานนี้จะมุงได้เสร็จในวัน หรือฐานราก ที่มีปริมาณคอนกรีตเท่านี้ จะหล่อให้เสร็จภายในกี่วัน เป็นต้น จึงอาจสอบถามหรือประชุมหารือกับช่างผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานนั้นโดยเฉพาะ

3.2 จากตัวเลขสถิติของงาน ตัวเลขสถิติของงานจะจัดทำเฉลี่ยจากผลงานที่ได้มาแล้วหลาย ๆ แห่ง และเก็บสะสมไว้ นอกจากจะใช้สำหรับเปรียบเทียบราคาของแต่ละงานแล้วนำมาใช้สำหรับเป็นข้อมูลในการวางแผนได้ด้วย ดังเช่น

สถิติการตอกเข็มคอนกรีตขนาด 0.25x0.25x21 ม. ในบริเวณกรุงเทพฯ เฉลี่ยตอกได้วันละ 4 ต้น/เครื่องตอกเสาเข็ม 1 เครื่อง ถ้ามีเสาเข็มทั้งหมด 120 ต้น อาจกำหนดวันทำงานของงานตอกเสาเข็มนี้ได้ว่าจะต้องใช้เวลา  $120/4 = 30$  วัน

การทำสถิติของงานต่างๆ นี้ ในบริษัทก่อสร้างขนาดใหญ่จะมีหน่วยเก็บสถิติของงานไว้ตลอดซึ่งฝ่ายวางแผนจะติดต่อจัดขอข้อมูลมาใช้ได้

4) การเพิ่มจำนวนวันทำงาน จำนวนวันทำงานที่กำหนดขึ้นไม่ว่าจะได้จากประสบการณ์ หรือจากสถิติงาน ถือว่าเป็นจำนวนวันทำงานปกติ แต่สภาพของงานก่อสร้างส่วนมากมีความแตกต่างกันจนอาจจะกล่าวได้ว่า ไม่มีงานใดที่จะมีสภาพของการดำเนินงานเหมือนกัน และมี ตัวแปรที่จะทำให้จำนวนวันทำงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ผู้วางแผนจึงต้องมีสายตาที่สามารถ คาดคะเนสภาวะของงานได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริง ตัวแปรที่อาจทำให้จำนวนวันทำงานเปลี่ยนแปลงหรือทำให้จำนวนวันทำงานต้องเพิ่มขึ้นจากจำนวนวันทำงานปกติ เป็นต้นว่า

4.1 สภาพของภูมิประเทศ หรือท้องถิ่นนั้น เช่น การตอกเข็มในที่ราบกว้างจะทำงานได้เร็วกว่าการตอกเข็มในเนื้อที่ดินจำกัด หรือในพื้นที่ลาดลุ่ม

4.2 สภาพของดินหน้าอากาศ ถ้างานต้องปฏิบัติในช่วงที่เป็นฤดูมรสุม น้ำท่วม สภาวะแปรปรวน จะเป็นเหตุให้งานดำเนินไปไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด

4.3 ประสิทธิภาพของเครื่องมือ อุปกรณ์และช่างที่ปฏิบัติงานนั้น ถ้าได้เครื่องมือหรือช่างที่มีประสิทธิภาพ เช่น เครื่องมือเก่า ขาดการบำรุงรักษา ทำให้ต้องหยุดงานบ่อยๆ ซึ่งจะมีผลให้งานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ในแผนงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างของสาเหตุดังกล่าว เป็นสิ่งที่ผู้วางแผนจะต้องนำมาพิจารณาในการกำหนดวันทำงานควบคู่กันไปด้วย เช่น อาจจะต้องเพิ่มวันทำงานให้มากขึ้น เพื่อชดเชยส่วนที่จะทำให้เกิดความล่าช้า หรืออาจจะต้องพิจารณาให้มีการเร่งเวลาให้เร็วกว่าเวลาทำงานปกติ กับหน่วยงานบางหน่วยงาน ด้วยการเพิ่มจำนวนเครื่องมือการทำงาน เรื่องเกี่ยวกับการเร่งเวลาทำงานจะอธิบายโดยละเอียดต่อไป

เมื่อได้กำหนดเวลาการทำงานของหน่วยงานได้แล้ว จึงนำมาเขียนบันทึกไว้ ดังในตารางส่วนช่องหมายเหตุ ผู้วางแผนอาจใช้บันทึกรายละเอียดของการทำงาน เช่น เครื่องมือหรือ แร่งงานที่ต้องเพิ่มพิเศษหรือหน่วยงานที่ต้องใช้วันทำงานเพิ่ม สำหรับสภาวะผิดปกติซึ่งจะเป็นรายละเอียดของงานทั้งหมด ที่จะนำไปใช้ในการจัดทำตารางเวลาทำงานต่อไป



ทิวข้าง  
ตารางเวลาทำงาน

โครงการ บ้านกฤษ  
สร้างที่ ซอย 3 ถนนลาดพร้าว

บริษัท พัฒนาก่อสร้าง จำกัด

วันเริ่มงาน 10 มกราคม 2525  
วันเสร็จงาน 31 มีนาคม 2525

ที่	งาน	ปริมาณงาน	เดือนมกราคม 2525					กุมภาพันธ์					มีนาคม																
			10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
1	เตรียมที่และปักผัง	ม.ร.	10																										
2	งานฐานรากและเสาเข็ม	8 ม <sup>3</sup>		12	14	16	18	20																					
3	งานก่อคานและพื้นค.ล.	11 ม <sup>3</sup>							22	24	26	28	30																
4	งานเสาและคานรับหลังคา	6 ม <sup>3</sup>												1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
5	งานโครงสร้างคาน + มุงหลังคา	125 ม <sup>2</sup>																											
6	งานผนังภายนอก	51 ม <sup>2</sup>																											
7	งานผนังภายใน	19 ม <sup>2</sup>																											
8	งานประตูหน้าต่าง	ม.ร.																											
9	งานฝ้าเพดาน	120 ม <sup>2</sup>																											
10	งานไฟฟ้า	ม.ร.																											
11	งานเดินท่อ	ม.ร.																											
12	งานสี	270 ม <sup>2</sup>																											
13	งานติดตั้งสุขภัณฑ์	ม.ร.																											
14	งานทำผิวพื้น	73 ม <sup>2</sup>																											
15	งานตกแต่ง	ม.ร.																											

ผู้จัดทำแผน \_\_\_\_\_ ตารางเมตร \_\_\_\_\_

## การศึกษา

### โครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด

ในโครงการวางแผนแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด ผู้จัดการฝ่ายขายได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานและการใช้งานตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่จากฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้สอบถามระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่รุ่นแรก จากผู้จัดการฝ่ายผลิต เพื่อจะได้นำผลิตภัณฑ์มาสาธิตให้กับผู้เข้าร่วมประชุมด้วย ในงานประชุมครั้งนี้ผู้จัดการฝ่ายขายได้เชิญตัวแทนหนังสือพิมพ์เข้าร่วมประชุม และชมการสาธิตด้วย เพื่อให้หนังสือพิมพ์ช่วยประชาสัมพันธ์สินค้ารุ่นใหม่ให้ เมื่อผู้จัดการฝ่ายขายได้พิจารณางานต่าง ๆ อย่างรอบคอบแล้ว จึงได้จัดทำแผนของโครงการขึ้นมา ซึ่งพอสรุปเป็นขั้นตอนก่อนหลังได้ ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานและการใช้งานผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ จากฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ( ในการรวบรวมข้อมูลนี้ เป็นงานขั้นแรกของโครงการ สามารถเริ่มงานวันใดก็ได้ ) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย ( L )
2. เตรียมร่างคู่มือการใช้งานของผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ซึ่งรวบรวมได้จากข้อมูล ( M )
3. จัดพิมพ์คู่มือการใช้งานของผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อเป็นเอกสารประกอบการประชุม ( P )
4. จัดทำโปรแกรมการประชุมซึ่งทำไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนที่ 3 ( N ) และให้ฝ่ายผลิตจัดทำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่เพื่อใช้ในการสาธิต ( Q )
5. จัดเตรียมรายชื่อตัวแทนหนังสือพิมพ์เพื่อเชิญมาร่วมชมการสาธิต ( R )
6. ขณะจัดเตรียมรายชื่อตัวแทนหนังสือพิมพ์อยู่นั้น ได้จัดให้มีการประชุมผู้จัดการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ( S ) เพื่อปรึกษาหารือ

7. ส่งบัตรเชิญ ( T ) กำหนดเวลาให้ตัวแทนหนังสือพิมพ์มาถึงสถานที่จัดงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

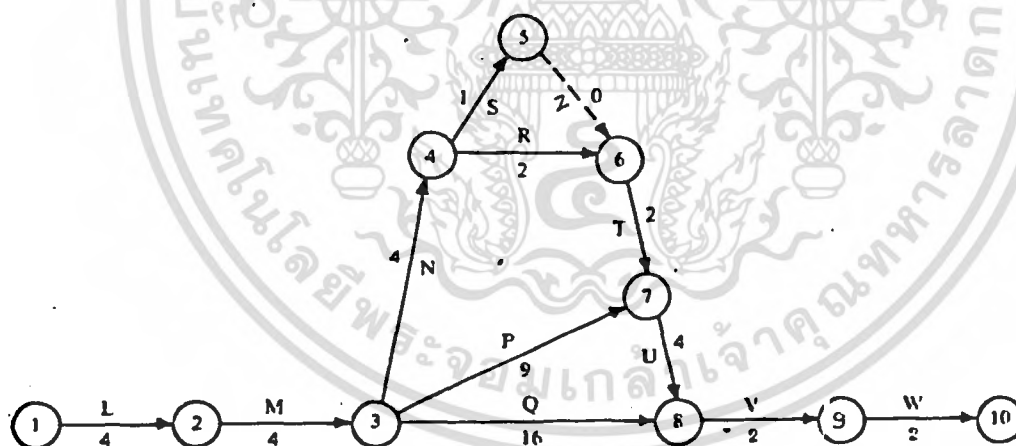
8. หลังจากตัวแทนหนังสือพิมพ์มาถึงสถานที่จัดงาน และได้แจกคู่มือการใช้งานของผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่แล้ว จึงเริ่มการประชุม (U)

9. ก่อนที่การประชุมจะสิ้นสุดลง สาริตผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ (V)

10. จัดส่งตัวแทนหนังสือพิมพ์กลับ (W)

งานโครงการสิ้นสุดเพียงแค่นี้

เมื่อแยกงานออกตามประสบการณ์ และวิธีการวิเคราะห์โครงการแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การเขียนโครงข่ายแทนโครงการ สำหรับความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของงานแต่ละงานในการดำเนินงานดังกล่าวนั้นพอสรุปได้ ดังตาราง 3.2



รูปที่ 3.1 โครงข่ายของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 โครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด

งาน	รายละเอียดของงาน	งานที่ต้องทำให้เสร็จก่อน
L	รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานและการใช้งาน Prepare the information and product using	-
M	เตรียมร่างคู่มือการใช้ Prepare draft product utility	L
N	จัดทำโปรแกรมที่บรรจุในการประชุม Define program for the meeting	M
P	จัดทำคู่มือการใช้งานผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการประชุม Print product utility and equipment for meeting	M
Q	ผลิตผลิตภัณฑ์รุ่นแรกเพื่อใช้สาธิต Produce testing product	M
R	จัดเตรียมรายชื่อตัวแทนหนังสือพิมพ์ Prepare newspaper-representative listing	N
S	ประชุมปรึกษาหารือผู้จัดการที่เกี่ยวข้อง Discuss with managers	N
T	ตัวแทนหนังสือพิมพ์มาถึงสถานที่จัดงาน Newspaper-representative arrive at meeting	S,R
U	เริ่มการประชุม Start meeting	P,T
V	สาธิตผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ Demonstrate new product	U,Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W

ส่งตัวแทนหนังสือพิมพ์กลับบ้าน

V

Take newspaper-representative home

### การกำหนดเวลาโครงการโดยวิธี PERT

#### ตารางที่ 3.3.1 การประเมินเวลาของงานโครงการแนบไฟล์ผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่

งาน	เสร็จเร็วที่สุด (a) วัน	เสร็จได้โดยส่วนมาก (m) วัน	เสร็จได้ช้าที่สุด (b) วัน
L	3	4	5
M	2	3	10
N	4	4	4
P	4	8	18
Q	8	17	20
R	1	2	3
S	1	1	1
T	1	2	3
U	3	4	5
V	2	2	2
W	1	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเร่งโครงการ

ตารางที่ 3.3.2

แสดงเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ทั้งแบบปกติและแบบเร่ง

ชื่องาน	เวลาทำงาน (วัน)		ค่าใช้จ่าย	
	แบบปกติ	แบบเร่ง	แบบปกติ	แบบเร่ง
L	4	3	10,000	45,000
M	4	2	15,000	51,000
N	4	4	20,000	20,000
P	9	4	50,000	100,000
Q	16	8	200,000	296,000
R	2	1	6,000	14,000
S	1	1	0	0
T	2	1	250,000	6,000,000
U	4	3	220,000	234,000
V	2	2	70,000	70,000
W	2	1	250,000	600,000
รวม			1,091,000	2,030,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8. CRASH TIME	เวลาที่ใช้ในการทำงานแบบเร่ง
9. CRASH COST	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแบบเร่ง
10. BACK NODE	โหนดที่อยู่ก่อนหน้า
11. NEXT NODE	โหนดที่อยู่ถัดไป

สำหรับแฟ้มข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ สามารถใช้ได้กับข้อมูลของทั้ง PERT และ CPM เมื่อต้องการประมวลผลข้อมูลแบบ CPM ให้นำบันทึกข้อมูลลงที่ Optimistic Time (a) เพียงค่าเดียว นอกจากนี้แฟ้มข้อมูลยังได้ออกแบบไว้สำหรับการแก้ไข (EDIT) และ UPDATE แฟ้มข้อมูลได้อีกด้วย

#### รายงานที่ได้จากการประมวลผล

ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล จะใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษาโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด เมื่อนำข้อมูลเข้าประมวลผลด้วยโปรแกรม PCPM จะได้ผลดังนี้

- ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของชื่อย่อและชื่อเต็ม ของแต่ละกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ประกอบในการเขียนรายงาน

Full Name List	
Short Name	Full Name
L	Prepare the information and product using
M	Prepare draft product utility
N	Define program for meeting
P	Print product utility and equipment for meeting
D	Produce testing product
R	Prepare newspaper representative listing
S	Discuss with manager
T	Newspaper representative arrive to meeting
U	Start the meeting
V	Demonstrate new product
W	Take newspaper representative to home
Z	Dummy

#### ตารางที่ 4.1 ชื่อย่อและชื่อเต็มของกิจกรรม

#### - การกำหนดเวลาโครงการโดยวิธี PERT

PERT Normal List					
Work	a	M	b	t <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
L	4.00	4.00	5.00	4.17	0.03
M	4.00	3.00	10.00	4.33	1.00
N	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
P	9.00	8.00	8.00	8.17	0.03
D	16.00	17.00	20.00	17.33	0.44
R	2.00	2.00	3.00	2.17	0.03
S	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
T	2.00	2.00	3.00	2.17	0.03
U	4.00	4.00	5.00	4.17	0.03
V	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
W	2.00	2.00	3.00	2.17	0.03
Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

a, m, b, t<sub>i</sub> and V<sub>i</sub> next time unit is Day    none unit is Saht

#### ตารางที่ 4.2.1 ข้อมูลการกำหนดเวลาโครงการโดยวิธี PERT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.2 จะแสดงค่าเวลาเร็วสุด (Ei) เวลาช้าสุด (Li) และค่า Slack ของแต่ละเหตุการณ์

PEST Project Scheduling				
Node	Ei	Li	Slack	Critical Line
0	0.00	-0.00	-0.00	
1	4.17	4.17	-0.00	
3	5.50	5.50	-0.00	
4	12.50	17.00	4.50	
7	12.50	21.67	4.50	
8	25.50	25.50	0.00	Yes
6	14.67	19.50	4.50	
5	17.50	17.50	0.00	Yes
9	27.50	27.50	0.00	Yes
10	30.00	30.00	0.00	Yes

ตารางที่ 4.2.2 ค่าเวลาเร็วสุด-ช้าสุดและค่า Slack ของแต่ละเหตุการณ์

ตารางที่ 4.2.3 ค่าความแปรปรวนของเหตุการณ์เกิดขึ้นเร็วสุด (E02) และความแปรปรวนของเหตุการณ์เกิดขึ้นช้าสุด (A02) ของแต่ละเหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERT Project Scheduling		
Node	ES2	AO2
1	0.00	1.50
2	0.03	1.47
3	1.03	0.47
4	1.03	0.11
7	1.08	0.05
8	1.47	0.03
6	1.04	0.08
5	1.03	0.08
9	1.47	0.03
10	1.50	0.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht

#### ตารางที่ 4.2.3 ค่าความแปรปรวนของการเกิดเหตุการณ์เร็วสุดและช้าสุด

ผลจากการประมวลผลข้อมูลโดยวิธีของ PERT สามารถสรุปผลได้ดังนี้  
งานที่เป็นสายงานวิกฤติคือ L, M, N, Q, V, W

$$\begin{aligned} \text{เวลารวมของสายงานวิกฤติ (T)} &= t_L + t_M + t_N + t_Q + t_V + t_W \\ &= 4 + 4 + 4 + 16 + 2 + 2 \\ &= 32 \text{ วัน} \end{aligned}$$

ความแปรปรวนของสายงานวิกฤติ (V)

$$\begin{aligned} &= V_{tL} + V_{tM} + V_{tN} + V_{tQ} + V_{tV} + V_{tW} \\ &= 0.11 + 1.78 + 0 + 4.00 + 0 + 0.11 \\ &= 6.02 \text{ วัน} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสายงานวิกฤติ} = \sqrt{6.02} = 2.45 \text{ วัน}$$

ผลที่ได้จากการคำนวณ หมายความว่าโครงการจะแล้วเสร็จด้วยเวลาเฉลี่ย 32 วัน  
โดยมีความแปรปรวนของเวลาแล้วเสร็จของโครงการ 6.02 วัน หรือความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ของการแล้วเสร็จของโครงการเท่ากับ 2.45 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### - การกำหนดเวลาโครงการโดยวิธี CPM

ในการประมวลผลแบบนี้จะใช้ต่อเมื่อทราบค่าเวลาที่แน่นอน ในที่นี้เราใช้ค่าข้อมูลที่ยังทึบในช่อง Optimistic Time (a) ดังตาราง 4.3.1 และสามารถสรุปผลได้ดังนี้

CPM Normal List

Node	Work	Time
1 - 2	L	4.00
2 - 3	M	4.00
3 - 4	N	4.00
3 - 7	F	9.00
3 - 8	O	16.00
4 - 6	K	2.00
4 - 5	S	1.00
6 - 7	T	2.00
7 - 8	L	4.00
8 - 9	V	2.00
9 - 10	W	2.00
5 - 6	Z	0.00

\* comment time unit is Days    money unit is Baht

ตารางที่ 4.3.1 ข้อมูลการกำหนดโครงการโดยวิธี CPM

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00
3 - 4	N	4.00	2.00	12.00	12.00	16.00
3 - 7	F	9.00	8.00	17.00	11.00	20.00
3 - 8	O	16.00	8.00	24.00	8.00	24.00
4 - 6	K	2.00	12.00	14.00	16.00	18.00
4 - 5	S	1.00	12.00	13.00	17.00	18.00
6 - 7	T	2.00	14.00	16.00	18.00	20.00
7 - 8	L	4.00	17.00	21.00	20.00	24.00
8 - 9	V	2.00	24.00	26.00	24.00	26.00
9 - 10	W	2.00	26.00	28.00	24.00	26.00
5 - 6	Z	0.00	13.00	13.00	18.00	18.00

ตารางที่ 4.3.2 ผลการกำหนดเวลาให้กับงานแต่ละงานโดยวิธี CPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3.2 แสดงกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วสุด (ES) ช้าสุด (LS) และแล้วเสร็จเร็วสุด (EF) ช้าสุด (LF) และตารางที่ 4.3.3 แสดงความยืดหยุ่นชนิดต่างๆ ของแต่ละงาน

- TF เวลายืดหยุ่นรวมเป็นค่าผลรวมระหว่างเวลายืดหยุ่นให้เปล่า และเวลายืดหยุ่นอิสระ
- FF เวลายืดหยุ่นให้เปล่า
- IF เวลายืดหยุ่นอิสระ

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	4.00	0.00	-4.00
2 - 7	P	3.00	0.00	-3.00
3 - 8	E	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	4.00	0.00	-4.00
4 - 5	S	5.00	0.00	-5.00
5 - 7	T	4.00	0.00	-4.00
7 - 8	U	3.00	0.00	-3.00
2 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	5.00	0.00	-5.00

Critical line is : LMQVW  
 Finish work time is : 28.00  
 \* moment time unit is Day money unit is Baht

#### ตารางที่ 4.3.3 ค่าความยืดหยุ่นของงานแต่ละงาน

ผลจากการคำนวณจะพบว่า จะได้สายงานวิกฤติของโครงการ 1 สายงาน คือ LMQVW ซึ่งแสดงว่าโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาด จะใช้เวลาประมาณ 28 วัน จึงจะแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## - การเร่งโครงการ

Crash Project Normal Cost

Work	Na. Time	Na. Cost	Cr. Time	Cr. Cost	Cost Slope
L	5.00	10000.00	3.00	45000.00	35000.00
M	4.00	15000.00	2.00	51000.00	18000.00
N	4.00	20000.00	4.00	20000.00	0.00
P	9.00	50000.00	4.00	100000.00	10000.00
Q	16.00	200000.00	6.00	276000.00	12000.00
R	2.00	5000.00	1.00	14000.00	9000.00
S	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
T	2.00	250000.00	1.00	600000.00	575000.00
U	4.00	220000.00	3.00	234000.00	14000.00
V	2.00	70000.00	2.00	70000.00	0.00
W	2.00	250000.00	1.00	600000.00	350000.00
Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\* normal time unit is Days money unit is Baht

### ตารางที่ 4.4 เวลาและค่าใช้จ่ายของงานต่างๆ ของโครงการทั้งแบบปกติและแบบเร่ง

กำหนดให้เงินสำรองของโครงการเท่ากับ 30,000 บาท

ตารางที่ 4.4.4 แถวตั้งสุดท้าย(ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งงาน 1 วัน) จะสังเกตเห็นว่างาน N, S และ V ไม่สามารถเร่งได้ ทั้งนี้เพราะเวลาที่กำหนดให้งานเหล่านั้น เป็นเวลาที่น้อยที่สุดแล้ว งาน L, T และ W มีอัตราเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อวันสูงกว่า 30,000 บาท ซึ่งเป็นอัตราค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่อวัน ที่สามารถลดลงมาได้ถ้าเร่งโครงการให้เสร็จเร็วขึ้น ดังนั้นงานเหล่านี้จึงไม่มีการพิจารณาเร่งงานเพราะทำให้ค่าใช้จ่ายของโครงการสูงขึ้นจากเดิม ส่วนงานที่เหลือสามารถเร่งได้ตามจำนวนวันที่แต่ละงานสามารถเร่งได้ เช่น งาน M สามารถเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 2 วัน

สำหรับค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของโครงการ เมื่อทำงานด้วยอัตราปกติเท่ากับ 1,931,000 บาท และเวลาแล้วเสร็จของโครงการคือ 28 วัน เรียกขั้นตอนนี้ว่า การเร่งงานขึ้นที่ 0 แสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## #1 EPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00
3 - 4	N	4.00	8.00	12.00	12.00	16.00
5 - 7	P	9.00	8.00	17.00	11.00	20.00
3 - 8	Q	16.00	8.00	24.00	8.00	24.00
4 - 6	R	2.00	12.00	14.00	16.00	18.00
4 - 5	S	1.00	12.00	13.00	17.00	18.00
6 - 7	T	2.00	14.00	16.00	18.00	20.00
7 - 8	U	4.00	17.00	21.00	20.00	24.00
8 - 9	V	2.00	24.00	26.00	24.00	26.00
9 - 10	W	2.00	26.00	28.00	26.00	28.00
5 - 6	DUMMY	0.00	13.00	13.00	18.00	18.00

## #2 EPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	4.00	0.00	-4.00
3 - 7	P	3.00	0.00	-3.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	4.00	0.00	-4.00
4 - 5	S	5.00	0.00	-5.00
6 - 7	T	4.00	0.00	-4.00
7 - 8	U	3.00	0.00	-3.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	5.00	0.00	-5.00

Critical line is : LMQVW

Finish work time is : 28.00

\* current time unit is Days money unit is Baht

## Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
0		0.00	1091000.00	28.00	840000.00	1931000.00

\* current time unit is Days money unit is Baht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเวลาแล้วเสร็จของโครงการขึ้นอยู่กับเวลาในสายงานวิกฤติ ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องเร่งงานทุกงานในโครงการ เพียงแต่เลือกเร่งงานในสายงานวิกฤติที่สามารถ ทำให้โครงการแล้วเสร็จเร็วขึ้น ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าที่เร่งงานทุกงาน สำหรับวิธีการในการเร่งงานของโครงการพอสรุปเป็นชั้นๆ ได้ดังนี้

#### การเร่งงานชั้นที่ 1

พิจารณาลดเวลางาน ๑ ลง 1 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 12,000 บาท แต่เวลาแล้วเสร็จของโครงการลดลงเหลือ 27 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายทางอ้อมลดลง 81,000 บาท ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการลดลงเหลือ 1,913,000 บาท แสดงได้ดังนี้



## #1 DPM Project Scheduling

Code	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00
3 - 4	N	4.00	8.00	12.00	11.00	15.00
2 - 7	P	9.00	8.00	17.00	10.00	15.00
3 - 8	Q	15.00	8.00	23.00	8.00	23.00
4 - 6	R	2.00	12.00	14.00	15.00	17.00
4 - 5	S	1.00	12.00	13.00	16.00	17.00
6 - 7	T	2.00	14.00	16.00	17.00	19.00
7 - 8	U	4.00	17.00	21.00	19.00	23.00
8 - 9	V	2.00	23.00	25.00	23.00	25.00
9 - 10	W	2.00	25.00	27.00	25.00	27.00
5 - 6	DUMMY	0.00	13.00	13.00	17.00	17.00

## #2 CPM Project Scheduling

Code	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	3.00	0.00	-3.00
3 - 7	P	2.00	0.00	-2.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	3.00	0.00	-3.00
4 - 5	S	4.00	0.00	-4.00
6 - 7	T	3.00	0.00	-3.00
7 - 8	U	2.00	0.00	-2.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	4.00	0.00	-4.00

Critical line is : LMBVW  
 Finish work time is : 27.00

\* content time unit is Days    money unit is Baht

probability work to crash

Work	Cost Slope
L	12000.00
S	12000.00

## Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
1	Q	12000.00	1103000.00	27.00	510000.00	1913000.00

\* content time unit is Days    money unit is Baht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายงานวิฤทธิเปลี่ยนเป็น LMQVW

การเร่งงานขั้นที่ 2

พิจารณาผลงาน ๑ ลง 1 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 12,000 บาท เวลาแล้ว  
เสร็จของโครงการลดลงเหลือ 26 วัน ค่าใช้จ่ายทางอ้อมลดลง 780,000 บาท ค่าใช้จ่ายรวม  
ของโครงการลดลงเหลือ 1,895,000 บาท แสดงได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00
3 - 4	N	4.00	8.00	12.00	10.00	14.00
3 - 7	P	9.00	8.00	17.00	9.00	18.00
3 - 8	Q	14.00	8.00	22.00	8.00	22.00
4 - 6	R	2.00	12.00	14.00	14.00	16.00
4 - 5	S	1.00	12.00	13.00	15.00	16.00
5 - 7	T	2.00	14.00	16.00	16.00	18.00
7 - 8	U	4.00	17.00	21.00	18.00	22.00
6 - 9	V	2.00	22.00	24.00	22.00	24.00
9 - 10	W	2.00	24.00	26.00	24.00	26.00
5 - 6	DUMMY	0.00	13.00	13.00	16.00	16.00

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	2.00	0.00	-2.00
3 - 7	P	1.00	0.00	-1.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	2.00	0.00	-2.00
4 - 5	S	3.00	0.00	-3.00
6 - 7	T	2.00	0.00	-2.00
7 - 8	U	1.00	0.00	-1.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	3.00	0.00	-3.00

Critical line is : LMQVW

Finish work time is : 26.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht

probability work to crash

Node	Cost Slope
B	12000.00
E	12000.00

Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
1	B	12000.00	1115000.00	26.00	780000.00	1895000.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## #1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00
3 - 4	N	4.00	8.00	12.00	9.00	13.00
3 - 7	P	9.00	8.00	17.00	8.00	17.00
3 - 8	Q	13.00	8.00	21.00	8.00	21.00
4 - 6	R	2.00	12.00	14.00	13.00	15.00
4 - 5	S	1.00	12.00	13.00	14.00	15.00
6 - 7	T	2.00	14.00	16.00	15.00	17.00
7 - 8	U	4.00	17.00	21.00	17.00	21.00
8 - 9	V	2.00	21.00	23.00	21.00	23.00
9 - 10	W	2.00	23.00	25.00	23.00	25.00
5 - 6	DUMMY	0.00	13.00	13.00	15.00	15.00

## #2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	1.00	0.00	-1.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	1.00	0.00	-1.00
4 - 5	S	2.00	0.00	-2.00
6 - 7	T	1.00	0.00	-1.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	2.00	0.00	-2.00

Critical line is : LMPUVW LMOVW  
 Finish work time is : 25.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht  
 probability work to crash

Work	Cost Slope
0	12000.00
0	12000.00

## Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
3	0	12000.00	1127000.00	25.00	750000.00	1877000.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	3.00	4.00	7.00	4.00	7.00
3 - 4	N	4.00	7.00	11.00	8.00	12.00
3 - 7	P	9.00	7.00	16.00	7.00	16.00
3 - 8	Q	13.00	7.00	20.00	7.00	20.00
4 - 6	R	2.00	11.00	13.00	12.00	14.00
4 - 5	S	1.00	11.00	12.00	13.00	14.00
6 - 7	T	2.00	13.00	15.00	14.00	16.00
7 - 8	U	4.00	16.00	20.00	16.00	20.00
8 - 9	V	2.00	20.00	22.00	20.00	22.00
9 - 10	W	2.00	22.00	24.00	22.00	24.00
5 - 6	DUMMY	0.00	12.00	12.00	14.00	14.00

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	1.00	0.00	-1.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	1.00	0.00	-1.00
4 - 5	S	2.00	0.00	-2.00
6 - 7	T	1.00	0.00	-1.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	2.00	0.00	-2.00

Critical line is : LMPQW LMDVW  
 Finish work time is : 24.00

Current time unit is Day money unit is Baht

probability work to crash

Work	Cost Slope
L	35000.00
P	10000.00
Q	12000.00
M	18000.00
R	18000.00

#### Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
4	M	18000.00	1145000.00	24.00	720000.00	1865000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้เฉพาะการนำเสนอเพื่อขอรับการสนับสนุน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## #1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	2.00	4.00	6.00	4.00	6.00
3 - 4	N	4.00	6.00	10.00	7.00	11.00
3 - 7	F	9.00	6.00	15.00	6.00	15.00
3 - 8	D	13.00	6.00	19.00	6.00	19.00
4 - 6	R	2.00	10.00	12.00	11.00	13.00
4 - 5	S	1.00	10.00	11.00	12.00	13.00
6 - 7	T	2.00	12.00	14.00	13.00	15.00
7 - 8	U	4.00	15.00	19.00	15.00	19.00
8 - 9	V	2.00	19.00	21.00	19.00	21.00
9 - 10	W	2.00	21.00	23.00	21.00	23.00
5 - 6	DUMMY	0.00	11.00	11.00	13.00	13.00

## #2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	1.00	0.00	-1.00
3 - 7	F	0.00	0.00	-0.00
3 - 8	D	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	1.00	0.00	-1.00
4 - 5	S	2.00	0.00	-2.00
6 - 7	T	1.00	0.00	-1.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	2.00	0.00	-2.00

Critical line is : LMPUVW LMDVM  
 Finish work time is : 23.00

\* constant time unit is Days \* cost unit is Baht  
 probability work to crash

Work	Cost Slope
M	350000.00
F	10000.00
D	12000.00
R	18000.00
T	18000.00

## Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
5	M	18000.00	1163000.00	23.00	590000.00	1653000.00

\* percent time unit is Days \* cost unit is Baht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



#1 ZPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	2.00	4.00	6.00	4.00	6.00
3 - 4	N	4.00	6.00	10.00	6.00	10.00
3 - 7	P	5.00	6.00	14.00	6.00	14.00
3 - 8	Q	11.00	6.00	17.00	6.00	17.00
4 - 6	R	2.00	10.00	12.00	10.00	12.00
4 - 5	S	1.00	10.00	11.00	11.00	12.00
6 - 7	T	2.00	12.00	14.00	12.00	14.00
7 - 8	U	3.00	14.00	17.00	14.00	17.00
8 - 9	V	2.00	17.00	19.00	17.00	19.00
9 - 10	W	2.00	19.00	21.00	19.00	21.00
5 - 6	DUMMY	0.00	11.00	11.00	12.00	12.00

#1 CFM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	0.00	0.00	0.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	0.00	0.00	0.00
4 - 5	S	1.00	0.00	-1.00
6 - 7	T	0.00	0.00	0.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	1.00	0.00	-1.00

Critical line is :LHNRUVW LMPUVW LMQVW  
 Finish work time is : 21.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht

probability work to crash

Work	Cost Slope
W	350000.00
U	140000.00
R	80000.00
P	100000.00
Q	120000.00
L	350000.00
QD	250000.00

Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
7	QD	250000.00	1211000.00	21.00	830000.00	1841000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วารณใดทั้งสิ้น \* object time unit is Days money unit is Baht และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# CPN Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00
2 - 3	M	2.00	4.00	6.00	4.00	6.00
3 - 4	N	4.00	6.00	10.00	6.00	10.00
5 - 7	P	7.00	6.00	13.00	6.00	13.00
3 - 8	Q	10.00	6.00	16.00	6.00	16.00
4 - 6	R	1.00	10.00	11.00	10.00	11.00
4 - 5	S	1.00	10.00	11.00	10.00	11.00
6 - 7	T	2.00	11.00	13.00	11.00	13.00
7 - 8	U	3.00	13.00	16.00	13.00	16.00
8 - 9	V	2.00	15.00	18.00	16.00	18.00
9 - 10	W	2.00	18.00	20.00	18.00	20.00
5 - 6	DUMMY	0.00	11.00	11.00	11.00	11.00

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	0.00	0.00	0.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	0.00	0.00	0.00
4 - 5	S	0.00	0.00	0.00
6 - 7	T	0.00	0.00	0.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	0.00	0.00	0.00

Critical line is : LMNRTUVW LMNSZTUVW LMPUVW LNDVW  
 Finish work time is : 20.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht  
 probability work to crash

Work	Cost Slope
L	350000.00
M	3000.00
P	10000.00
U	12000.00
V	35000.00
W	30000.00

Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
1	RFQ	30000.00	1741000.00	20.00	600000.00	1841000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00
2 - 3	M	2.00	3.00	5.00	3.00	5.00
3 - 4	N	4.00	5.00	9.00	5.00	9.00
3 - 7	P	7.00	5.00	12.00	5.00	12.00
3 - 8	Q	10.00	5.00	15.00	5.00	15.00
4 - 6	R	1.00	7.00	8.00	7.00	8.00
4 - 5	S	1.00	9.00	10.00	9.00	10.00
6 - 7	T	2.00	10.00	12.00	10.00	12.00
7 - 8	U	3.00	12.00	15.00	12.00	15.00
8 - 9	V	2.00	15.00	17.00	15.00	17.00
9 - 10	W	2.00	17.00	19.00	17.00	19.00
5 - 6	DUMMY	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	0.00	0.00	0.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	0.00	0.00	0.00
4 - 5	S	0.00	0.00	0.00
6 - 7	T	0.00	0.00	0.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	0.00	0.00	0.00

Critical line is : L-M-R-T-U-V-W  
 Finish work time is : 19.00

\* comment time unit is Days money unit is Baht  
 probability work to crash

Work	Cost Slope
M	350000.00
T	575000.00
P	10000.00
Q	12000.00
L	35000.00
L	35000.00

Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
9	L	35000.00	1276000.00	19.00	570000.00	1846000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00
2 - 3	M	2.00	3.00	5.00	3.00	5.00
3 - 4	N	4.00	5.00	9.00	5.00	9.00
3 - 7	P	7.00	5.00	12.00	5.00	12.00
3 - 8	Q	10.00	5.00	15.00	5.00	15.00
4 - 6	R	1.00	7.00	10.00	7.00	10.00
4 - 5	S	1.00	9.00	10.00	9.00	10.00
6 - 7	T	2.00	10.00	12.00	10.00	12.00
7 - 8	U	3.00	12.00	15.00	12.00	15.00
8 - 9	V	2.00	15.00	17.00	15.00	17.00
9 - 10	W	1.00	17.00	18.00	17.00	18.00
5 - 6	DUMMY	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00

#2 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	N	0.00	0.00	0.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	0.00	0.00	0.00
4 - 5	S	0.00	0.00	0.00
6 - 7	T	0.00	0.00	0.00
7 - 8	U	0.00	0.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	0.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	0.00	0.00	0.00

Critical line is : LMNRUVW LMSZTUVW LMPUVW LNDVW  
 Finish work time is : 18.00

\* comment time unit is days money unit is Baht

probability work to crash

Work	Cost Slope
M	350000.00
T	5750000.00
P	10000.00
Q	12000.00
W	350000.00

Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
10	W	350000.00	1260000.00	18.00	540000.00	2160000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 \* comment time unit is Days money unit is Baht  
 ไม่ว่าจะผิดที่ผิดทาง อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
1 - 2	L	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00
2 - 3	M	2.00	3.00	5.00	3.00	5.00
3 - 4	K	4.00	5.00	9.00	5.00	9.00
3 - 7	P	6.00	5.00	11.00	5.00	11.00
3 - 8	Q	9.00	5.00	14.00	5.00	14.00
4 - 6	R	1.00	9.00	10.00	9.00	10.00
4 - 5	S	1.00	9.00	10.00	9.00	10.00
6 - 7	T	1.00	10.00	11.00	10.00	11.00
7 - 9	U	3.00	11.00	14.00	11.00	14.00
8 - 9	V	2.00	14.00	16.00	14.00	16.00
9 - 10	W	1.00	16.00	17.00	16.00	17.00
5 - 6	DUMMY	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00

#1 CPM Project Scheduling

Node	Name	TF	FF	IF
1 - 2	L	0.00	0.00	0.00
2 - 3	M	0.00	0.00	0.00
3 - 4	K	0.00	0.00	0.00
3 - 7	P	0.00	0.00	0.00
3 - 8	Q	0.00	0.00	0.00
4 - 6	R	0.00	0.00	0.00
4 - 5	S	0.00	0.00	0.00
6 - 7	T	0.00	0.00	0.00
7 - 9	U	0.00	1.00	0.00
8 - 9	V	0.00	0.00	3.00
9 - 10	W	0.00	0.00	0.00
5 - 6	DUMMY	0.00	0.00	0.00

Critical line is : LMNETUVM LMNSZTUVM LNPVWR LNUVR  
 Finish work time is : 17.00

\* comment time unit is Days mode unit is Bar  
 probability work to crash

Work	Cost Slope
T	5750000.00
F	10000.00
C	12000.00
TFD	5772000.00

Crash Project

Step	Crash No.	Add Cost	Sl. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
11	TFD	5772000.00	7358000.00	17.00	510000.00	7903000.00

Less total cost at Step 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานวิชาการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายงานวิฤทธิคือ LMQW

การเร่งงานในชั้นต่าง ๆ จะพิจารณาตามขั้นตอนนี้เรื่อยไปแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

Crash Project						
Step	Crash Ac.	Add Cost	Bi. Cost	Time	Ind. Cost	Total Cost
0		0.00	1091000.00	28.00	840000.00	1931000.00
1	G	12000.00	1103000.00	27.00	810000.00	1913000.00
2	Q	12000.00	1115000.00	26.00	780000.00	1895000.00
3	P	12000.00	1127000.00	25.00	750000.00	1877000.00
4	M	18000.00	1145000.00	24.00	720000.00	1859000.00
5	H	18000.00	1163000.00	23.00	690000.00	1857000.00
6	FE	22000.00	1185000.00	22.00	660000.00	1845000.00
7	UD	26000.00	1211000.00	21.00	630000.00	1841000.00
8	RFD	30000.00	1241000.00	20.00	600000.00	1841000.00
9	L	35000.00	1276000.00	19.00	570000.00	1846000.00
10	N	350000.00	1626000.00	18.00	540000.00	2166000.00
11	TFF	5772000.00	7378000.00	17.00	510000.00	7908000.00

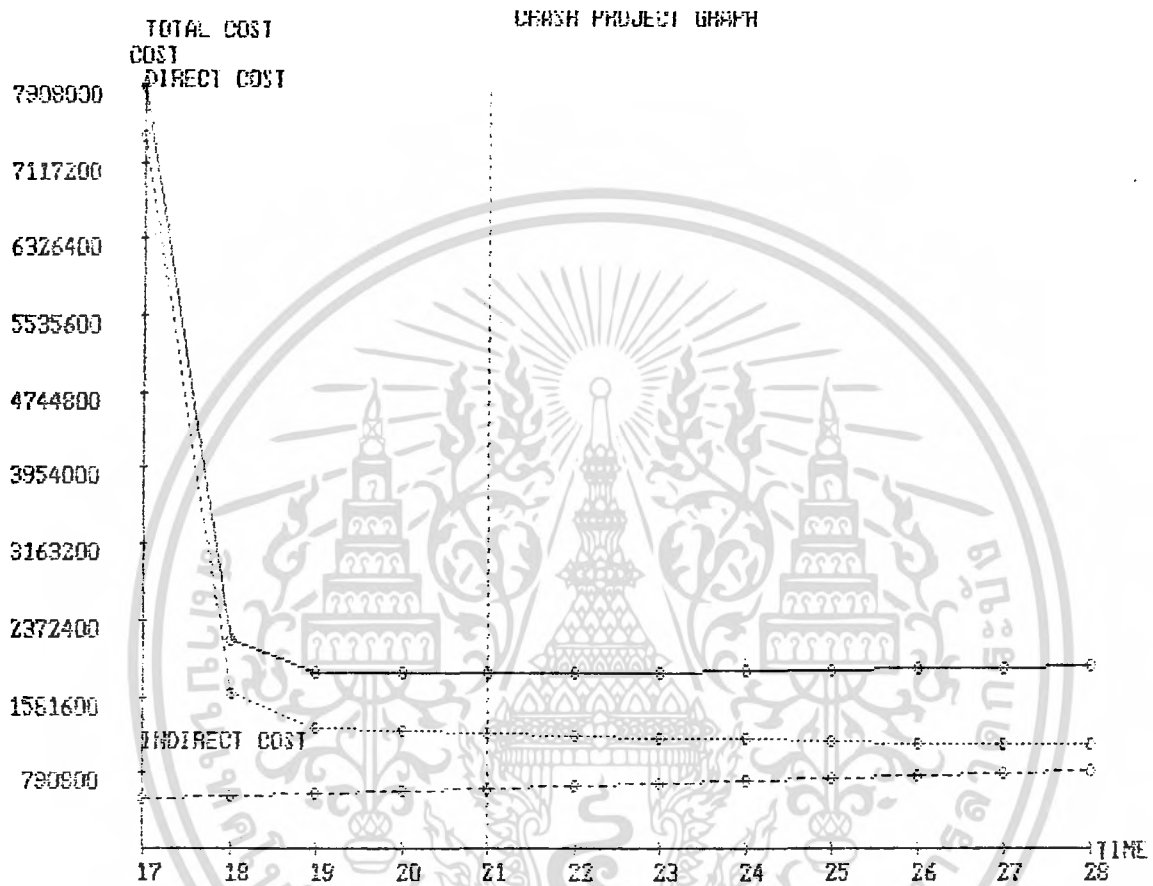
Less total cost at Step 7

\* comment time unit is Days money unit is Baht

#### ตารางที่ 4.4.5 เวลาและค่าใช้จ่ายของงานต่าง ๆ ของโครงการแนะนำผลิตภัณฑ์

##### รุ่นใหม่ทั้งแบบปกติและแบบเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายทางอ้อม ค่าใช้จ่ายทางตรง ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายรายวัน และค่าใช้จ่ายสะสมที่ได้ แสดงให้เห็นถึงกระแสการเงินในแต่ละวันที่ไหลออกไปสู่งานต่าง ๆ ทั้งในกรณีที่เป็นการทำหนดเวลางาน ตามหมายกำหนดการการเริ่มต้นเร็วสุดและเริ่มต้นช้าสุด ดังแสดงในตาราง 4.5.1 และ 4.5.2

จากตารางที่ 4.5.1 และ 4.5.2 จะเห็นว่าในวันที่โครงการดำเนินการไปได้แล้ว 5 วัน ถ้าเริ่มต้นงานตามหมายกำหนดการเร็วสุด จำนวนเงินที่ใช้มาจนถึงวันดังกล่าวจะเป็นเงินทั้งสิ้น 163,000 บาท ในขณะที่ถ้าเริ่มต้นงานตามหมายกำหนดการช้าสุดจะใช้จำนวนเงินทั้งสิ้นเพียง 141,000 บาท ผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นว่าสามารถนำเงินไปใช้ทำประโยชน์ทางด้านอื่นที่มีความจำเป็นก่อนได้ โดยที่ไม่ทำให้โครงการต้องเสียหายด้วยการไม่จำเป็นต้องเริ่มต้งานทุกงานด้วยหมายกำหนดการเร็วสุดเสมอไป อาจจะสามารถเริ่มต้งานบางงานให้ล่าช้าออกไป โดยไม่เกินเวลาเริ่มต้นช้าสุดที่งานนั้นจะทำได้

จากรูปที่ 4.2 ระหว่างเส้นกราฟค่าใช้จ่ายสะสมทั้งสองจะเป็นพื้นที่แสดงช่วงกว้างของค่าใช้จ่ายที่สามารถยืดหยุ่นได้ หรือสามารถปรับค่าใช้จ่ายได้ โดยให้สอดคล้องกับข้อจำกัดของทรัพยากรด้านต่าง ๆ รวมทั้งไม่ทำให้การเริ่มต้นและการแล้วเสร็จของงานใด ๆ ต้องล่าช้าจนเกินไป หรือมีผลทำให้การแล้วเสร็จของโครงการต้องล่าช้าออกไป

Estimate cost the most quick to start

Time Unit	Cost	Save Cost
0.00 L	2500.00	2500.00
1.00 L	2500.00	5000.00
2.00 L	2500.00	7500.00
3.00 L	2500.00	10000.00
4.00 M	3750.00	13750.00
5.00 M	3750.00	17500.00
6.00 M	3750.00	21250.00
7.00 M	3750.00	25000.00
8.00 N P D	23055.56	48055.56
9.00 N P D	23055.56	71111.11
10.00 N P D	23055.56	94166.67
11.00 N P D	23055.56	117222.22
12.00 P D E S	21055.56	138277.78
13.00 P D R	21055.56	159333.33
14.00 P D T	143055.56	302388.89
15.00 P D T	143055.56	445444.44
16.00 P D	18055.56	465500.00
17.00 D U	67500.00	531000.00
18.00 D U	67500.00	598500.00
19.00 D U	67500.00	666000.00
20.00 D U	67500.00	733500.00
21.00 D	12500.00	746000.00
22.00 D	12500.00	758500.00
23.00 D	12500.00	771000.00
24.00 M	35000.00	806000.00
25.00 M	35000.00	841000.00
26.00 M	12500.00	769000.00
27.00 M	12500.00	1093000.00

► convert time unit is Days money unit is Baht

**ตารางที่ 4.5.1 การประมาณค่าใช้จ่ายของ โครงการตามหมยกำหนดการ  
เริ่มต้นเร็วสุด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Estimate cost the most slow to start

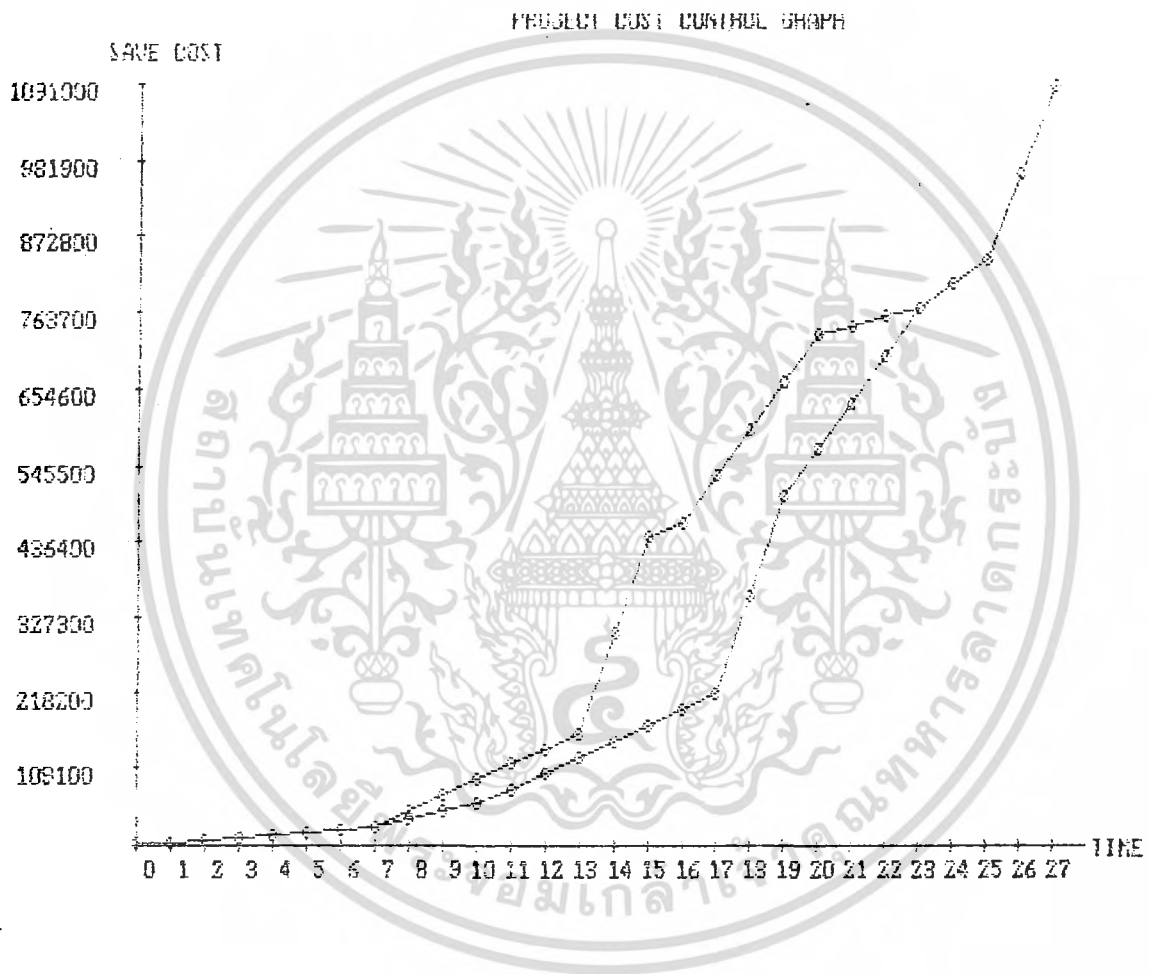
Time Unit	Cost	Save Cost
0.00 L	2500.00	2500.00
1.00 L	2500.00	5000.00
2.00 L	2500.00	7500.00
3.00 L	2500.00	10000.00
4.00 M	3750.00	13750.00
5.00 M	3750.00	17500.00
6.00 M	3750.00	21250.00
7.00 M	3750.00	25000.00
8.00 D	12500.00	37500.00
9.00 D	12500.00	50000.00
10.00 D	12500.00	62500.00
11.00 P D	12055.56	80555.56
12.00 M P D	23655.56	103811.11
13.00 M P D	23655.56	126666.67
14.00 M P D	23655.56	149722.22
15.00 M P D	23655.56	172777.78
16.00 P D F	21055.56	193833.33
17.00 P D S S	21055.56	214888.89
18.00 P D T	143055.56	357944.44
19.00 P D T	143055.56	501000.00
20.00 D U	67500.00	568500.00
21.00 D U	67500.00	636000.00
22.00 D U	67500.00	703500.00
23.00 D S	67500.00	771000.00
24.00 V	35000.00	806000.00
25.00 V	35000.00	841000.00
26.00 F	125000.00	966000.00
27.00 M	125000.00	1091000.00

\* count time unit is Days    money unit is Baht

#### ตารางที่ 4.5.2 การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการตามหมายกำหนดการ

เริ่มต้นช้าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายสะสมของโครงการตาม  
 หมายกำหนดการ เริ่มต้นเร็วสุด และหมายกำหนดการ เริ่มต้นช้าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

เนื่องจาก CPM และ PERT เป็นเครื่องมือของผู้บริหารที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงขึ้น จนเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนและควบคุมโครงการ ซึ่งกล่าวได้ว่าทั้ง 2 วิธีสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือบริหารโครงการได้ ตั้งแต่ขั้นเริ่มของโครงการจนกระทั่งถึงขั้นสิ้นสุดของโครงการ (from the cradle to the grave) แต่อย่างไรก็ตามการที่จะนำ CPM และ PERT มาใช้งานจำเป็นต้องอาศัยผู้บริหารที่มีประสบการณ์ในงานเป็นอย่างดี และรู้จักจุดดีและจุดเสียของเครื่องมือดังกล่าว จึงจะทำให้การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือดังกล่าวได้ผลอย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะการนำ CPM และ PERT เข้ามาใช้ในองค์การนอกสภาโดยย่อได้ดังนี้ คือ ต้องนำมาใช้ในขั้นวางแผน (planning stage) ไม่ใช่นำมาใช้ในขั้นที่เริ่มลงมือทำงาน ผู้ที่ริเริ่มนำเทคนิคทั้ง 2 มาใช้ จะต้องเป็นผู้ที่สามารถลูงใจให้ผู้บังคับบัญชาหรือผู้ใต้บังคับบัญชา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ยอมรับและสนับสนุนการใช้เทคนิคทั้ง 2 นี้ และควรที่จะต้องฝึกอบรมพนักงานทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนงาน การปฏิบัติงานและการติดตามผลงาน มิฉะนั้นแล้วผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายจะคิดว่าการใช้เทคนิคดังกล่าวเป็นการจับผิดการทำงานของผูที่เกี่ยวข้อง แทนที่จะคิดว่า PERT และ CPM คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นสำหรับที่ช่วยในการทำงานให้ตรงเป้าหมายที่ได้วางไว้ล่วงหน้า เมื่อตัดสินใจนำ PERT และ CPM มาใช้ในการวางแผนงาน ควรเลือกใช้กับโครงการง่าย ๆ ก่อนไม่ควรรีบนำไปใช้ในการวางแผนโครงการยาก ๆ ที่มีความซับซ้อน เพราะผู้วางแผนยังขาดความชำนาญและประสบการณ์ อาจจะทำให้งานในโครงการไม่ได้ผลตามเป้าหมาย และเมื่อนำมาใช้แล้วจะต้องมีการติดตามผลเป็นระยะ ๆ เพื่อจะได้ทราบความก้าวหน้าของงาน และต้องมีการแก้ไขแผนงานที่ได้วางไว้แล้วในกรณีที่ข้อมูลต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งทำให้แผนงานถูกต้องและทันเหตุการณ์อยู่เสมอ เพราะถ้าหากใช้ CPM และ PERT เฉพาะในขั้นการวางแผนงานเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการติดตามและแก้ไขแผนงานให้ถูกต้องอยู่ตลอดเวลา ก็เท่ากับไม่ได้ใช้ CPM และ PERT เลย การนำ CPM และ PERT เข้ามาใช้ในองค์การ หากได้รับการขัดขวางและประสบปัญหายุ่งยากต่าง ๆ นานา มักจะเป็นเครื่องชี้หรือแสดงให้เห็นว่าฝ่ายจัดการขององค์การนั้น ๆ มีจุดอ่อนด้านการจัดการ CPM และ PERT สามารถใช้เป็นเครื่องมือวางแผนงานโครงการเกือบทุกชนิด ตั้งแต่งานก่อสร้าง ติดตั้งเครื่องจักร วางแผนนำผลิตภัณฑ์ใหม่สู่ตลาด วางแผนเปิดสายการบินใหม่ วางแผนย้ายสำนักงาน วางแผนการประชุมของคณะกรรมการใหญ่ ๆ ที่มีอนุกรรมการหลายสาขา และใช้เวลาในการประชุมนานนับเดือน เพื่อให้ทราบผลการประชุมและเป้าหมายที่แน่นอน

ถึงแม้ว่าทั้ง CPM และ PERT จะเป็นเทคนิคที่นิยมกันมากในการวางแผนและควบคุมโครงการแต่เทคนิคทั้งสองก็ยังมีข้อจำกัดและจุดอ่อนอยู่หลายประการกล่าวคือ ทั้ง CPM และ PERT ต่างก็ต้องอาศัยการเขียนโครงข่ายในการวางแผนโครงการ ซึ่งการเขียนโครงข่ายงานให้ถูกต้องนั้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลามาก ในการที่จะแยกแยะ และหาความสัมพันธ์ของงานในโครงการ และมักจะเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายและเสมอ ๆ ในการประมาณเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานนั้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากโดยเฉพาะเทคนิคของ PERT ต้องประมาณเวลาถึง 3 ค่าด้วยกัน ในขั้นของการกำหนดเวลางานโครงการ จะพบว่างานที่ไม่ใช่เป็นงานวิกฤติอาจกลับกลายเป็นงานวิกฤติในขั้นของการดำเนินงานโครงการได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลของความไม่แน่นอนของสถานการณ์ ทำให้ข้อมูลที่ได้มาเดิมเปลี่ยนแปลงไป เช่น เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานต้องล่าช้าออกไป จำนวนทรัพยากรไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เป็นต้น ในการวิเคราะห์โครงข่ายของการทำงาน มักจะสมมติว่าทรัพยากรที่เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานโครงการมีอยู่อย่างพร้อมเพรียงตลอดเวลา แต่ในทางปฏิบัติและความเป็นจริง จำนวนทรัพยากรมักไม่สอดคล้องกับความต้องการที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ในขณะดำเนินการมักจะมีปัญหาขึ้นอยู่เสมอ ๆ จึงต้องอาศัยการควบคุมและติดตามผลงานของผู้ควบคุมโครงการ ที่ต้องคอยปรับจำนวนทรัพยากรให้เพียงพอกับความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนโครงการโดยวิธีของ PERT และ CPM โดยการเขียนโปรแกรม PCPM ขึ้นมา จากการทดลองนำไปใช้งาน พบว่าในแง่ของการประมวลผลสามารถคำนวณออกมาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้การวางแผนดำเนินงานเสร็จสิ้นได้เร็วขึ้น อีกทั้งในการทดลองปรับแผนโครงการ จะสามารถทำได้บ่อยครั้งและทันเหตุการณ์เมื่อต้องการปรับแผนงานอย่างกะทันหัน ทำให้การจัดเตรียมการล่วงหน้าเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้ประมวลผลข้อมูลแล้วผลที่ได้จากการพิมพ์รายงาน โดยสิ่งพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์สามารถนำไปใช้วิเคราะห์เพื่อทำรายงานต่าง ๆ สำหรับรายงานที่ออกมาชุดแรกจะใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมในขั้นต้น เพื่อดูว่าจะต้องมีการปรับปรุงแผนงานอีกหรือไม่ หากเห็นว่าการวิเคราะห์ตามที่วางแผนครั้งแรกไม่เหมาะสม ก็สามารถทำการปรับปรุงเพิ่มข้อมูลเพื่อทำการประมวลผลใหม่ ในการหาข้อมูลที่เหมาะสมต่อไป

สำหรับข้อดีของโปรแกรม PCPM ที่ได้จัดทำขึ้น สามารถทำการวิเคราะห์หาเวลาของโครงการได้ทั้งวิธีของ PERT และ CPM นอกจากนี้ยังทำการคำนวณและแสดงรายงานเกี่ยวกับการเร่งรัดโครงการและความคุ้มค่าใช้จ่ายของโครงการ ซึ่งจากประสิทธิภาพของ PCPM ที่กล่าวมาสามารถนำไปใช้ได้กับโครงการที่มีขนาดกลาง ที่ไม่จำเป็นต้องคำนวณเกี่ยวกับทรัพยากรและกำลังคน เช่น การวางแผนโครงการก่อสร้าง การวางแผนการประชุม เป็นต้น แต่ถ้าในอนาคตมีผู้สนใจต้องการทำการปรับปรุงโปรแกรมนี้ให้สามารถคำนวณเกี่ยวกับทรัพยากรและกำลังคนได้ โปรแกรมนี้ก็จะ เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการวางแผนโครงการด้วยวิธีของ PERT และ CPM ที่ค่อนข้างจะสมบูรณ์โปรแกรมหนึ่ง

ข้อเสียของโปรแกรมนี้คือ ข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลจะต้องได้จากกิจกรรมที่ทำให้อยู่ในรูปโครงข่ายงาน (Network) เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากพอสมควร และข้อจำกัดอีกข้อหนึ่งของโปรแกรมนี้ก็คือ การเปิดใช้แฟ้มข้อมูล (File) สามารถเปิดใช้แฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มได้ครั้งเดียวเท่านั้น เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วและ LOAD แฟ้มข้อมูลอื่นเข้ามาประมวลผล ถ้าต้องการกลับมาใช้แฟ้มข้อมูลเดิม จะต้องออกจากโปรแกรม PCPM ก่อนจึงจะกลับเข้ามาใช้แฟ้มข้อมูลเดิมได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

**โปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดการโครงการ (Project management Packages)**

โปรแกรมสำเร็จรูปมาตรฐานในการจัดการโครงการ ความเหมาะสมในการใช้  
สำหรับโครงการขนาดใหญ่ หรือขนาดเล็ก ขึ้นอยู่กับส่วนย่อยที่สำคัญดังนี้

- The network processing module
- The resource scheduling module
- The cost module
- The reports generator

software สำเร็จรูปที่ใช้ประมวลผลกับเครื่อง Minicomputers

software สำเร็จรูปที่ใช้ประมวลผลกับเครื่อง Microcomputers

**โปรแกรมสำเร็จรูปมาตรฐานในการจัดการโครงการ  
(Standard Project Management Packages)**

Software สำเร็จรูปสำหรับการจัดการโครงการมีจุดเริ่มต้นจากระบบ Mainframe  
ขนาดใหญ่ การใช้โดยทั่ว ๆ ไป จะจำกัดขอบเขตกับโครงการที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ และวิธีการ  
ใช้ก็ยุ่งยาก ต่อมาได้มีการนำเข้าสู่ตลาดเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง และ  
ผู้ใช้งานเคยกับระบบได้ดี การออกแบบระบบในปี 1980 ส่วนใหญ่จะมุ่งในการพัฒนาสำหรับผู้ใช้  
โดยไม่มุ่งเน้นความชำนาญในการวางแผนงาน

Software สำเร็จรูปต่าง ๆ มีความสามารถแตกต่างกันมากมาย โดยทั่ว ๆ ไประบบ  
ที่มีราคาถูก จะใช้กับเครื่อง Microcomputers และเป็นเครื่องมือที่ใช้กับโครงการ ที่มี  
องค์ประกอบขนาดเล็กโดยตรง ส่วนระบบที่แพงกว่าจะใช้กับเครื่อง Minicomputers ที่มีขนาด  
กลางซึ่งเหมาะสมกับงานที่มีองค์ประกอบขนาดใหญ่ อาจเป็นได้ว่าประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเลือกใช้ Minicomputer-Based System ซึ่งสามารถควบคุมข้อมูลข่าวสารที่ต้องการในการจัดการหลาย ๆ โครงการได้ ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการรวบรวมข้อมูล จากแต่ละโครงการซึ่งจะใช้เป็นสถิติ แสดงสถานะของโครงการ

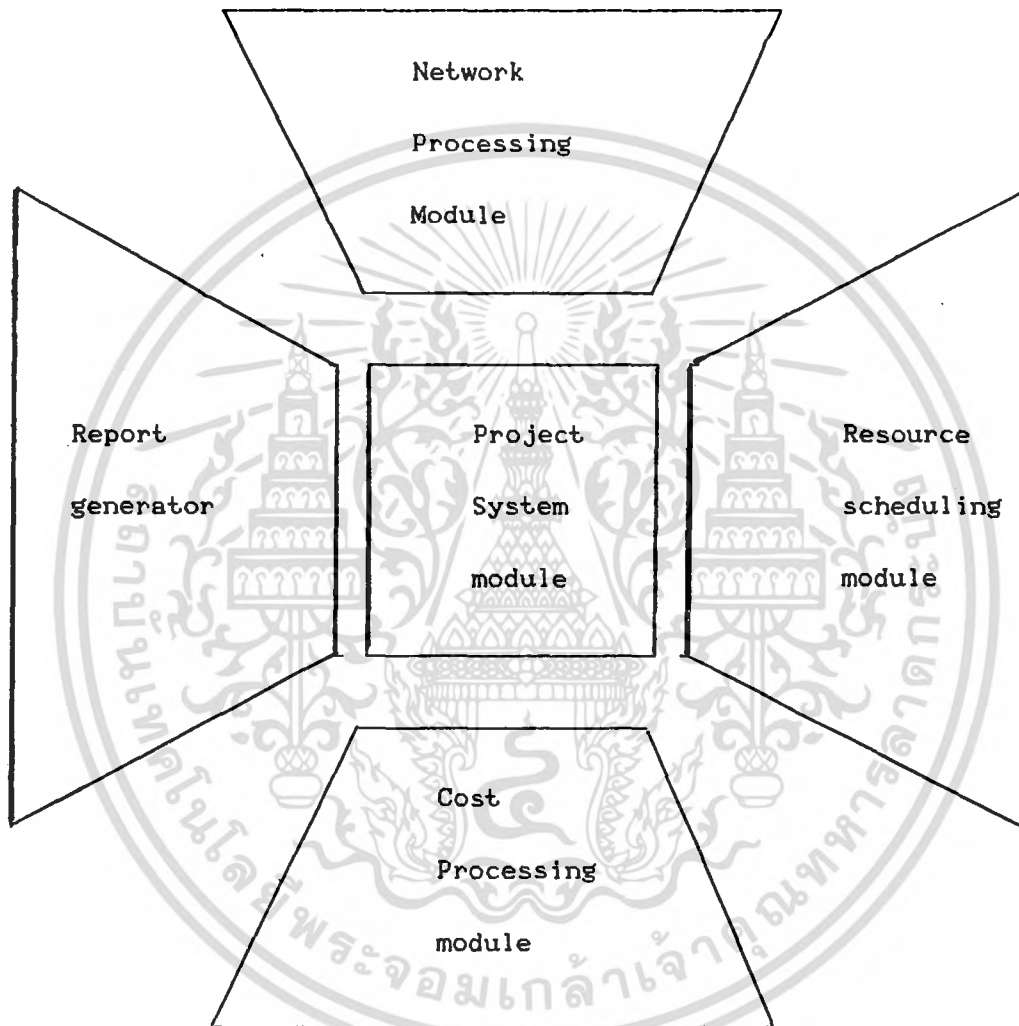
สิ่งที่กล่าวมานี้ จะเป็นประโยชน์โดยเฉพาะกับการศึกษาความต้องการ ขององค์ประกอบทั้งหมดของโครงการ อย่างไรก็ตามก็ต่องค์ประกอบที่มีขนาดเล็กกว่าอาจจะพบว่ามีความสามารถเพียงพอที่จะทำได้โดยการเชื่อมโยงกับ software ของเครื่อง Microcomputer ราคาถูกที่มีราคาต่ำกว่า 2,000 ปอนด์ ซึ่งในส่วนต่อไปจะกล่าวถึง software ที่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และจะอธิบายถึง ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Module ที่สำคัญ 4 Module

ระบบที่สมบูรณ์ มักจะมี Module 4 Module หรือระบบย่อยดังแสดงในรูปข้างล่างนี้



แสดง Module ที่สำคัญทั้ง 4 สำหรับระบบการควบคุมโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การดำเนินงานของโครงข่าย (Network Processing)

ในส่วนของการดำเนินงานของโครงข่ายมักจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบ Software ในการจัดการโครงการที่ดี โดยใช้พื้นฐานในการวิเคราะห์โครงข่ายเป็นเครื่องมือในการจัดการโครงการ ตามหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. การประมาณระยะเวลาโครงการทั้งหมด
2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่แตกต่างกันในโครงข่าย
3. ชี้จุดเริ่มต้นของกิจกรรมและวันที่สิ้นสุด สำหรับก่อนและหลังเหตุการณ์ที่กำหนด
4. ดำเนินการจัดทำรายงานการปรับปรุงโครงข่าย และการรายงานความสำเร็จของโครงการและผลกระทบต่อโครงการ

### โปรแกรมสำเร็จรูปที่วิศวกรมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถยอมรับกิจกรรมตามแนวลูกศร (  $i, j$  ) หรือกิจกรรมที่อยู่ก่อนหน้า
2. ยอมรับได้หลาย ๆ โครงการ
3. ยอมรับเวลาของกิจกรรมในหน่วยใด ๆ ก็ได้ (เช่น วัน, สัปดาห์, เดือน เป็นต้น)
4. ความสามารถในการรวบรวมโครงข่าย โดยใช้เทคนิค hammocking
5. ใช้โครงข่ายย่อยในการสร้าง hierachy ของโครงข่ายที่มีรายละเอียดต่างระดับกัน
6. ยอมรับข้อจำกัดของทุกกิจกรรม
7. มีความสามารถในการงาน breakdown structure code และสามารถยอมรับ code ในการเลือกรายงาน
8. ง่ายต่อการใช้เมื่อทำการติดตั้งโครงข่าย ถ้าใช้โดยบุคคลที่มีได้มีความชำนาญในการวางแผนการณืล่วงหน้า
9. เวลาที่ต้องการใช้ในการติดตั้งระบบโครงข่าย ควรได้สัดส่วนกับระบบที่ซับซ้อน

ในทางกลับกัน ประสิทธิภาพในการประมวลผลรวม โดยทั่ว ๆ ไป ของระบบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานกว่าจะสร้าง file ขนาดใหญ่ ก่อนที่จะประมวลผลโครงข่ายโดยไม่จำเป็น

10. เรียงลำดับตามความสะดวกของรายงาน เช่น " by float " ,  
" early start " , " late start "
11. ความสามารถในการพิจารณาความสำเร็จโดยอัตโนมัติ ต่อกิจกรรมโดยมีข้อ  
กำหนดวันที่เสร็จสมบูรณ์
12. ความสามารถในการแยก หรือ แบ่งกิจกรรมย่อยที่จะเลือก เช่น ยอมให้งาน  
หรือ กิจกรรมที่หยุดก่อน กิจกรรมที่เสร็จสมบูรณ์ และเริ่มต้นใหม่ที่ขั้นตอนต่อไป

### The resource scheduling module

the resource scheduling module คือทรัพยากรที่ต้องการในการประมวลผลของ  
กิจกรรม และความสะดวกในการวิเคราะห์ ทรัพยากรเหล่านี้อาจจะรวมถึง กำลังคน , วัสดุ  
หรือ การเร่ง ทรัพยากรบุคคลต้องใช้เฉพาะในช่วงเวลาที่สะดวกและ "used-by-job" ใน  
ทางกลับกันทรัพยากรเหล่านั้นเช่น วัสดุ ซึ่งอาจจะเก็บสะสมได้ หรือที่รู้จักกันคือ  
ทรัพยากรที่เก็บไว้ใช้ในภายหลัง ความก้าวหน้าที่สำคัญของ software ที่เกี่ยวกับโครงข่าย  
และโปรแกรมที่สามารถคำนวณได้ โดยเฉพาะกับ ความต้องการทรัพยากรของแต่ละกิจกรรม  
และทรัพยากรที่จะสามารถหาได้ ความสะดวกอีกอย่างหนึ่งที่มีราคาสูงเมื่อเป็นพื้นฐานในการ  
ประมาณชั่วโมงการทำงานของคน

โดยทั่ว ๆ ไปในส่วนของทรัพยากร จะมีความสามารถดังนี้

1. ความสามารถที่จะต้องการทรัพยากรภายในกิจกรรมแตกต่างกัน ดังนั้นทุก ๆ  
กิจกรรมจะสามารถมี curve 's' ของการใช้ทรัพยากร
2. ความสามารถที่จะควบคุมระดับความแตกต่างของทรัพยากรที่หาได้ภายในกิจกรรม  
ที่ยอมให้มีได้ สำหรับเวลาทำงานและเวลาการทำงานที่นอกเหนือออกไป
3. ความคุม 'used-by-job' และ 'carried-forward' ของทรัพยากร
4. ความสามารถที่จะต้องการทรัพยากรที่มากกว่า 1 สำหรับแต่ละกิจกรรม
5. ความสามารถที่จะควบคุมกิจกรรมที่อยู่ก่อน สำหรับแต่ละกิจกรรมที่เลือกโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

user ดังนั้นจึงยอมให้มีการปรับปรุงใด ๆ ของกิจกรรมที่สำคัญเหล่านั้น

### The cost Module

cost module ยอมให้โอกาสแก่ระบบ software ดูแลตั้งแต่ระบบที่แตกต่างกัน อย่างเห็นได้ชัด ไปจนถึงระบบที่มีความคล้ายคลึงกัน สาระที่สำคัญที่เห็นเด่นชัดของ cost control โดยเฉพาะงานพื้นฐานบางงาน ที่มีการนำมาใช้น้อย โดยทั่วไปแล้ว เป็นสิ่งที่สำคัญมากที่จะหา cost module ที่รวมทั้งหมดกับ module ที่ดำเนินต่อไป ซึ่งควรจะสามารถ ในการควบคุม cost codes ที่มีความยาวของ record เพียงพอ และ monitor ตามที่แตกต่างกันตามหน้าที่ของบัญชีโครงการ

ความสามารถของ cost module ที่สามารถรวบรวมได้ดังนี้

1. เป็นการรวม cost ทั้งหมดและ module ที่จะดำเนินต่อไป
2. cost เบื้องต้นที่มีความสัมพันธ์กับเวลาโดยเฉพาะ ค่าใช้จ่ายจะมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น
3. ค่าใช้จ่ายอาจนำไปสัมพันธ์กับ milestones อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือกับกิจกรรมที่ดำเนินต่อไป (นอกจากรู้ว่ากิจกรรมนั้นมีความสัมพันธ์กับ cost)
4. ความสามารถในการควบคุมเวลาที่มีความสัมพันธ์กับต้นทุน (ซึ่งต้นทุนเหล่านั้นจะนำมาซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่องานแล้วเสร็จ หรือยังไม่เสร็จ)
5. รูปแบบที่ดีของการวางแผน cash flow ทั้งหมดและการใช้ cost พื้นฐาน ของการดำเนินงานที่ผ่านมา และแผนที่ทำมาแล้ว
6. วิเคราะห์ความแปรปรวน เช่น ปรับปรุงความแปรปรวนใหม่และให้ได้อย่างแปรปรวนที่ตรงกับความต้องการ
7. ความสามารถที่จะควบคุม multiple currencies
8. การบันทึกรายจ่ายพวกหนึ่งที่ได้พิจารณาแล้วตามความเป็นจริง
9. การบันทึกตามใบเสร็จที่เป็นอยู่จริง
10. มีจุดมุ่งหมายที่จะดึง cost มาเพื่อการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## module ในส่วนของรายงาน และ กราฟ

ในส่วนของรายงาน จะมีส่วนของ graphic package หรือไม่นั้นแล้วแต่กรณี แต่ก็มีความต้องการกราฟ เพื่อมาแทนส่วนของตารางรายงานของโครงการมากขึ้น ระบบขนาดใหญ่มักจะยอมให้มี graphic ดี ๆ โดยทั่วไปแล้วการสร้าง report จะยอมให้มีการกำหนดและสร้างรายงานของ user ตามที่กำหนดโดยเฉพาะ คอลัมน์ แถว หรือส่วนหัวของรายงาน ที่จำเป็นสำหรับรายงานโครงการ

ความสามารถในการสร้างรายงาน ควรจะมีดังนี้

1. สร้าง report เช่น bar charts หรือ โคร่งข่าย ด้วยเหตุนี้จะเป็นการประหยัดความสิ้นเปลืองแรงงานในการเตรียมทำคู่มือ
2. สร้าง cost curves สำหรับ cost reporting
3. แสดงส่วนของพื้นที่ของกราฟรายงาน และเก็บข้อมูลตามที่ต้องการ
4. เรียงลำดับและเลือก หรือ กำจัดข้อมูล (เช่น float) ตามที่ต้องการ
5. จะแสดงวันที่ใช้ในการปรับปรุงรายงานของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

## Software. ที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป

เป็นการยากที่จะหาว่าระบบใดที่จะสามารถควบคุมคุณลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามความสามารถในการตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์เมื่อได้กำหนดความต้องการ และ กำหนดราคา software system

## Software สำเร็จรูปที่ใช้กับเครื่อง Minicomputer

---

Name : ARTEMIS

---

Supplier : Metier Management System

North Circular Road

Stonebridge Park

London NW10 7WG

United Kingdom

Tel : 01-902-8830

---

ARTEMIS ได้เกิดขึ้นในปี 1979 และมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นผู้นำทางการตลาด สำหรับระบบการจัดการโครงการของเครื่อง minicomputer ขนาดเล็ก (HP1000) ซึ่งมีผู้ใช้ ประมาณ 400 ในประเทศอังกฤษมีประมาณ 150 Metier ยอมให้มีการปรับปรุงระบบ(รวมทั้ง hardware) ได้มีการปรับปรุง software 3 ครั้งต่อปี และบริการแก่ลูกค้า โดยจะเสียค่าใช้จ่ายอีกประมาณ 14% ของราคาซื้อ

### Hardware

ใช้กับเครื่อง HP1000 และ IBM mainframe และใช้เชื่อมต่อกับเครื่อง PRIME และ VAX

### ราคา

ทั้ง hardware และ software (เครื่อง 5101, terminal, 20Mb, printer)

ราคาประมาณ 78,000 ปอนด์ และราคาสูงสุด(5404) ประมาณ 180,000 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : INTERNET 80S

---

Supplier : Computation Reaserch and Development Ltd

12-15 Dartmouth Street

London SW1M 9BL

United Kingdom

Tel : 01-222-9822

---

INTERNET 80S เหมาะกับ minicomputer ขนาดใหญ่ โดย Freeman Fox และ Partners เป็นผู้เริ่มต้นพัฒนาระบบการจัดการโครงการ สำหรับจัดการโครงการใหญ่ ๆ ประมาณได้ว่าการติดตั้งระบบ 54 แห่งและมี 12 แห่งที่ติดตั้งในประเทศอังกฤษ INTERNET มีลักษณะที่สำคัญคือมีความเป็นอิสระกับเครื่อง (สามารถ run ได้กับเครื่องได้อย่างกว้างขวาง)

Hardware

software สามารถ run ได้กับเครื่องต่อไปนี้

Control data 6000/Cyber

Perkin-Elmer 3200 series

ICL 2900 series

Digital VAX II series

Prime 50 series

Univac 1100 series

IBM 360/370/3000/4300

ราคา

ราคาโดยรวมทั้งระบบ ในช่วงเวลา 3 ปี 8,800 - 20,000 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : PCC MARK III

---

Supplier : The Program Control Corporation

7120 Hayvenhurst Avenue

Van Nuys, California, 91406

United States of America

Tel : 782-2900

---

PCC software เป็นระบบการจัดการโครงการ ที่มีความก้าวหน้าที่สำคัญในการ  
เริ่มต้นและยอมให้ graphic มีความสำคัญ

Hardware

VAX

IBM 3031

CDC 7600

Univac 1110

Honeywell 6080

Graphics on a digital หรือ electro static plotter

ราคา

เป็นระบบที่สะดวกต่อการให้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : GC CUE

---

Supplier : G/C Engineers and Consultants (UK) Ltd

CUE System Department

15 Fraser House, London Road

Twickenham, Middlesex

United Kingdom

Tel : 01-891-4383

---

GC เหมาะกับเครื่อง minicomputer ขนาดใหญ่ และเป็นระบบ interactive  
เริ่มต้นพัฒนาโดย Gilbert และ Commonwealth (ที่ปรึกษาทางวิศวกรรม)

ราคา

จะแยกตามส่วนที่ต้องการ ซึ่งอาจจะต้องจ่ายประมาณ 90,000 ปอนด์ สำหรับระบบที่ดี ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : EASY TRAK/2

---

Supplier : Planning Control International

Manor House

Leatherhead

Surrey,

United Kingdom

Tel : 0372-37357

---

EASY TRAK/2 เป็นระบบการจัดการโครงการ (จาก PVI ของ Irvine, Cal. USA)  
 ที่ users ใน US ชอบใช้ มีผู้ใช้ประมาณ 200 ราย

**Hardware**

ใช้กับเครื่องที่ compatible กับเครื่อง minicomputer Nova เช่น DataNova  
 และ DEC PDP II , VAX series และ Point 4 minis

**ราคา**

ระบบที่สมบูรณ์มีราคาประมาณ 57,000 ปอนด์

---

Name : CHELTONIAN PLUS SERIES

---

Supplier : Cheltonian Ltd  
Cheltonian House  
Portsmouth Road  
Esher  
Surrey KT10 9AA  
United Kingdom  
Tel : 0372-68484

---

ราคา

software ราคาประมาณ 30,000 - 65,000 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software สำเร็จรูปที่ใช้ในการประมวลผลกับเครื่อง microcomputer

---

Name : PLANTRAC

---

Supplier : Computerline Ltd

118 Churse Street

Weybridge

Surrey

United Kingdom

Tel : 97-55757

---

PLANTRAC เป็น microcomputer-based scheduling system ที่ support กับเครื่อง CP/M ซึ่งทำให้ได้ประโยชน์ในการใช้กับเครื่องต่าง ๆ

**Hardware**

เครื่อง microcomputer Z80 ที่ compatible กับ CP/M ขนาด 64K หรือ TRSDOS operating system ปัจจุบันใช้กับ MSDOS ได้

**ราคา**

ประมาณ 1,500 ปอนด์ ในช่วงปีแรก และ 500 ปอนด์ในปีถัดไป

---

Name : MICROPLANNER

---

Supplier : Apple Computer (UK) Ltd

Finway Road

Hemel Hempstead

Herts HP2 7PS

United Kingdom

Tel : 0442-60244

---

MICROPLANNER เหมาะกับการประยุกต์ใช้ในโครงการขนาดเล็ก ๆ

**Hardware**

เครื่อง Apple microcomputer ที่มีความจุของ CPU ต่ำกว่า 48K, 2 disk

dives

ราคา ประมาณ 700 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : HORNET 4000

---

Supplier : Claremont Controls Ltd  
 Albert House, Rothbury,  
 Morpeth  
 Northumberland NE65 7SR  
 United Kingdom  
 Tel : 0669-21081

---

**Hardware**

ใช้กับ MSDOS operating system ใด ๆ ที่มี RAM 256K เช่น IBM PC ,  
 DEC Rainbow , Series 1 และ WANG PC  
 ราคา HORNET 2,760 ปอนด์ และ Silicon Office 1,400 ปอนด์

---

Name : COMPASS

---

Supplier : Wimpey Group Services Ltd

Hammersmith Grove

London W6 7EN

United Kingdom

Tel : 01-748-2000

---

COMPASS เป็นระบบการจัดการโครงการรวม ที่ใช้กับเครื่อง CP/M หรือ MSDOS  
microcomputer

**Hardware**

เป็นระบบที่ใช้กับ Wimpy microcomputer ที่ เป็น CP/M หรือ MSDOS รวมทั้ง

Winchester 12 Mb และ dot matrix printer

**ราคา**

Time analysis	1,000 ปอนด์
Resource analysis	900 ปอนด์
Reports generator	450 ปอนด์
Graphics	1,500 ปอนด์
Microdrive	2,460 ปอนด์
Wimpey micro	5,450 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : PERTMASTER

---

Supplier : Abtex Computer Systems Ltd

58 Carden Place

Aberdeen AB1 UP

United Kingdom

Tel : 0224-647074

---

ใช้กับเครื่อง CPM และ MSDOS สามารถรับได้ถึง 2500 กิโลกรัม

ราคา 650 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

Name : TARGET TASK

---

Supplier : Comshare Ltd

32 Great Peter Street

London SW1P 2DP

United Kingdom

Tel : 01-222-5665

---

TARGET ASK เป็นการวางแผน,การกำหนดทุนในระบบ ที่ถูกมาก

Hardware

ใช้กับเครื่องmicrocomputer CPM หรือ MSDOS เช่นเครื่อง IBM PC

Xerox ICI, Rair, NEC, Apple, Dec, Hewlett-packard, Sirius และ Super brian

ราคา 170 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

## คู่มือการใช้ SOFTWARE

Software ที่เขียนขึ้นนี้ใช้สำหรับการวางแผนโครงการด้วยเทคนิค PERT และ CPM ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลกับโปรแกรมนี้ จะต้องจัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของโครงข่าย (Network) ของโครงการแล้วเท่านั้น จึงจะสามารถนำมาประมวลผลได้ แม้แต่ Software ของต่างประเทศเอง ก็ยังต้องใช้หลักการเดียวกันนี้ นั่นคือ ผู้วางแผนจำเป็นต้องจำลองโครงข่ายงานขึ้นมาก่อนเสมอ ขั้นแรกเมื่อใส่แผ่นโปรแกรมเข้าไปใน DRIVE A แล้ว สามารถเรียกโปรแกรม ให้ทำงานได้จากคำสั่งดังนี้

```
A > PCPM
```

PCPM คือชื่อของโปรแกรม เมื่อโปรแกรมขึ้น TITLE แล้ว จะเข้าสู่ MAIN MENU ดังนี้

Main Menu

- 
- 1) File
  - 2) Normal Listing
  - 3) CPM Project Scheduling
  - 4) PERT Project Scheduling
  - 5) Crash Project
  - 6) Project cost control
  - 7) Quit out

Enter Selection :

อธิบาย MAIN MENU ได้ดังนี้

- หัวข้อที่ 1  
( File ) การเริ่มใช้โปรแกรมนี้จะต้องเริ่มที่หัวข้อที่ 1 เสมอเพราะใช้สำหรับ Input ข้อมูลที่ต้องการประมวลผล หรือทำการ Load File ที่ต้องการประมวลผล ในกรณีที่มี File เก็บไว้อยู่แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูล หรือทำการ Save File ได้
- หัวข้อที่ 2  
( Normal Listing ) เป็นการออกรายงานของข้อมูลทั้งหมดก่อนทำการประมวลผลว่ามีอะไรบ้าง
- หัวข้อที่ 3  
( CPM Project Scheduling ) เป็นการคำนวณหาเส้นวิกฤติของโครงการ โดยแสดงผลการคำนวณออกมา เช่นค่า Float ต่าง ๆ และค่า Slack พร้อมทั้งแสดงเส้นวิกฤติโดยใช้ชื่อย่อของกิจกรรม รวมถึงเวลาที่ใช้ในเส้นทางวิกฤติ ด้วยการแสดงผลนี้สามารถแสดงได้ทางหน้าจอ และออกรายงานได้
- หัวข้อที่ 4  
( PERT Project Scheduling ) เป็นการคำนวณหาเส้นวิกฤติของโครงการโดยเทคนิคของ PERT โดยแสดงผลการคำนวณออกมา เช่นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Slack การแสดงผลก็สามารถแสดงได้ทางหน้าจอ และออกเป็นรายงาน
- หัวข้อที่ 5  
( Crash Project ) ใช้เมื่อต้องการทำการเร่งโครงการ จะมีการแสดงขั้นตอนของการเร่งงานที่ละขั้นตอนโดยละเอียด หาเส้นวิกฤติจากการเร่งงานแต่ละครั้ง พร้อมทั้งแสดงค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการแสดงผลสามารถออกทางหน้าจอ และออกเป็นรายงานได้
- หัวข้อที่ 6  
( Project cost control ) ใช้เมื่อต้องการพิจารณาค่าใช้จ่ายของการเสร็จสิ้นการทำงาน เร็วสุดและช้าสุด เพื่อนำไปพิจารณากับงบประมาณของโครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่ 7

เมื่อต้องการออกจากโปรแกรม PCPM นี้ เพื่อเข้าสู่ A >

(Quit out)

การเลือก MENU สามารถทำได้ 2 ทาง คือ

- เลือกกดหมายเลขตามที่ต้องการ
- เลื่อน bar cursor โดยใช้แป้น keyboard ที่มีลูกศรขึ้นลง แล้วกด Enter

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 1

หลังจากเลือกข้อนี้ โปรแกรมจะเข้าสู่ MENU ย่อย ดังนี้



การเลือก MENU ก็เช่นเดียวกับกรณี MAIN MENU

กรณีเลือก MENU ย่อย 1

จะเป็นการสร้างแฟ้มข้อมูลกรณีปัญหาที่เราต้องการจะวางแผน โดยการ Input ข้อมูลทาง keyboard นั่นคือเป็นแฟ้มข้อมูลใหม่ที่เราต้องการจะสร้าง เพื่อนำไปประมวลผล เครื่องจะแสดงหน้าจอดังนี้ :

Activity Number 1

FULL NAME :.....( 60 character).....

SHORT NAME :.....( 4 character).....

Optimistic Time (a) :.....

Most Likely Time (m) :.....

Pessimistic Time (b) :.....

NORMAL TIME :.....

NORMAL COST :.....

CRASH TIME :.....

CRASH COST :.....

BACK NODE :.....

NEXT NODE :.....

Are you sure ( Y/N/ESC )

การใส่ข้อมูลจะใส่ทีละอย่าง อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่ใช้ได้ดังนี้

- Activity Number คือ การแสดงจำนวนของกิจกรรม ผู้ใช้ไม่ต้องใส่ข้อมูลเครื่องจะ run ของมันเอง เป็นการแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนกิจกรรมเท่าไรแล้วในขณะนั้น
- FULL NAME คือ ชื่อเต็มของกิจกรรมหรือคือรายละเอียดของกิจกรรมนั่นเอง
- SHORT NAME คือ ชื่อย่อของกิจกรรมเพื่อให้เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการออกรายงาน
- Optimistic Time (a) คือ เวลาที่กิจกรรมจะเสร็จได้เร็วที่สุดในกรณีวิเคราะห์ด้วย PERT แต่ถ้าเป็น CPM จะคือเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานนั้น ๆ เหตุที่นำมารวมกันก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เพื่อต้องการลดจำนวน field ให้มากที่สุด เพื่อ เป็นผลดีต่อการเขียนโปรแกรม
Most likely Time (m)		คือ เวลาที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ในกรณี วิเคราะห์ด้วย PERT ถ้าเป็น CPM ก็ไม่ต้องใส่
Pessimistic Time (b)		คือ เวลาที่กิจกรรมจะเสร็จได้ช้าที่สุด ในกรณี วิเคราะห์ด้วย PERT ถ้าเป็น CPM ก็ไม่ต้องใส่
NORMAL TIME		คือ เวลาแบบปกติที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ ข้อมูลนี้ใช้ เพื่อการประมวลผลการเร่งโครงการ
NORMAL COST		คือ ค่าใช้จ่ายแบบปกติที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ ข้อมูล นี้ใช้เพื่อการประมวลผลการเร่งโครงการ
CRASH TIME		คือ เวลาแบบเร่งที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ ข้อมูลนี้ใช้ เพื่อการประมวลผลการเร่งโครงการ
CRASH COST		คือ ค่าใช้จ่ายแบบเร่งที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ ข้อมูล นี้ใช้เพื่อการประมวลผลการเร่งโครงการ
BACK NODE		คือ เหตุการณ์ที่อยู่ก่อนหน้ากิจกรรมนั้น ๆ ใส่เป็น ข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม (1,2,3,.....)
NEXT NODE		คือ เหตุการณ์ที่อยู่ถัดไปของกิจกรรมนั้น ๆ ใส่เป็น ข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม (1,2,3,.....)
Are You Sure (y/n/Esc)		เป็นการถามความแน่ใจว่าต้องการผ่านหรือไม่
ถ้าตอบ	y	แสดงว่าแน่ใจแล้วที่จะผ่านไปรับกิจกรรม อื่นต่อไป
ถ้าตอบ	n	แสดงว่ามีข้อมูลบางตัวที่ใส่ผิด ต้องการจะไป edit ในบาง Field โปรแกรมจะขึ้น display ใหม่เหมือนเช่นเดิม แต่มีข้อมูลเดิมที่รับเข้า ไปก่อนแสดงให้ดูด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าตอบ Esc แสดงว่าต้องการยกเลิกการ Input หน้าจอกลับไป  
ไปที่ MAIN MENU

เมื่อใส่ข้อมูลเข้าไปจนหมดแล้ว ต้องการที่จะออกจากส่วนของการ Input ข้อมูลให้  
กด Enter จะมีคำถามแสดงขึ้นว่า ต้องการที่จะออกจาก display นี้หรือไม่

Are you sure to quit out ? (y/n)

ถ้าตอบ y โปรแกรมจะขึ้น display ใหม่ แสดงรายละเอียดของ  
Activity ที่เรา Input เข้าไปแล้ว Display นี้เรียกว่า Confirm Window ดังนี้

Confirm Window

TOTAL ACTIVITY :.....

ACTIVITY NUMBER :.....

FULL NAME :.....

SHORT NAME :.....

Optimistic Time (a) :.....

Most likely Time (m) :.....

Pessimistic Time (b):.....

NORMAL TIME :.....

NORMAL COST :.....

CRASH TIME :.....

CRASH COST :.....

BACK NODE :.....

NEXT NODE :.....

<- ->(Movement) Del(Delete) Enter(Edit) Esc(End-Sure) Ins(Append)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง <- ->(Movement)	คือ เคลื่อนไปดูหน้าถัดไปหรือกิจกรรมถัดไป โดยสามารถเลื่อนไปดูกิจกรรมหลัง ๆ หรือกิจกรรมที่อยู่ก่อนหน้าได้ โดยใช้ keyboard ที่มีลูกศร
คำสั่ง Del(Delete)	คือ คำสั่งที่ใช้ลบ Activity ที่ไม่ต้องการ
คำสั่ง Enter(Edit)	คือ ใช้ในกรณีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลในบาง Field โปรแกรมจะเปลี่ยน Display ไปรับข้อมูลใหม่ โดยจะแสดง ข้อมูลที่อยู่เดิมออกมาด้วย เพื่อสะดวกในการแก้ไข การแก้ไขในกรณีนี้จะกระทำเฉพาะ Activity ที่แสดงอยู่เท่านั้น ถ้าต้องการแก้ไขที่ Activity อื่นด้วย ต้องใช้คำสั่ง Movement เพื่อเลื่อน Activity ก่อน
คำสั่ง Esc(End-Sure)	คือ เมื่อแน่ใจในการ Input ข้อมูลแล้วต้องการที่จะจบการ Input ให้ใช้คำสั่งนี้ โปรแกรมจะถามอีกครั้งเพื่อความแน่ใจว่า ต้องการจะออกจริงหรือไม่ Are you sure to quit out ? (y/n) ถ้าตอบ y โปรแกรมจะถามต่อว่า ต้องการที่จะ SAVE File ข้อมูลที่ Input นั้นหรือไม่ Do you want to save data ? (y/n) ถ้าต้องการที่จะ SAVE ตอบ y โปรแกรมจะถามต่อว่า ต้องการ SAVE ใส File ชื่ออะไร Name of File to Save : ใส่ชื่อ File พร้อมนามสกุล .DAT เพื่อให้รู้ว่าเป็น File ข้อมูล โปรแกรมจะทำการ SAVE ในขณะที่โปรแกรมทำการ SAVE ข้อมูลจะปรากฏข้อความ Save.....Process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเลือก MENU ย่อย 2

เมื่อมี File ของข้อมูลอยู่แล้ว สามารถทำการ LOAD File เข้ามาได้เลย โปรแกรมจะถามชื่อ File ดังนี้

Data File Name : TEST.DAT (ชื่อเพิ่มข้อมูลที่ต้องการ)

แล้วกด Enter โปรแกรมจะทำการ Load File เข้ามาให้

กรณีเลือก MENU ย่อย 3

โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Confirm Window ให้อีกครั้งขั้นตอนของการใช้งาน เหมือนกรณีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขการ Input ข้อมูล

กรณีเลือก MENU ย่อย 4

เมื่อต้องการออกไปยัง MAIN MENU

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 2

ใช้ในกรณีที่ต้องการ list ข้อมูลว่ามีอะไรบ้าง โปรแกรมจะขึ้น MENU ย่อย ดังนี้

NORMAL LIST

- 
- 1) FULL NAME
  - 2) CPM NORMAL List
  - 3) PERT Normal List
  - 4) Crash Project Normal List
  - 5) Quit out

Enter Selection :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกหัวข้อย่อย (1-4) จะเป็นการพิมพ์รายงานหรือแสดงออกทางหน้าจอเหมือนกัน โดยมีคำถามว่าต้องการพิมพ์รายงานหรือไม่ สำหรับหัวข้อย่อย 5 นั้นเป็นการออกไปสู่ MAIN MENU

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 3

จะมีการถามก่อนว่าต้องการจะพิมพ์รายงานหรือไม่ ถ้าไม่แสดงออกทางหน้าจออย่างเดียว เป็นการแสดงตาราง CPM Project Scheduling ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ดังนี้

#1 CPM Project Scheduling

=====

Node	Name	Time	ES	EF	LS	LF
=====						

#2 CPM Project Scheduling

=====

Node	Name	TF	FF	IF
=====				

Critical line is :

Finish work time is :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการออกทาง Printer ด้วย ก็สั่งพิมพ์ในตอนต้น การออกจากหัวข้อนี้ให้กด  
Enter จะกลับไป MAIN MENU

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 4

จะมีการถามเช่นเดิมว่า จะให้พิมพ์รายงานหรือไม่ ในหัวข้อนี้จะแสดงตาราง PERT  
Project Scheduling ตารางที่ 1 และ 2 ดังนี้

#1	PERT Project Scheduling			
Node	Ei	Li	Slack	Critical Line
#2	PERT Project Scheduling			
Node	E02	A02		

การออกไป MAIN MENU ก็กด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 5

โปรแกรมจะถามก่อนว่า ต้องการจะพิมพ์รายงานหรือไม่ สำหรับหัวข้อนี้ เป็นการ  
คำนวณหาการเร่งโครงการโดยการพิจารณาค่าใช้จ่ายทางอ้อม ดังนั้นจะต้องมีการใส่ค่าใช้จ่าย  
ทางอ้อมก่อน ดังนี้

Crash Project Process

=====

Indirect Cost Per Time Unit :

เมื่อใส่จำนวนเงินแล้ว โปรแกรมจะถามว่า ต้องการจะดูรายละเอียดหรือไม่

Do you want to display detail scheduling ? (y/n)

ถ้าตอบ y โปรแกรมจะแสดงตาราง CPM Project Scheduling ตารางที่ 1  
และ 2 และเพิ่มอีกหนึ่งตาราง คือ Crash Project ดังนี้

Crash Project

=====

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
-----						

Step คือ ครั้งที่ทำการเร่ง

Crash Ac. คือ กิจกรรมที่ถูกเร่ง

Add Cost คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Di.Cost	คือ ค่าใช้จ่ายทางตรง
Time	คือ จำนวนเวลาของเส้นวิกฤติหลังเร่ง
Ind.Cost	คือ ค่าใช้จ่ายทางอ้อม
Total Cost	คือ ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด

ถ้าไม่ต้องการให้พิมพ์รายละเอียด โปรแกรมจะแสดงเฉพาะตาราง Crash Project ดังนี้

#### Crash Project

Step	Crash Ac.	Add Cost	Di.Cost	Time	Ind.Cost	Total Cost
------	-----------	----------	---------	------	----------	------------

Less total cost at step

หลังจากนี้โปรแกรมจะถามว่า ต้องการที่จะพิมพ์กราฟหรือไม่

Do you want to print graph ( HERC & EPSON ONLY ) ( Y/N )

ถ้าต้องการพิมพ์กราฟ กด Y โปรแกรมจะแสดงกราฟให้ดูก่อนทางหน้าจอ แล้วกด Enter

Wait to print graph

กรณีเลือก MAIN MENU หมายเลข 6

โปรแกรมจะแสดงคำถามเช่นเดิมว่า

Do you want to print out ( Y/N ).

ในหัวข้อนี้จะแสดงตารางการประมาณค่าใช้จ่ายในการเริ่มงานเร็วสุด (Estimate cost the most quick to start) และประมาณค่าใช้จ่ายในการเริ่มงานช้าสุด (Estimate cost

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the most slow to start) และกราฟ PROJECT COST CONTROL GRAPH การใช้งาน  
เช่นเดียวกับหัวข้อ 5 การออกไปสู่ MAIN MENU ให้กด Enter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลมีอยู่ด้วยกัน 2 โปรแกรม คือ

- PCPM.PAS

- PLE3.PAS

ดังแสดงรายละเอียดโดย Listing Program ต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Uses Crt,graph,printer;
```

```
Type
```

```
Node_buffer_type_ptr = ^Node_buffer_type;
```

```
Network_Data_Type_Ptr = ^Network_Data_Type;
```

```
Network_Data_Type = Record
```

```

  Full_Name    : String[60];
  Short_Name   : String[4];
  a            : Real;      { time in PERT & CPM }
  m,b         : Real;      { time in PERT }
  ET,O2       : Real;      { PERT }
  ES,LS,EF,LF : Real;
  Slack       : Real;      { Slack PERT }
  TF,FF,InF   : Real;      { Float CPM }
  No_Pred     : Integer;
  Cost        : Real;
  Nm_Time     : Real;
  Nm_Cost     : Real;
  Ac_Time     : Real;
  Ac_Cost     : Real;
  Cost_Slope  : Real;
  CPM_line    : boolean;
  Root_Search : boolean;
  Back        : Network_Data_Type_Ptr;
  Next        : Network_Data_Type_Ptr;
  Node_Back   : integer;
  Node_Next   : integer;
  Node_Next_point : node_buffer_type_ptr;
end;
```

```
Node_buffer_type = record
```

```

  Node        : integer;
  Root_search : boolean;
  cross       : boolean;
  EET,EAT     : Real;
  EO2,AO2     : Real;
  EO,LO       : Real;
  Slack       : Real;
  PERT_line   : boolean;
  Back        : Node_buffer_type_ptr;
  Next        : Node_buffer_type_ptr;
end;
```

```
Process_buffer_type_ptr = ^Process_buffer_type;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Process_buffer_type = record
    Node      : integer;
    Root_search : boolean;
    Back      : Process_buffer_type_ptr;
    Next      : Process_buffer_type_ptr;
    Node_Back  : integer;
    Node_Next  : integer;
end;

```

```

Line_buffer_type_ptr = ^Line_buffer_type;

```

```

Line_buffer_type = record
    Name      : string;
    time      : real;
    cost      : real;
    next      : line_buffer_type_ptr;
    back      : line_buffer_type_ptr;
end;

```

```

Less_buffer_type_ptr = ^Less_buffer_type;

```

```

Less_buffer_type = record
    less_point : Network_data_type_ptr;
    less       : real;
    deep       : integer;
    next       : less_buffer_type_ptr;
    back       : less_buffer_type_ptr;
end;

```

Const

```

Money_Unit = 'Baht';
Time_Unit  = 'Days';
StartNode  = 1;
wid        = 11;
wid_node   = 3;  { max width of node on report }
dec        = 2;  { decimals of real in output }

```

Var

```

No_Activity : Integer;
File_Name   : String[15];
D_Point, DStart_Point, DEnd_Point : Network_Data_Type_Ptr;
Data_On     : boolean;
N_Point, NStart_Point, NEnd_Point : Node_buffer_type_ptr;
Node_On     : boolean;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Total_Cost,Total_Time : Real;
l_point,lstart_point,lend_point : line_buffer_type_ptr;
const_less_point : network_data_type_ptr;
const_cost_slope : real;
graphdriver,graphmode : integer;
p : text;
print_on : boolean;
non_t : boolean;
sbit : array [1..31326] of byte;
pbit : array [1..31680] of byte;
pp : file of byte;

function out(value : real) : string;

var out_tx : string;

begin
  str(value :wid : dec ,out_tx); { dec (decimals) is constant }
  out:=out_tx;
end;

procedure unit_comment;
begin
write(p,'* comment time unit is '); write(p,time_unit);
write(p,' money unit is '); writeln(p,money_unit);
end;

{$I \pleg.pas}
{$I \pgraph.pas}

Procedure Node_create(reb : boolean);

var eobuff : boolean;
    horg : node_buffer_type_ptr;

begin
  if (Node_on)and(nstart_point<>nil)and(not(reb)) then release(nstart_point);
  nstart_point:=nil;
  nend_point:=nil;
  n_point:=nil;
  eobuff:=false;
  d_point:=dstart_point;
  while not(eobuff) do
  begin
    horg:=n_point;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (nstart_point<>nil) then
begin
  n_point:=nstart_point;
  while(n_point^.node<>d_point^.node_next)and(n_point<>nend_point) do
    n_point:=n_point^.next;
    horg:=n_point;
  if n_point^.node<>d_point^.node_next then
    begin
      new(n_point);
      d_point^.node_next_point:=n_point;
      n_point^.root_search:=false; n_point^.cross:=false;
      n_point^.node:=d_point^.node_next;
      n_point^.EAT:=0; n_point^.EET:=0; n_point^.EO2:=0; n_point^.AO2:=0;
      n_point^.EO:=0; n_point^.LO:=0;
      n_point^.back:=horg;
      if horg<>nil then
        horg^.next:=n_point;
      if horg=nil then nstart_point:=n_point;
      nend_point:=n_point;
    end;
  if (d_point=dend_point) then eobuff:=true;
  d_point:=d_point^.next;
end else
begin
  new(n_point);
  n_point^.root_search:=false;
  n_point^.node:=StartNode;
  n_point^.EAT:=0; n_point^.EET:=0; n_point^.EO2:=0; n_point^.AO2:=0;
  n_point^.EO:=0; n_point^.LO:=0;
  n_point^.root_search:=false; n_point^.cross:=false;
  nstart_point:=n_point;
  nend_point:=n_point;
end;
end;
node_on:=true;
end;

procedure clear_data;

var eobuff : boolean;

begin
  d_point:=dstart_point;
  repeat
    d_point^.ES:=0; d_point^.EF:=0; d_point^.LS:=0; d_point^.LF:=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    d_point^.slack:=0; d_point^.TF:=0; d_point^.FF:=0; d_point^.Inf:=0;
    d_point^.cpm_line:=false;
    d_point^.root_search:=false;
    if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else eobuff:=true;
until eobuff;
end;

```

```

Procedure Process_Work; { Process PERT & CPM together }

```

```

var horg : node_buffer_type_ptr;
    eonode,eobuff,new_node,lx : boolean;
    process_saving_time,b02,cpm_pst : real;
    node_search,lp : integer;
    phorg,pstart_point,p_point,pend_point : process_buffer_type_ptr;

```

```

function node1(i : integer) : integer;
var hnode : integer;
begin
    case i of
        1 : hnode:=(d_point^.node_next);
        2 : hnode:=(d_point^.node_back);
    end;
    node1:=hnode;
end;

```

```

function node2(i : integer) : integer;
var hnode : integer;
begin
    case i of
        1 : hnode:=(d_point^.node_back);
        2 : hnode:=(d_point^.node_next);
    end;
    node2:=hnode;
end;

```

```

function node3(i : integer) : integer;
var hnode : integer;
begin
    case i of
        1 : hnode:=(p_point^.node_next);
        2 : hnode:=(p_point^.node_back);
    end;
    node3:=hnode;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
p_point:=nil; pstart_point:=nil; pend_point:=nil;
lp:=1;
for lp:=1 to 2 do
begin
  if lp=1 then
  begin
    node_search:=StartNode;
    process_saving_time:=0;
    b02:=0;
    cpm_pst:=0;
  end;
  eonode:=false;
  repeat
    d_point:=dstart_point;
    eobuff:=false;
    while not(eobuff) do
    begin
      while (node2(lp)<>node_search)and(d_point<>pend_point) do
        d_point:=d_point^.next;
      if node2(lp)=Node_search then
      begin
        n_point:=nstart_point;
        while(n_point^.node<>node1(lp))and(n_point<>pend_point) do
          n_point:=n_point^.next;
        if n_point^.node=node1(lp) then
        begin
          if lp=1 then
          begin
            if (n_point^.EET<process_saving_time + d_point^.ET) then
            begin
              n_point^.EET:=process_saving_time + d_point^.ET;
              n_point^.EO2:=b02 + d_point^.O2;
            end;
            if (n_point^.EO<cpm_pst + d_point^.a) then
              n_point^.EO:=cpm_pst + d_point^.a;
            d_point^.EF:=cpm_pst + d_point^.a;
            d_point^.ES:=cpm_pst;
          end else
          begin
            if (n_point^.EAT>process_saving_time - d_point^.ET)or
              (n_point^.root_search=false) then
            begin
              n_point^.EAT:=process_saving_time - d_point^.ET;
              n_point^.AO2:=b02 + d_point^.O2;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;
if (n_point^.LO>cpm_pst - d_point^.a)or
   (n_point^.root_search=false) then
   n_point^.LO:=cpm_pst - d_point^.a;
d_point^.LS:=cpm_pst - d_point^.a;
d_point^.LF:=cpm_pst;
n_point^.root_search:=true;
end;
phorg:=pend_point;
new(p_point);
if pstart_point=nil then
  pstart_point:=p_point
else
  phorg^.next:=p_point;
p_point^.back:=phorg;
pend_point:=p_point;
p_point^.node:=node1(lp);
p_point^.node_back:=d_point^.node_back;
p_point^.node_next:=d_point^.node_next;
p_point^.root_search:=false;
end;
if d_point<>pend_point then d_point:=d_point^.next
else eobuff:=true;
end else eobuff:=true;
end;
if pstart_point=nil then exit;
p_point:=pstart_point;
while (p_point^.root_search=true)and(p_point<>pend_point) do
  p_point:=p_point^.next;
if p_point^.root_search=false then
begin
  p_point^.root_search:=true;
  n_point:=nstart_point;
  while (n_point^.node<>p_point^.node) do
    n_point:=n_point^.next;
  if lp=1 then
  begin
    process_saving_time:=n_point^.EET;
    b02:=n_point^.E02;
    cpm_pst:=n_point^.E0;
  end else
  begin
    process_saving_time:=n_point^.EAT;
    b02:=n_point^.A02;
    cpm_pst:=n_point^.LO;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        end;
        node_search:=node3(lp);
    end
    else
    begin
        eonode:=true;
    end;
until eonode;
if lp=1 then
begin
    b02:=0;
    n_point:=nstart_point;
    while (node_search<>n_point^.node)and(n_point<>nend_point) do
        n_point:=n_point^.next;
        n_point^.EAT:=n_point^.EET;
        n_point^.LO:=n_point^.EO;
    end;
end;
release(Pstart_point);
end; { Process_Work }

function sum_line : real;

var eobuff : boolean;
    sum : real;

begin
    eobuff:=false;
    d_point:=dstart_point;
    sum:=0;
    repeat
        sum:=sum+d_point^.cost;
        if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else eobuff:=true;
    until eobuff;
    sum_line:=sum;
end;

function time_finish : real;

var eobuff,ever : boolean;
    time : real;

begin
    eobuff:=false;
    d_point:=dstart_point;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

time:=0;
ever:=false;
repeat
  if not(ever)or(time<d_point^.LF) then time:=d_point^.LF;
  ever:=true;
  if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else eobuff:=true;
until eobuff;
time_finish:=time;
end;

procedure slack_build; { PERT }

var eobuff : boolean;

begin
  eobuff:=false;
  n_point:=nstart_point;
  while not(eobuff) do
  begin
    n_point^.slack:=n_point^.EAT-n_point^.EET;
    if n_point^.slack=0 then n_point^.PERT_line:=true else
      n_point^.PERT_line:=false;
    if n_point=nend_point then eobuff:=true else
      n_point:=n_point^.next;
  end;
end;

procedure float_build; { CPM }

var eobuff : boolean;

begin
  total_cost:=0; total_time:=0;
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  while not(eobuff) do
  begin
    if (d_point^.Nm_time-d_point^.Ac_time)<>0 then
      d_point^.cost_slope:=(d_point^.Ac_cost-d_point^.Nm_cost)/
        (d_point^.Nm_time-d_point^.Ac_time)
    else
      d_point^.cost_slope:=0;
    d_point^.TF:=d_point^.LF-d_point^.ES-d_point^.a;
    d_point^.FF:=d_point^.EF-d_point^.ES-d_point^.a;
    d_point^.InF:=d_point^.EF-d_point^.LS-d_point^.a;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    if d_point^.TF=0 then d_point^.CPM_line:=true else
      d_point^.CPM_line:=false;
    if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
      eobuff:=true;
  end;
end;

procedure Clear_data_root;

var eobuff: boolean;

begin
  eobuff:=false;
  d_point:=dstart_point;
  while not(eobuff) do
    begin
      d_point^.root_search:=false;
      if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
        eobuff:=true;
      end;
    end;

  procedure Clear_root_fix(node_fix:integer);

  var eobuff: boolean;

  begin
    eobuff:=false;
    d_point:=dstart_point;
    while not(eobuff) do
      begin
        if (d_point^.node_back=node_fix) then
          d_point^.root_search:=false;
        if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
          eobuff:=true;
        end;
      end;
    end;

  procedure Cost_Prepare;

  var eobuff : boolean;

  begin
    d_point:=dstart_point;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

eobuff:=false;
repeat
  d_point^.cost:=d_point^.Nm_cost;
  d_point^.a:=d_point^.Nm_time;
  if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.Next else
    eobuff:=true;
until eobuff;
end;

procedure root_mark_rout(select,search_node:integer);

var eos,found : boolean;
    dd_point : network_data_type_ptr;

begin
  dd_point:=dstart_point;
  eos:=false;
  found:=false;
  repeat
    if ((select=0)and(dd_point^.node_back=search_node))or
      ((select=1)and(dd_point^.node_next=search_node)) then
      begin
        dd_point^.root_search:=true;
        if select=0 then root_mark_rout(0,dd_point^.node_next) else
          root_mark_rout(1,dd_point^.node_back);
        found:=true;
      end;
    if dd_point<>dend_point then dd_point:=dd_point^.next else eos:=true;
  until eos;
end;

procedure root_mark(node_back,node_next:integer);

begin
  root_mark_rout(0,node_next);
  root_mark_rout(1,node_back);
end;

procedure Line_search_rout(name:string; search_node:integer);

var eos,found : boolean;
    lhorg : line_buffer_type_ptr;
    time,cost : real;
    dd_point : network_data_type_ptr;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  dd_point:=dstart_point;
  eos:=false;
  found:=false;
  repeat
    if (dd_point^.node_back=search_node)and(dd_point^.cpm_line) then
      begin
        time:=total_time;
        cost:=total_cost;
        total_time:=total_time+dd_point^.a;
        total_cost:=total_cost+dd_point^.cost;
        line_search_rrote(name+dd_point^.short_name,dd_point^.node_next);
        total_time:=time;
        total_cost:=cost;
        found:=true;
      end;
    if dd_point<>dend_point then dd_point:=dd_point^.next else eos:=true;
  until eos;
  if not(found) then
  begin
    lhorg:=l_point;
    new(l_point);
    if lhorg=nil then lstart_point:=l_point;
    lend_point:=l_point;
    l_point^.back:=lhorg;
    if lhorg<>nil then lhorg^.next:=l_point;
    l_point^.name:=name;
    l_point^.time:=total_time;
    l_point^.cost:=total_cost;
  end;
end;

procedure line_search;

begin
  l_point:=nil; lstart_point:=nil; lend_point:=nil;
  total_time:=0;
  total_cost:=0;
  const_cost_slope:=0;
  const_less_point:=nil;
  line_search_rrote('',startnode);
end;

procedure line_list;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var eobuff : boolean;

begin
  l_point:=lstart_point;
  eobuff:=false;
  repeat
    write(p,l_point^.name); write(p,' ');
    if l_point<>lend_point then l_point:=l_point^.next else eobuff:=true;
  until eobuff;
end;

procedure Data_list;

var eobuff : boolean;
    key : char;
    i : integer;
    txx : string;

begin
  writeln(p,'#1 CPM Project Scheduling');
  writeln(p,'=====');
  writeln(p,'Node      Name           Time      ES      EF      LS');
  writeln(p,'=====');
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  while not(eobuff) do
  begin
    str(d_point^.node_back :wid_node,txx);
    write(p,txx);
    write(p,' -');
    str(d_point^.node_next :wid_node,txx);
    write(p,txx);
    if print_on then write(p,' ') else gotoxy(10,wherey);
    if d_point^.a=0 then
    begin
      write(p,'DUMMY');
      write(p,' ');
    end else
    begin
      write(p,d_point^.Short_Name);
      if print_on then
        for i:=1 to 7-length(d_point^.Short_name) do
          write(p,' ');
        else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        gotoxy(17,wherey);
    end;
    write(p,out(d_point^.a));
    write(p,' ');
    write(p,out(d_point^.ES));
    write(p,' ');
    write(p,out(d_point^.EF));
    write(p,' ');
    write(p,out(d_point^.LS));
    write(p,' ');
    writeln(p,out(d_point^.LF));
    if d_point=dend_point
        then eobuff:=true else
            d_point:=d_point^.next;
    end;
    if not(print_on) then
    begin
        writeln;
        write('Press any key to continue.....');
        key:=readkey;
        clrscr;
    end else
    begin
        writeln(p,'-----');
        writeln(p);
    end;
    writeln(p,'#2          CPM Project Scheduling');
    writeln(p,'=====');
    writeln(p,'Node      Name          TF          FF          IF');
    writeln(p,'=====');
    d_point:=dstart_point;
    eobuff:=false;
    while not(eobuff) do
    begin
        str(d_point^.node_back:3,txx);
        write(p,txx);
        write(p,' -');
        str(d_point^.node_next:3,txx);
        write(p,txx);
        if print_on then write(p,' ') else gotoxy(10,wherey);
        if d_point^.a=0 then
        begin
            write(p,'DUMMY');
            if print_on then
                write(p,' ')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        else
            gotoxy(17,wherey);
        end else
        begin
            write(p,d_point^.Short_Name);
            if print_on then
                for i:=1 to 7-length(d_point^.short_name) do
                    write(p,' ')
                end
            else
                gotoxy(17,wherey);
            end;
            write(p,out(d_point^.TF));
            write(p,' ');
            write(p,out(d_point^.FF));
            write(p,' ');
            writeln(p,out(d_point^.lnF));
            if d_point=dend_point
            then eobuff:=true else
                d_point:=d_point^.next;
            end;
            if print_on then
                writeln(p,'-----');
            writeln(p);
            write(p,'Critical line is      :');
            line_search;
            line_list;
            writeln(p);
            write(p,'Finish work time is :'); writeln(p,out(time_finish));
            writeln(p);
            unit_comment;
            writeln(p);
        end;

procedure Node_list;

var eobuff : boolean;
    key : char;
    i : integer;

begin
    clrscr;
    if print_on then
        begin
            gotoxy(20,12);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        writeln('Wait to Print PERT Project Scheduling');
    end;
    writeln(p,'#1                                PERT Project Scheduling');
    writeln(p,'=====');
    writeln(p,'Node                                Ei                Li                Slack                Crit
    writeln(p,'=====');
    n_point:=nstart_point;
    eobuff:=false;
    while not(eobuff) do
    begin
        write(p,n_point^.node);
        if print_on then
            write(p,' ')
        else
            gotoxy(20,wherey);
        write(p,out(n_point^.EET));
        write(p,' ');
        write(p,out(n_point^.EAT));
        write(p,' ');
        write(p,out(n_point^.Slack));
        write(p,' ');
        if n_point^.pert_line then
            writeln(p,'Yes') else writeln(p);
        if n_point=nend_point
            then eobuff:=true else
            n_point:=n_point^.next;
    end;
    if not(print_on) then
    begin
        writeln;
        write('Press any key to continue.....');
        key:=readkey;
        clrscr;
    end else
    begin
        writeln(p,'-----');
        writeln(p);
    end;
    writeln(p,'#2                                PERT Project Scheduling');
    writeln(p,'=====');
    writeln(p,'Node                                E02                A02');
    writeln(p,'=====');
    n_point:=nstart_point;
    eobuff:=false;
    while not(eobuff) do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  write(p,n_point^.node);
  if print_on then
    write(p,'          ')
  else
    gotoxy(20,wherey);
    write(p,out(n_point^.E02));
    write(p,' ');
    writeln(p,out(n_point^.A02));
    if n_point=nend_point
      then eobuff:=true else
        n_point:=n_point^.next;
end;
if print_on then
  writeln(p,'-----');
writeln(p);
unit_comment;
writeln(p);
if not(print_on) then write('Press any key to continue.....');
end;

procedure less_search;

var lbhorg,lb_point,lbstart_point,lbend_point : less_buffer_type_ptr;
    deep,convert_node,code,num_less,num,xo,yo1,yo2,yo3,i,x,y,retc : integer;
    key : char;
    id_cost_tx,timex,numx : string;
    id_cost,tless,n_cost,costmax : real;
    gx1,gx2,gx3 : array [0..100] of real;
    detail_on,pg_on : boolean;

function ever_less(devl_point : network_data_type_ptr) : boolean;

var EVS,eos : boolean;

begin
  if lbstart_point=nil then
    EVS:=false
  else
    begin
      lb_point:=lbstart_point;
      EVS:=false;
      eos:=false;
      repeat
        if lb_point^.less_point=devl_point then EVS:=true;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if lb_point<>lbend_point then lb_point:=lb_point^.next else eos:=true;
    until eos;
end;
ever_less:=EVS;
end;

```

```

procedure less_slope_rotu(dd_point : network_data_type_ptr;
    search_node : integer);

```

```

var eog,eos,eod,ever,have,divert,found : boolean;
    less : real;
    less_point,ddd_point : network_data_type_ptr;

```

```

function have_divert : boolean;

```

```

var eobuff : boolean;
    found : boolean;

```

```

begin

```

```

    d_point:=dstart_point;

```

```

    eobuff:=false;

```

```

    found:=false;

```

```

    have:=false;

```

```

    repeat

```

```

        if (dd_point^.node_next=d_point^.node_back)and
            (d_point^.cpm_line) then

```

```

            begin

```

```

                if found then have:=true;

```

```

                found:=true;

```

```

            end;

```

```

            if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else eobuff:=true;

```

```

        until eobuff;

```

```

        have_divert:=have;

```

```

    end;

```

```

function have_convert : boolean;

```

```

var eobuff : boolean;

```

```

    found : boolean;

```

```

begin

```

```

    d_point:=dstart_point;

```

```

    eobuff:=false;

```

```

    found:=false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

have:=false;
repeat
  if (dd_point^.node_next=d_point^.node_next)and
    (d_point^.cpm_line) then
  begin
    if found then have:=true;
    found:=true;
  end;
  if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else eobuff:=true;
until eobuff;
have_convert:=have;
end;

begin
eos:=false;
ever:=false;
less:=0;
less_point:=nil;
divert:=false;
found:=false;
repeat
  if (dd_point^.node_back=search_node)and(dd_point^.cpm_line) then
  begin
    if ((less>dd_point^.cost_slope)or(not(ever)))and
      (dd_point^.a-dd_point^.ac_time>0) then
    begin
      less:=dd_point^.cost_slope;
      less_point:=dd_point;
      ever:=true;
    end;
    if have_convert then
    begin
      deep:=deep+1;
      ddd_point:=dstart_point;
      eod:=false;
      repeat
        if ddd_point^.node_back=dd_point^.node_next then
          less_slope_rotu(ddd_point,dd_point^.node_next);
        if ddd_point<>dend_point then ddd_point:=ddd_point^.next else
          eod:=true;
      until eod;
      deep:=deep-1;
      eos:=true;
    end;
    if have_divert then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  deep:=deep+1;
  ddd_point:=dstart_point;
  eod:=false;
  repeat
    if ddd_point^.node_back=dd_point^.node_next then
      less_slope_rotu(ddd_point,dd_point^.node_next);
    if ddd_point<>dend_point then ddd_point:=ddd_point^.next else
      eod:=true;
  until eod;
  deep:=deep-1;
  eos:=true;
end;
if not(eos) then
begin
  search_node:=dd_point^.node_next;
  dd_point:=dstart_point;
end;
found:=true;
end else
  if dd_point<>dend_point then dd_point:=dd_point^.next else eos:=true;
until eos;
if (found) then
begin
  if not(less_point=nil) then
  if not(ever_less(less_point)) then
  begin
    lbhorg:=lb_point;
    new(lb_point);
    if lbhorg=nil then lbstart_point:=lb_point;
    lbend_point:=lb_point;
    if lbhorg<>nil then lbhorg^.next:=lb_point;
    lb_point^.back:=lbhorg;
    lb_point^.less:=less;
    lb_point^.less_point:=less_point;
    lb_point^.deep:=deep;
  end;
end;
end;

procedure less_list;

var eobuff : boolean;

begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lb_point:=lbstart_point;
eobuff:=false;
writeln(p,'probability work to crash ');
writeln(p,'===== ');
writeln(p,'Work          Cost Slope ');
writeln(p,'===== ');
repeat
  write(p,' ');
  write(p,lb_point^.less_point^.short_name); write(p,' ');
  writeln(p,out(lb_point^.less));
  if lb_point<>lbend_point then
    lb_point:=lb_point^.next
  else eobuff:=true;
until eobuff;
writeln(p,'===== ');
end;

function less_profile:integer;

var end_pro,ever_pro,endsure,eolessx : boolean;
    less_pro,less_all,add_cost,time,d_cost : real;
    lp_point,lpstart_point,lpend_point,lphorg,
    lx_point,lxstart_point,lxend_point,lxhorg: less_buffer_type_ptr;
    txx : string;

procedure less_profile_rout(sless:real;sless_point : network_data_type_ptr);

var eos,everx : boolean;
    key : char;
    llb_point : less_buffer_type_ptr;

function chk_all_false_incpmline : boolean;

var eobuff,found : boolean;

begin
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  found:=true;
  repeat
    if (d_point^.cpm_line)and(not(d_point^.root_search)) then
      found:=false;
    if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
      eobuff:=true;
  until eobuff;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    chk_all_false_incpmline:=found;
end;

begin
  llb_point:=lbstart_point;
  everx:=false;
  eos:=false;
  repeat
    if not(llb_point^.less_point^.root_search) then
      begin
        if everx then less_pro:=less_pro+llb_point^.less
        else less_pro:=sless;
        lphorg:=lp_point;
        new(lp_point);
        if lphorg=nil then lpstart_point:=lp_point;
        lpend_point:=lp_point;
        lp_point^.back:=lphorg;
        if lphorg<>nil then lphorg^.next:=lp_point;
        if everx then
          begin
            lp_point^.less:=llb_point^.less;
            lp_point^.less_point:=llb_point^.less_point;
            lp_point^.deep:=llb_point^.deep;
          end else
          begin
            lp_point^.less:=sless;
            lp_point^.less_point:=sless_point;
          end;
        if everx then
          begin
            root_mark(llb_point^.less_point^.node_back,
              llb_point^.less_point^.node_next);
            llb_point^.less_point^.root_search:=true;
          end else
          begin
            root_mark(sless_point^.node_back,sless_point^.node_next);
            sless_point^.root_search:=true;
          end;
        end;
      end;
    if (everx) then
      if llb_point<>lbend_point then llb_point:=llb_point^.next else
        eos:=true;
      everx:=true;
    until eos;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if not(chk_all_false_incpmline) then
begin
  if lpstart_point<>nil then release(lpstart_point);
  lp_point:=nil; lpstart_point:=nil; lpend_point:=nil; lphorg:=nil;
end;
clear_data_root;
end;

function lessx_list:real;

var eobuff : boolean;
    less_sum : real;
    ii,jj : integer;

begin
  ii:=0;
  less_sum:=0;
  lx_point:=lxstart_point;
  txx:='';
  eobuff:=false;
  repeat
    if (print_on) then ii:=ii+length(lx_point^.less_point^.short_name);
    txx:=txx+lx_point^.less_point^.short_name;
    less_sum:=less_sum+lx_point^.less;
    if lx_point<>lxend_point then lx_point:=lx_point^.next else eobuff:=true;
  until eobuff;
  if print_on then
    for jj:=1 to (13-ii) do
      txx:=txx+' ';
    lessx_list:=less_sum;
  end;

begin { less profile }
endsure:=false;
num:=0;
cost_prepare;
Node_Create(false);
clear_data;
Process_Work;
slack_build;
float_build;
add_cost:=0;
if detail_on then
begin
  data_list;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if print_on then write(p,chr(12)) else
begin
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
  clrscr;
end;
end;
writeln(p,'
                                     Crash Project ');
writeln(p,'=====');
writeln(p,'Step  Crash Ac.      Add Cost      Di.Cost      Time      Ind.Cost  |');
writeln(p,'=====');
str(num : 3 ,numx);
write(p,numx);
num_less:=num;
if print_on then
  write(p,'
          ')
else
  gotoxy(20,wherey);
write(p,out(add_cost));
write(p,' ');
d_cost:=sum_line;
write(p,out(d_cost));
write(p,' ');
time:=time_finish;
write(p,out(time));
write(p,' ');
write(p,out(time*id_cost));
write(p,' ');
writeln(p,out((time*id_cost)+d_cost));
if num<100 then
begin
  gx1[num]:=d_cost;
  gx2[num]:=time*id_cost;
  gx3[num]:=time;
end;
tless:=(time*id_cost)+d_cost;
num:=1;
repeat
  lbstart_point:=nil; lbend_point:=nil; lb_point:=nil;
  deep:=0;
  less_slope_rotu(dstart_point,StartNode);
  lp_point:=nil; lpstart_point:=nil; lp_end_point:=nil; lphong:=nil;
  lx_point:=nil; lxstart_point:=nil; lx_end_point:=nil; lxhong:=nil;
  end_pro:=false;
  lb_point:=lbstart_point;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

less_all:=0;
ever_pro:=false;
clear_data_root;
repeat
  less_pro:=0;
  less_profile_rout(lb_point^.less,lb_point^.less_point);
  if (less_all>less_pro)or(not(ever_pro)) then
  begin
    less_all:=less_pro;
    ever_pro:=true;
    lxstart_point:=lpstart_point;
    lxend_point:=lpend_point;
    lp_point:=nil; lpstart_point:=nil; lpend_point:=nil; lphorg:=nil;
  end else
  begin
    if lpstart_point<>nil then release(lpstart_point);
    lp_point:=nil; lpstart_point:=nil; lpend_point:=nil; lphorg:=nil;
  end;
  if lb_point<>lbend_point then lb_point:=lb_point^.next else
  end_pro:=true;
until end_pro;
if lxstart_point=nil then
  endsure:=true
else
begin
  lx_point:=lxstart_point;
  eolessx:=false;
  repeat
    lx_point^.less_point^.a:=lx_point^.less_point^.a-1;
    lx_point^.less_point^.cost:=lx_point^.less_point^.cost+
      lx_point^.less_point^.cost_slope;
    if lx_point<>lxend_point then lx_point:=lx_point^.next else
      eolessx:=true;
  until eolessx;
  add_cost:=lessx_list;
  Node_Create(true);
  clear_data;
  Process_Work;
  slack_build;
  float_build;
  if detail_on then
  begin
    writeln(p);
    unit_comment;
    writeln(p);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if print_on then write(p,chr(12)) else
begin
  write('Press any key to continue ..... (Q to Abort)');
  key:=readkey;
  key:=upcase(key);
  if key='Q' then
  begin
    less_profile:=1;
    exit;
  end;
  clrscr;
end;
data_list;
if print_on then write(p,chr(12)) else
begin
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
  clrscr;
end;
less_list;
write(p,' '); write(p,txx);
if not(print_on) then gotoxy(16,wherey);
writeln(p,out(add_cost));
writeln(p);
writeln(p,'                               Crash Project ');
writeln(p,'=====');
writeln(p,'Step  Crash Ac.      Add Cost    Di.Cost      Time    Ir.
writeln(p,'=====');
end;
str(num : 3 ,numx);
write(p,numx);
if not(print_on) then gotoxy(7,wherey) else
  write(p,' ');
write(p,txx);
if not(print_on) then gotoxy(20,wherey);
write(p,out(add_cost));
write(p,' ');
d_cost:=sum_line;
write(p,out(d_cost));
write(p,' ');
time:=time_finish;
write(p,out(time));
write(p,' ');
write(p,out(time*id_cost));
write(p,' ');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

writeln(p,out((time*id_cost)+d_cost));
if num<100 then
begin
  gx1[num]:=d_cost;
  gx2[num]:=time*id_cost;
  gx3[num]:=time;
end;
if tless>(time*id_cost)+d_cost then
begin
  tless:=(time*id_cost)+d_cost;
  num_less:=num;
end;
num:=num+1;
end;
until endsure;
if (print_on)and(not(detail_on)) then
  writeln(p,'-----');
writeln(p);
write(p,'Less total cost at Step '); writeln(p,num_less);
writeln(p);
unit_comment;
writeln(p);
less_profile:=0;
end;

begin { less search }
  if not(data_on) then exit;
  clrscr;
  writeln('  Crash Project Process ');
  writeln(' =====');
  writeln;
  write(' Indirect Cost Per Time Unit :');
  readln(ld_cost_tx);
  val(ld_cost_tx,ld_cost,code);
  writeln;
  writeln;
  write(' Do you want to display detail scheduling (Y/N) :');
  repeat
    key:=readkey;
    key:=upcase(key);
  until (key='Y')or(key='N');
  if key='Y' then
    detail_on:=true
  else
    detail_on:=false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lb_point:=nil; lbhorg:=nil; lbstart_point:=nil; lbend_point:=nil;
clrscr;
if print_on then
begin
  gotoxy(20,12);
  write('Wait to Print Crash Project Process');
end;
retc:=less_profile;
if retc=1 then exit;
cost_prepare; { set a-time to normal cost }
if not(print_on) then
begin
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
end else
  write(p,chr(12));
if print_on then
begin
  gotoxy(20,12);
  writeln('Do you want to print graph (HERC & EPSON ONLY) (Y/N)');
  key:=readkey;
  key:=upcase(key);
  if key='Y' then pg_on:=true else pg_on:=false;
end else pg_on:=false;
graphdriver:=DETECT;
initgraph(graphdriver,graphmode,'');
costmax:=0;
for i:=0 to num-1 do
  if costmax<gx1[i]+gx2[i] then costmax:=gx1[i]+gx2[i];
line(90,30,90,getmaxy-30);
line(90,getmaxy-30,getmaxx-40,getmaxy-30);
outtextxy((getmaxx div 2)-40,0,'CRASH PROJECT GRAPH');
outtextxy(getmaxx-35,getmaxy-32,'TIME');
outtextxy(80,15,'COST');
n_cost:=costmax/10;
for i:=1 to 10 do
begin
  y:=(getmaxy-30)-round((n_cost/costmax)*(getmaxy-60));
  line(88,y,92,y);
  str(n_cost : 8 : 0 ,timex);
  outtextxy(0,y,timex);
  n_cost:=n_cost+(costmax/10);
end;
xo:=0;
yo1:=0; yo2:=0; yo3:=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for i:=num-1 downto 0 do
begin
  x:=90+round((((num-1)-i)/(num-1))*(getmaxx-130));
  if i=num_less then
  begin
    setlinestyle(1,0,0);
    line(x,30,x,getmaxy-30);
    setlinestyle(0,0,0);
  end;
  y:=(getmaxy-30)-round((gx1[i]/costmax)*(getmaxy-60));
  if yo1<>0 then
  begin
    setlinestyle(1,0,0);
    line(xo,yo1,x,y);
    setlinestyle(0,0,0);
  end else
    outtextxy(x,y-25,'DIRECT COST');
  yo1:=y;
  line(x,getmaxy-28,x,getmaxy-32);
  circle(x,y,3);
  str(gx3[i] : 2 : 0,timex);
  outtextxy(x-3,getmaxy-24,timex);
  y:=(getmaxy-30)-round((gx2[i]/costmax)*(getmaxy-60));
  if yo2<>0 then
  begin
    setlinestyle(2,0,0);
    line(xo,yo2,x,y);
    setlinestyle(0,0,0);
  end else
    outtextxy(x,y-25,'INDIRECT COST');
  circle(x,y,3);
  yo2:=y;
  y:=(getmaxy-30)-round(((gx1[i]+gx2[i])/costmax)*(getmaxy-60));
  if yo3<>0 then line(xo,yo3,x,y) else
    outtextxy(x,y-25,'TOTAL COST');
  circle(x,y,3);
  yo3:=y;
  xo:=x;
end;
if pg_on then
  getimage(1,1,720,348,sbit);
key:=readkey;
closegraph;
if pg_on then
begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clrscr;
        gotoxy(20,12); write('Wait to print graph');
        gotoxy(1,1);
        print_graph;
    end;
end;

```

```

procedure Process_CPM;

```

```

var Wait : char;
    state : boolean;

```

```

begin
    if not(Data_On) then exit;
    Clrscr;
    writeln('Process Procedure');
    writeln;
    writeln('Waiting....');
    Node_Create(false);
    clear_data;
    Process_Work;
    slack_build;
    float_build;
    clrscr;
    if print_on then
    begin
        gotoxy(20,12);
        write('Wait to Print CPM Project Scheduling');
    end;
    data_list;
    if not(print_on) then
    begin
        write('Press any key to continue.....');
        Wait:=readkey;
    end
    else write(p,chr(12));
end;

```

```

procedure Process PERT;

```

```

var Wait : char;
    state : boolean;

```

```

begin
    if not(Data_On) then exit;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Clrscr;
writeln('Process Procedure');
writeln;
writeln('Waiting....');
Node_Create(false);
clear_data;
Process_Work;
slack_build;
float_build;
node_list;
if not(print_on) then Wait:=readkey else
    write(p,chr(12));
end;

procedure project_cost_control;

var eos,eobuff,found,ever,pg_on : boolean;
    time,cost,save_cost,max_cost,max_time : real;
    lp,x,y,xo,yo,xx,lxx,i : integer;
    timex : string;
    key : char;

begin
    if not(data_on) then exit;
    node_create(false);
    clear_data;
    cost_prepare;
    process_work;
    slack_build;
    float_build;
    if print_on then
        begin
            clrscr;
            gotoxy(20,12);
            write('Wait to Print Project Cost Control Table');
        end;
    for lp:=1 to 2 do
        begin
            if not(print_on) then clrscr;
            case lp of
                1 : writeln(p,'
                    Estimate cost the most quick to start');
                2 : writeln(p,'
                    Estimate cost the most slow to start');
            end;
            writeln(p,'=====');
            writeln(p,'
                Time Work
                Cost ` Sav

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

writeln(p,'=====')
time:=0;
save_cost:=0;
eos:=false;
xx:=1;
repeat
  cost:=0;
  found:=false;
  eobuf:=false;
  ever:=false;
  d_point:=dstart_point;
  lxx:=12;
  repeat
    if ((lp=1)and(d_point^.ES<=time)and(d_point^.EF>time))or
      ((lp=2)and(d_point^.LS<=time)and(d_point^.LF>time)) then
      begin
        if not(ever) then
          begin
            write(p,out(time)); write(p,' '); ever:=true;
          end;
        write(p,d_point^.short_name); write(p,' ');
        lxx:=lxx+length(d_point^.short_name)+1;
        cost:=cost+(d_point^.nm_cost/d_point^.nm_time);
        found:=true;
      end;
      if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
        eobuf:=true;
  until eobuf;
  if not(print_on) then gotoxy(20,wherey);
  time:=time+1;
  save_cost:=save_cost+cost;
  if ever then
  begin
    if not(print_on) then gotoxy(50,wherey) else
      for i:=1 to 50-lxx do
        write(p,' ');
    write(p,out(cost)); write(p,' ');
    writeln(p,out(save_cost));
    xx:=xx+1;
    if ((print_on)and(xx>40))or(not(print_on)and(xx>20)) then
      begin
        if not(print_on) then
          begin
            writeln('Press any key to continue.....');
            key:=readkey;
          end;
        end;
  end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clrscr;
    end else
    begin
        writeln(p,'-----');
        writeln(p,'
        unit_comment;
        write(p,chr(12));
    end;
    case lp of
        1 : writeln(p,'           Estimate cost the most quick to start');
        2 : writeln(p,'           Estimate cost the most slow to start');
    end;
    writeln(p,'=====');
    writeln(p,'           Time Work           (
    writeln(p,'=====');
    xx:=1;
end;
end;
if not(found) then eos:=true;
until eos;
if print_on then
    writeln(p,'-----');
writeln(p);
unit_comment;
writeln(p);
if not(print_on) then
begin
    writeln('Press any key to continue.....');
    key:=readkey;
end else
    write(p,chr(12));
end;
max_cost:=save_cost;
max_time:=time;
if max_cost<=0 then
begin
    clrscr;
    gotoxy(20,11);
    write('Error Max Cost = 0 No have graph press any key');
    key:=readkey;
    exit;
end;
if print_on then
begin
    clrscr;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotoxy(20,12);
write('Do you want to print graph (HERC & EPSON ONLY) (Y/N)');
key:=readkey;
key:=upcase(key);
if key='Y' then pg_on:=true else pg_on:=false;
end else pg_on:=false;
graphdriver:=DETECT;
initgraph(graphdriver,graphmode,'');
line(90,30,90,getmaxy-30);
line(90,getmaxy-30,getmaxx-40,getmaxy-30);
outtextxy((getmaxx div 2)-40,0,'PROJECT COST CONTROL GRAPH');
outtextxy(getmaxx-35,getmaxy-32,'TIME');
outtextxy(70,15,'SAVE COST');
save_cost:=max_cost/10;
for lp:=1 to 10 do
begin
y:=(GetMaxy-30)-round((save_cost/max_cost)*(GetMaxy-60));
line(88,y,92,y);
str(save_cost : 8 : 0 ,timex);
outtextxy(0,y,timex);
save_cost:=save_cost+max_cost/10;
end;
for lp:=1 to 2 do
begin
xo:=90; yo:=getmaxy-30;
save_cost:=0;
time:=0;
eos:=false;
repeat
cost:=0;
found:=false;
eobuff:=false;
d_point:=dstart_point;
repeat
if ((lp=1)and(d_point^.ES<=time)and(d_point^.EF>time))or
((lp=2)and(d_point^.LS<=time)and(d_point^.LF>time)) then
begin
cost:=cost+(d_point^.nm_cost/d_point^.nm_time);
found:=true;
end;
if d_point<>dend_point then d_point:=d_point^.next else
eobuff:=true;
until eobuff;
save_cost:=save_cost+cost;
if found then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  x:=90+round((time/(max_time-1))*(GetMaxx-130));
  y:=(GetMaxy-30)-round((save_cost/max_cost)*(GetMaxy-60));
  line(xo,yo,x,y);
  if lp=1 then line(x,getmaxy-28,x,getmaxy-32);
  str(time : 2 : 0 ,timex);
  outtextxy(x-3,getmaxy-24,timex);
  xo:=x;
  yo:=y;
  circle(x,y,3);
end;
if not(found) then eos:=true;
time:=time+1;
until eos;
end;
if pg_on then getimage(1,1,720,348,sbit);
key:=readkey;
closegraph;
if pg_on then
begin
  clrscr;
  gotoxy(20,12); write('Wait to print graph');
  gotoxy(1,1);
  print_graph;
end;
end;

procedure Full_name_list;

var eobuff : boolean;
    key : char;
    i : integer;

begin
  if not(data_on) then exit;
  clrscr;
  if print_on then
  begin
    gotoxy(20,12);
    write('Wait to Print Full Name List');
  end;
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  writeln(p,'
                                     Full Name List');
  writeln(p,'=====

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

writeln(p,'Short Name                               Full Name ');
writeln(p,'=====');
repeat
  write(p,' ');
  write(p,d_point^.short_name);
  for i:=1 to 10-length(d_point^.short_name) do write(p,' ');
  writeln(p,d_point^.full_name);
  if d_point=dend_point then eobuff:=true else d_point:=d_point^.next;
until eobuff;
if print_on then
begin
  writeln(p,'-----');
  write(p,chr(12));
end else
begin
  writeln;
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
end;
end;

procedure CPM_Normal_list;

var eobuff : boolean;
    txx : string;
    key : char;
    i : integer;

begin
  if not(data_on) then exit;
  clrscr;
  if print_on then
  begin
    gotoxy(20,12);
    write('Wait to Print CPM Normal List');
  end;
  writeln(p,'                               CPM Normal List');
  writeln(p,'=====');
  writeln(p,' Node                               Work                               Time ');
  writeln(p,'=====');
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  repeat
    str(d_point^.node_back : wid_node,txx);
    write(p,txx);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

write(p, '-');
str(d_point^.node_next : wid_node,txx);
write(p,txx);
write(p, ' ');
write(p,d_point^.short_name);
for i:=1 to 20-length(d_point^.short_name) do
  write(p, ' ');
writeln(p,out(d_point^.a));
if d_point=dend_point then eobuff:=true else d_point:=d_point^.next;
until eobuff;
if print_on then
begin
  writeln(p,'-----');
  writeln(p);
  unit_comment;
  write(p,chr(12));
end
else
begin
  writeln;
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
end;
end;

procedure PERT_Normal_list;

var eobuff : boolean;
    i : integer;
    key : char;

begin
  if not(data_on) then exit;
  clrscr;
  if print_on then
  begin
    gotoxy(20,12);
    write('Wait to Print PERT Normal List');
  end;
  d_point:=dstart_point;
  eobuff:=false;
  writeln(p, 'PERT Normal List');
  writeln(p, '=====');
  writeln(p, 'Work          a          M          b          ti
  writeln(p, '=====');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

repeat
  write(p,d_point^.short_name);
  for i:=1 to 10-length(d_point^.short_name) do
    write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.a));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.m));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.b));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.ET));
  write(p,' ');
  writeln(p,out(d_point^.O2));
  if d_point=dend_point then eobuff:=true else d_point:=d_point^.next;
until eobuff;
if print_on then
begin
  writeln(p,'-----');
  writeln(p);
  unit_comment;
  write(p,chr(12));
end
else
begin
  writeln;
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
end;
end;

procedure crash_project_normal_list;

var eobuff : boolean;
    key : char;
    i : integer;

begin
  if not(data_on) then exit;
  clrscr;
  if print_on then
  begin
    gotoxy(12,10);
    write('Wait to Print Crash Project Normal List');
  end;
  float_build;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

d_point:=dstart_point;
eobuff:=false;
writeln(p,'                               Crash Project Normal List');
writeln(p,'=====');
writeln(p,'Work                Nm.Time    Nm.Cost    Cr.Time    Cr.Cost    Cost
writeln(p,'=====');
repeat
  write(p,d_point^.short_name);
  for i:=1 to 12-length(d_point^.short_name) do
    write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.Nm_Time));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.Nm_Cost));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.Ac_Time));
  write(p,' ');
  write(p,out(d_point^.Ac_Cost));
  write(p,' ');
  writeln(p,out(d_point^.cost_slope));
  if d_point=dend_point then eobuff:=true else d_point:=d_point^.next;
until eobuff;
if print_on then
begin
  writeln(p,'-----');
  writeln(p);
  unit_comment;
  write(p,chr(12));
end else
begin
  writeln;
  write('Press any key to continue .....');
  key:=readkey;
end;
end;

procedure print_ask;

var a : char;

begin
  clrscr;
  gotoxy(20,12);
  write('Do you want to Print out (Y/N) ');
  repeat

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        a:=readkey;
        a:=upcase(a);
until (a='Y')or(a='N');
if a='Y' then
begin
    assign(p,'PRN');
    print_on:=true;
end else
begin
    assign(p,'');
    print_on:=false;
end;
rewrite(p);
end;

procedure Normal_list;

var key : char;
    lp : boolean;
    line,ox,oy : integer;

begin
lp:=true;
while lp do
begin
    window(1,1,80,25);
    clrscr;
    window(25,5,55,16);
    writeln('      Normal Listing      ');
    writeln('#####');
    writeln;
    textbackground(white); textcolor(black);
    writeln(' 1) Full Name      ');
    textbackground(black); textcolor(blue);
    writeln(' 2) CPM Normal List');
    writeln(' 3) PERT Normal List');
    writeln(' 4) Crash Proj. Normal List');
    writeln(' 5) Quit out  ');
    writeln;
    write(' Enter Selection :');
    ox:=wherex; oy:=wherey;
    Key:=' ';
    line:=1;
    while (Key<>'1')and(Key<>'2')and(Key<>'3')and(Key<>'4')and(Key<>'5') do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  Key:=Readkey;
  if (ord(key)=0)and(keypressed) then
  begin
    key:=readkey;
    if (ord(key)=72)or(ord(key)=77) then
    begin
      line:=line-1;
      if line=0 then line:=5;
    end;
    if (ord(key)=77)or(ord(key)=80) then
    begin
      line:=line+1;
      if line=6 then line:=1;
    end;
    clrscr;
    writeln('      Normal Listing ');
    writeln('#####');
    writeln;
    writeln(' 1) Full Name');
    writeln(' 2) CPM Normal List');
    writeln(' 3) PERT Normal List');
    writeln(' 4) Crash Proj. Normal List');
    writeln(' 5) Quit Out');
    writeln;
    write(' Enter Selection :');
    textbackground(white); textcolor(black);
    gotoxy(1,line+3);
    case line of
      1 : writeln(' 1) Full Name ');
      2 : writeln(' 2) CPM Normal List ');
      3 : writeln(' 3) PERT Normal List ');
      4 : writeln(' 4) Crash Proj. Normal List ');
      5 : writeln(' 5) Quit out ');
    end;
    textbackground(black); textcolor(blue);
  end else
  if ord(key)=13 then
    key:=chr(48+line);
end;
gotoxy(ox,oy);
write(Key);
window(1,1,80,25);
sound(1000);
delay(500);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

nosound;
if key<>'5' then
  print_ask;
case Key of
  '1' : Full_name_list;
  '2' : CPM_Normal_list;
  '3' : PERT_Normal_list;
  '4' : Crash_Project_Normal_list;
end;
if Key='5' then
begin
  exit;
end;
end;
end;

procedure Menu;

var key : char;
    lp : boolean;
    line,ox,oy : integer;

begin
lp:=true;
while lp do
begin
  window(1,1,80,25);
  clrscr;
  window(25,5,55,16);
  writeln('          Main Menu          ');
  writeln('#####');
  writeln;
  textbackground(white); textcolor(black);
  writeln(' 1) File                ');
  textbackground(black); textcolor(blue);
  writeln(' 2) Normal Listing');
  writeln(' 3) CPM Project Scheduling');
  writeln(' 4) PERT Project Scheduling');
  writeln(' 5) Crash Project');
  writeln(' 6) Project cost control');
  writeln(' 7) Quit out  ');
  writeln;
  write(' Enter Selection :');
  ox:=wherex; oy:=wherey;
  Key:=' ';

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

line:=1;
while (Key<>'1')and(Key<>'2')and(Key<>'3')and(Key<>'4')and(Key<>'5')
  and(Key<>'6')and(Key<>'7') do
begin
  Key:=Readkey;
  if (ord(key)=0)and(keypressed) then
  begin
    key:=readkey;
    if (ord(key)=72)or(ord(key)=77) then
    begin
      line:=line-1;
      if line=0 then line:=7;
    end;
    if (ord(key)=77)or(ord(key)=80) then
    begin
      line:=line+1;
      if line=8 then line:=1;
    end;
    clrscr;
    writeln('          Main Menu          ');
    writeln('#####');
    writeln;
    writeln(' 1) File ');
    writeln(' 2) Normal Listing');
    writeln(' 3) CPM Project Scheduling');
    writeln(' 4) PERT Project Scheduling');
    writeln(' 5) Crash Project');
    writeln(' 6) Project cost control');
    writeln(' 7) Quit out ');
    writeln;
    write(' Enter Selection :');
    textbackground(white); textcolor(black);
    gotoxy(1,line+3);
    case line of
      1 : writeln(' 1) File ');
      2 : writeln(' 2) Normal Listing ');
      3 : writeln(' 3) CPM Project Scheduling ');
      4 : writeln(' 4) PERT Project Scheduling ');
      5 : writeln(' 5) Crash Project ');
      6 : writeln(' 6) Project cost control ');
      7 : writeln(' 7) Quit out ');
    end;
    textbackground(black); textcolor(blue);
  end else
  . if ord(key)=13 then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        key:=chr(48+line);
    end;
    gotoxy(ox,oy);
    write(Key);
    window(1,1,80,25);
    sound(1000);
    delay(500);
    nosound;
    if (key='3')or(key='4')or(key='5')or(key='6') then
        print_ask;
    case Key of
        '1' : Input;
        '2' : Normal_list;
        '3' : Process_CPM;
        '4' : Process PERT;
        '5' : less_search;
        '6' : project_cost_control;
    end;
    if (key='3')or(key='4')or(key='5')or(key='6') then
        close(p);
    if Key='7' then
    begin
        exit;
    end;
end;
end;

procedure title;

var key : char;
    i,j,k,x,y,ox,oy : integer;

begin
    graphdriver:=DETECT;
    initgraph(graphdriver,graphmode,'');
    setttextjustify(centertext,0);
    k:=1;
    for i:=1 to 4 do
    begin
        if i<>4 then
            for j:=1 to 500 do
                putpixel(random(getmaxx),random(getmaxy),xorput)
            else
                cleardevice;
                setcolor(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    settextstyle(0,0,i);
    outtextxy(getmaxx div 2,getmaxy div 2,'PERT & CPM');
    sound(i*50);
    delay(500);
    nosound;
    setcolor(0);
    if i<>4 then
        outtextxy(getmaxx div 2,getmaxy div 2,'PERT & CPM');
        setcolor(1);
    end;
    ox:=10;
    oy:=25;
    for i:=1 to 200 do
    begin
        k:=random(100);
        if k>50 then
            begin
                x:=random(getmaxx);
                y:=oy;
            end else
            begin
                x:=ox;
                y:=random(getmaxy);
            end;
        line(ox,oy,x,y);
        circle(x,y,4);
        ox:=x;
        oy:=y;
        sound(i);
    end;
    nosound;
    cleardevice;
    settextstyle(0,0,8);
    outtextxy(getmaxx div 2,getmaxy div 2,'PERT & CPM');
    circle(getmaxx div 2,getmaxy div 2,getmaxy div 2);
    sound(1200);
    delay(500);
    nosound;
    settextstyle(0,0,2);
    outtextxy(getmaxx div 2,getmaxy-25,'Press Any Key to Continue....');
    key:=readkey;
    closegraph;
end;

procedure end_scene;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

procedure Save_Data;

var Sure : char;
    F1 : File of Network_Data_Type;
    Get_File_Name,HFile_Name : String[15];
    x,y : byte;
    lp : boolean;

begin
    lp:=true;
    repeat
        writeln; writeln;
        write('Do you want to Save Data (Y/N) ');
        x:=wherex; y:=wherey;
        Sure:=' ';
        while (Ucase(Sure)<>'Y')and(Ucase(Sure)<>'N') do
            Sure:=readkey;
        if Ucase(Sure)='Y' then
            begin
                gotoxy(x,y); write('Yes');
                writeln; writeln;
                write('Name of File to Save : ');
                if File_Name<>' ' then write('(' ,File_Name, ') ');
                x:=WhereX; y:=WhereY;
                readln(Get_File_Name);
                if (length(Get_File_Name)=0)and(File_Name<>' ') then
                    HFile_Name:=File_Name
                else
                    HFile_Name:=Get_File_Name;
                gotoxy(x,y);
                ClrEol;
                writeln(HFile_Name);
                { $I- }
                assign(f1,HFile_Name);
                rewrite(f1);
                { $I+ }
                if (IOresult<>0)or(length(Hfile_Name)=0) then
                    begin
                        writeln('Have an error in file name .... press any key to restart');
                        sure:=readkey;
                    end
                else
                    begin
                        Sure:=' ';
                        if HFile_Name<>File_Name then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  writeln;
  write('Warning Old Data of ',HFile_Name,' Will be Erase ');
  write('Are you Sure (Y/N) ');
  while (Ucase(Sure)<>'Y')and(Ucase(Sure)<>'N') do
    Sure:=readkey;
  writeln;
end;
if Ucase(Sure)<>'N' then
begin
  writeln;
  write('Save .... Process');
  close(f1);
  erase(f1);
  rewrite(f1);
  D_Point:=DStart_Point;
  while D_Point<>nil do
  begin
    write(f1,D_Point^);
    D_Point:=D_Point^.Next;
  end;
  lp:=false;
  File_Name:=HFile_Name;
end
else close(f1);
end;
end
else lp:=false;
until lp=false;
end;

```

Function Add\_Key(Select :boolean; ac\_no : longint):integer;

{ Specification

When you indata & press not sure in end sure ask  
 It take to return to reindata  
 and if you press enter in any field  
 that it can autometic add that old data in that field  
 It is easy to use . sure }

```

var ND,ND1      : Network_Data_Type;
    Sure        : Char;
    Ak          : integer;

```

Function HAdd\_Key(Key:string) :string; { Add\_Key,Internal Function }

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                { Return String value }

var Stx : String;
    x,y,ox,oy : byte;

begin
    gotoxy(1,wherey-1);
    Stx:='';
    gotoxy(26,wherey);
    ox:=wherex; oy:=wherey;
    textcolor(blink);
    write(' : ',Key);
    textcolor(blue);
    gotoxy(26,wherey+1);
    write(' : ');
    x:=wherex;      y:=wherey;
    readln(Stx);
    if (length(Stx)=0)and(length(Key)<>0) then
    begin
        HAdd_Key:=Key;
        gotoxy(x,y);
        writeln(Key);
    end else
    begin
        HAdd_Key:=Stx;
    end;
    x:=wherex; y:=wherey;
    gotoxy(ox,oy);
    Clreol;
    gotoxy(x,y);
    writeln;
end; { HAdd_Key }

Function HAdd_Key2(Key:real) :real; { Add_Key Internal Function }
                                { Return Real value }

Var St      : String;
    Code    : Integer;
    RNum    : Real;

begin
    Str(Key :wid : dec,St);
    St:=HAdd_Key(St);
    Val(St,RNum,Code);
    HAdd_Key2:=RNum;
end; { HAdd_Key2 }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Function HAdd_Key3(Key:integer) :integer; { Add_Key Internal Function }
{ Return Integer value }

Var St      : String;
    Code,INum : Integer;

begin
    Str(Key,St);
    St:=HAdd_Key(St);
    Val(St,INum,Code);
    HAdd_Key3:=INum;
end; { HAdd_Key3 }

begin
    if Select then
    begin
        ND1:=D_Point^;
        ND.Back:=D_Point^.Back;
        ND.Next:=D_Point^.Next;
    end
    else
    begin
        ND1.Full_Name:=''; ND1.Short_Name:='';
        ND1.m:=0; ND1.b:=0; ND1.a:=0;
        ND1.No_Pred:=0; ND1.Nm_Cost:=0; ND1.Ac_Cost:=0;
        ND1.Node_Back:=0; ND1.Node_Next:=0;
        ND1.ES:=0; ND1.LS:=0; ND1.EF:=0; ND1.LF:=0; ND1.Root_search:=false;
        ND1.Nm_Time:=0; ND1.Ac_Time:=0;
    end;
    AK:=0;
    Sure:=' ';
    while Ucase(Sure)<>'Y' do
    begin
        ND.Full_Name:='';
        while (length(ND.Full_Name)=0) do
        begin
            Clrscr;
            write('ACTIVITY NUMBER      :');
            textcolor(blink);
            writeln(ac_no);
            textcolor(blue);
            writeln;
            write('FULL NAME      ');
            ND.Full_Name:=HAdd_Key(ND1.Full_Name);
            if length(ND.Full_Name)=0 then
            begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Sure:=' ';
while (Ucase(Sure)<>'Y')and(Ucase(Sure)<>'N') do
begin
    writeln;
    write('Are you sure to quit out (Y/N) '); Sure:=ReadKey;
end;
if Ucase(Sure)='Y' then
begin
    AK:=1;
    exit;
end;
end;
end;
if AK=1 then exit; { if length(FN)=0 }
write('SHORT NAME ');
ND.Short_Name:=HAdd_Key(ND1.Short_Name);
write('Optimistic Time (a) ');
ND.a:=HAdd_Key2(ND1.a);
write('Most Likely Time (m) ');
ND.m:=HAdd_Key2(ND1.m);
write('Pessimistic Time (b) ');
ND.b:=HAdd_Key2(ND1.b);
write('NORMAL TIME ');
ND.Nm_Time:=HAdd_Key2(ND1.Nm_Time);
write('NORMAL COST ');
ND.Nm_Cost:=HAdd_Key2(ND1.Nm_Cost);
write('CRASH TIME ');
ND.Ac_Time:=HAdd_Key2(ND1.Ac_Time);
write('CRASH COST ');
ND.Ac_Cost:=HAdd_Key2(ND1.Ac_Cost);
write('BACK NODE ');
ND.Node_Back:=HAdd_Key3(ND1.Node_Back);
write('NEXT NODE ');
ND.Node_Next:=HAdd_Key3(ND1.Node_Next);
write('Are you sure (Y/N/ESC to About) ');
Sure:=' ';
while (Ucase(Sure)<>'Y')and(Ucase(Sure)<>'N')and(Sure<>#27) do
    Sure:=readkey;
if (Sure=#27) then begin AK:=1; exit; end;
ND1:=ND;
end;
if AK=1 then begin Add_Key:=1; exit; end; { if length(FN)=0 or Sure='Q' }
ND.Slack:=0;
Add_Key:=0;
if not(Select) then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  new(D_Point);
  no_activity:=no_activity+1;
  ND.Next:=nil;
  ND.Back:=D_End_Point;
  if D_End_Point<>nil then
    D_End_Point^.Next:=D_Point
  else
    D_Start_Point:=D_Point;
    D_End_Point:=D_Point;
  end;
  ND.ET:=(ND.a+(ND.m*4)+ND.b)/6;
  ND.O2:=((ND.b-ND.a)/6)*((ND.b-ND.a)/6);
  D_Point^:=ND;
end;

function KeyData : Integer;

var Sure : char;
    ND : Network_Data_Type;
    retc : Integer;
    ac_no: longint;

begin
  Release(HeapOrg);
  D_End_Point:=nil;
  D_Start_Point:=nil;
  D_Point:=nil;
  retc:=0;
  no_activity:=0;
  ac_no:=1;
  while retc=0 do
  begin
    retc:=Add_Key(false,ac_no);
    ac_no:=ac_no+1;
  end;
  file_name:='';
  if D_End_Point=nil then
    KeyData:=1
  else
    KeyData:=0;
end; { KeyData }

Function FileData : integer;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var Get_File_Name : String[15];
    F1              : file of Network_Data_Type;
    HPtr           : Network_Data_Type_Ptr;
    key            : char;

begin
    window(29,15,80,25);
    DStart_Point:=nil;
    DEnd_Point:=nil;
    D_Point:=nil;
    if Length(File_Name)<>0 then Get_File_Name:=File_Name;
    Write('Data File Name : ');
    Readln(Get_File_Name);
    {$I-}
    Assign(F1,Get_File_Name);
    reset(f1);
    {$I+}
    if IOresult<>0 then
    begin
        writeln;
        writeln('File not found ... Press any key ');
        key:=readkey;
        FileData:=1;
    end
    else
    begin
        if filesize(f1)=0 then
        begin
            writeln;
            writeln('File Size = 0 ... Press any key ');
            key:=readkey;
            FileData:=1;
            exit;
            window(1,1,80,25);
        end;
        release(HeapOrg);
        while not(eof(f1)) do
        begin
            HPtr:=D_Point;
            new(D_Point);
            if DStart_Point=nil then DStart_Point:=D_Point;
            read(f1,D_Point^);
            D_Point^.Back:=HPtr;
            if HPtr<>nil then HPtr^.Next:=D_Point;
        end;
    end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

D_Point^.Next:=nil;
D_End_Point:=D_Point;
no_activity:=filesize(f1);
close(f1);
D_Point:=D_Start_Point;
File_Name:=Get_File_Name;
FileData:=0;
window(1,1,80,25);
end;
end; { FileData }

function Confirm :integer;

var lp,done                : boolean;
    ND                    : Network_Data_Type;
    Jmp_Point             : Network_Data_Type_Ptr;
    key,sure              : char;
    retc                  : integer;
    ac_point              : longint;
    df                    : file of Network_Data_Type;
    x,y                   : byte;

begin
D_Point:=D_Start_Point;
ac_point:=1;
Confirm:=0;
lp:=true;
while lp=true do
begin
ND:=D_Point^;
ClrScr;
writeln('Confirm Window');
writeln;
writeln('TOTAL. ACTIVITY          : ',no_activity);
write('ACTIVITY NUMBER          : ');
textcolor(blink);
writeln(ac_point);
textcolor(blue);
writeln('FULL NAME                    : ',ND.Full_Name);
writeln('SHORT NAME                   : ',ND.Short_Name);
writeln('Optimistic Time (a)         : ',out(ND.a));
writeln('Most Likely Time (m)       : ',out(ND.m));
writeln('Pessimistic Time (b)      : ',out(ND.b));
writeln('NORMAL TIME                 : ',out(ND.Nm_Time));
writeln('NORMAL COST                 : ',out(ND.Nm_Cost));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

writeln('CRASH TIME           : ',out(ND.Ac_Time));
writeln('CRASH COST           : ',out(ND.Ac_Cost));
writeln('BACK NODE            : ',ND.Node_Back);
writeln('NEXT NODE            : ',ND.Node_Next);
writeln;
write(#27#24#25#26,' (Movement) Del (Delete) ');
writeln(' Enter (Edit) ESC (End-Sure) Ins (Append)');
done:=false;
repeat
begin
  key:=readkey;
  case key of
    #0 : begin
      key:=readkey;
      case key of
        #72 ,#75 : begin { Arrow Up or Left  Rewind }
          if (D_Point^.Back<>nil) then
            begin
              D_Point:=D_Point^.Back;
              ac_point:=ac_point-1;
            end else
            begin
              sound(100);
              delay(200);
              nosound;
            end;
            done:=true;
          end;
        #77 ,#80 : begin { Arrow Dn or Right Forward }
          if (D_Point^.Next<>nil) then
            begin
              D_Point:=D_Point^.Next;
              ac_point:=ac_point+1;
            end else
            begin
              sound(100);
              delay(200);
              nosound;
            end;
            done:=true;
          end;
        #82      : begin { Ins (Append) }
          Sure:=' ';
          writeln;
          write('Are you sure to Append (Y/N) ');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        D_Point^.Back^.Next:=D_Point^.Next
    else
        DStart_Point:=D_Point^.Next;
        dispose(D_Point);
        D_Point:=Jmp_Point;
        if D_Point=nil then
            begin
                clrscr;
                write('DELETE ALL ');
                write('DATA .... press any');
                write(' key to exit');
                key:=readkey;
                lp:=false;
                Confirm:=1;
            end
        else
            begin
                no_activity:=no_activity-1;
            end;
        end;
        done:=true;
    end;
end; { second case }
end; { double key }
#13 : begin { Enter Key }
    retc:=add_key(true,ac_point);
    done:=true;
end;
#27 : begin { Esc Key }
    Sure:=' ';
    writeln;
    write('Are you sure to quit out (Y/N) ');
    x:=wherex; y:=wherey;
    while (upcase(Sure)<>'Y')and(upcase(Sure)<>'N') do
        begin
            Sure:=Readkey;
        end;
        Sure:=Ucase(Sure);
        if Sure='Y' then
            begin
                lp :=false;
                gotoxy(x,y);
                write('Yes');
            end;
            done:=true;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while (upcase(Sure)<>'Y')and
      (upcase(Sure)<>'N') do
begin
  Sure:=readkey;
end;
Sure:=Upcase(Sure);
if Sure='Y' then
begin
  ac_point:=no_activity+1;
  retc:=0;
  while retc=0 do
  begin
    retc:=Add_Key(false,ac_point);
    if retc=0 then
      ac_point:=ac_point+1;
    end;
    ac_point:=ac_point-1;
    D_Point:=D_End_Point;
  end;
  done:=true;
end;
#83 : begin { Del (Delete) }
      Sure:= ' ';
      writeln;
      write('Are you sure to Delete !!!! (Y/N) ');
      while (upcase(Sure)<>'Y')and
            (upcase(Sure)<>'N') do
      begin
        Sure:=readkey;
      end;
      Sure:=Upcase(Sure);
      if Sure='Y' then
      begin
        if D_Point^.Next<>nil then
        begin
          D_Point^.Next^.Back:=D_Point^.Back;
          Jmp_Point:=D_Point^.Next;
        end
        else
        begin
          D_End_Point:=D_Point^.Back;
          Jmp_Point:=D_Point^.Back;
          ac_point:=ac_point-1;
        end;
        if D_Point^.Back<>nil then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        end;
        end; { first case }
    end;
    until done;
end;
end; { Confirm }

procedure EraseFile;

var sure : char;
    lp    : boolean;
    f1    : file of Network_Data_Type;
    x,y   : byte;

begin
    if File_Name='' then begin
        release(heapOrg);
        exit;
    end;
    lp:=true;
    repeat
        writeln; writeln;
        write('Do you want to Erase file ',FILE_NAME,' !!! (Y/N) ');
        Sure:=' ';
        x:=wherex; y:=wherey;
        while (Uppcase(Sure)<>'Y')and(Uppcase(Sure)<>'N') do
            Sure:=readkey;
        gotoxy(x,y);
        if Uppcase(Sure)='Y' then write('Yes') else write('No');
        writeln; writeln;
        if Uppcase(Sure)='Y' then
            begin
                { $I- }
                assign(f1,File_Name);
                rewrite(f1);
                { $I+ }
                if IOresult<>0 then
                    begin
                        write('Drive Error ..... Press any key to restart');
                        sure:=readkey;
                        writeln;
                    end
                else
                    begin
                        writeln('Erase file .....');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        close(f1);
        erase(f1);
        lp:=false;
    end;
end
else
begin
    write('Go to About ... Old Data are Still .... press any key ');
    sure:=readkey;
    writeln;
    lp:=false;
    end;
until lp=false;
end; { EraseFile }

```

```

procedure Input;

```

```

var

```

```

    key : Char;
    retc,line : integer;
    x,y : byte;

```

```

begin

```

```

    key:= ' ';
    ClrScr;
    window(28,5,50,15);
    writeln('      Indata Menu');
    writeln('#####');
    writeln;
    textbackground(white); textcolor(black);
    Writeln(' 1) Keyboard      ');
    textbackground(black); textcolor(blue);
    Writeln(' 2) Load ');
    Writeln(' 3) Editor View ');
    Writeln(' 4) Quit To Main Menu');
    Writeln;
    write(' Enter Selection :');
    line:=1;
    x:=wherex;  y:=wherey;
    While (key<>'1') and (key<>'2') and (key<>'3')
        and(key<>'4') do
    begin
        key:=Readkey;
        if (ord(key)=0)and(keypressed) then
            begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

key:=readkey;
if (ord(key)=72)or(ord(key)=77) then
begin
  line:=line-1;
  if line=0 then line:=4;
end;
if (ord(key)=77)or(ord(key)=80) then
begin
  line:=line+1;
  if line=5 then line:=1;
end;
ClrScr;
writeln('      Indata Menu');
writeln('#####');
writeln;
Writeln(' 1) Keyboard ');
Writeln(' 2) Load ');
Writeln(' 3) Editor View ');
Writeln(' 4) Quit To Main Menu');
Writeln;
write(' Enter Selection :');
textbackground(white); textcolor(black);
gotoxy(1,line+3);
case line of
  1 : Writeln(' 1) Keyboard ');
  2 : Writeln(' 2) Load ');
  3 : Writeln(' 3) Editor View ');
  4 : Writeln(' 4) Quit To Main Menu ');
end;
textbackground(black); textcolor(blue);
end else
if ord(key)=13 then
  key:=chr(48+line);
end;
gotoxy(x,y);
write(key);
window(1,1,80,25);
sound(1000);
delay(500);
nosound;
if key='4' then exit;
case key of
  '1' : retc:=KeyData;
  '2' : retc:=FileData;
  '3' : if Data_On then retc:=0 else retc:=1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end;  
if retc=0 then  
begin  
    retc:=Confirm;  
    if retc=0 then  
        begin  
            Save_Data;  
            Data_On:=true;  
        end  
    else  
        EraseFile;  
    end;  
end;  
end; { Input }
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. พิกพ เล้าประจง. เทคนิคการบริหารโครงการโดย CPM และ PERT. พิมพ์ครั้งที่ 1 :  
 หจก. เอช - เอน การพิมพ์ , 2531 .
2. Glen Peters. Construction Project Management Using Small Computer.  
 London : The Architectural Press , 1984.
3. A.V. Sriwivasan. Critical Path Analysis : A System Approach.  
 New Delhi : East - West Press , 1976.
4. John E.Biegel. Production Control : A Qualitative Approach.  
 New Delhi : Prentic - Hall of India , 1980.
5. Hiller F.S., G.J. Lieberman. Introduction to Operation Research.  
 Holden - Day , Inc., 1980.
6. Don T.Phillips, A. Ravindran, James Solberg. Operation Research :  
 Principle and Practice. London : John Wiley & Sons, Inc., 1976.
7. Keith Lockyer. Critical Path Analysis and other Project Network  
 Techniques. Fourth Edition , 1981.
8. Joseph J.Moder, Cevil R.Phillips. Project Management with CPM and  
 Pert. Second Edition , 1970.
9. Thomas M.Cook, Robert A.Russel. Introduction to Management Science.  
 Second Edition , 1970.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้