

## บทที่ 4

### การออกแบบวิธีสายทางวิกฤตกับงานระบบไฟฟ้าและการประมาณราคา

#### 4.1 การจัดทำผังวิธีสายทางวิกฤต

จากที่ได้ศึกษาทฤษฎีของวิธีสายทางวิกฤต และรายละเอียดเกี่ยวกับงานระบบไฟฟ้าแล้ว ในบทที่ 2 ต่อไปนี้จะนำโครงการตัวอย่างการจัดทำผังรายงานระบบวิธีสายทางวิกฤต มาอธิบายถึงการจัดทำ และการจัดทำผังงานนี้ได้้นำเอาโครงการก่อสร้างอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

##### 4.1.1 การกำหนดหน่วยงานย่อย

หน่วยงานย่อยของโครงการนั้นจะต้องพิจารณาแยกตามความเหมาะสมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน และแยกประเภทหน่วยงานย่อย ตามประเภทของงานและประเภทของช่างให้สัมพันธ์กัน

การกำหนดหน่วยงานย่อยนี้ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งโครงการทุกคน ควรจะจัดทำเป็น เพราะหน่วยงานย่อยในโครงการไม่ได้ใช้เฉพาะในผังวิธีสายทางวิกฤตเท่านั้น แต่จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนทุกระบบ ในการจัดทำรายงานหน่วยงานย่อยต้องมองโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด และจัดแบ่งกลุ่มงานออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

##### การกำหนดหน่วยงานย่อย

ในระบบไฟฟ้าจะมีหน่วยงานย่อย ซึ่งอาจจะเป็นดังหน่วยงานต่อไปนี้

- งานติดต่อประสานงาน
- งานเดินท่อร้อยสาย
- งานจัดหาอะไหล่และเครื่องมือซ่อมบำรุง
- งานไฟฟ้าแรงสูง
- งานระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสายดิน
- งานติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า
- งานเดินสายภายใน
- งานเดินสายภายนอก
- งานติดตั้ง Main switch และ Unit Substation
- งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

- งานติดตั้งอุปกรณ์ สวิตช์ เติร์ป และ โคมไฟ
- งานระบบ โทรศัพท

#### 4.1.2 การจัดลำดับหน่วยงานย่อย

การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานของหน่วยงานย่อย เป็นสิ่งที่ค่อนข้างยุ่งยากและจะต้องปรับแก้หลายครั้งหลายครา โดยเฉพาะถ้าแยกย่อยออกไปมากทำให้งานเพิ่มความซับซ้อนมาก ในบางครั้งไม่สามารถแก้ไขในขั้นวางแผนได้ ก็ต้องย้อนไปแก้ไขในระบบการทำงานของผู้ดำเนินโครงการ (บริษัทผู้รับเหมา) จะโดยวิธีเพิ่มเครื่องมือเครื่องจักรเพิ่มคน ก็แล้วแต่ความจำเป็นและในบางครั้งจัดเรียงเสร็จแล้วนำไปร่างผังโครงข่าย วิธีสายทางวิกฤติ ก็อาจจะต้องปรับแก้อีก

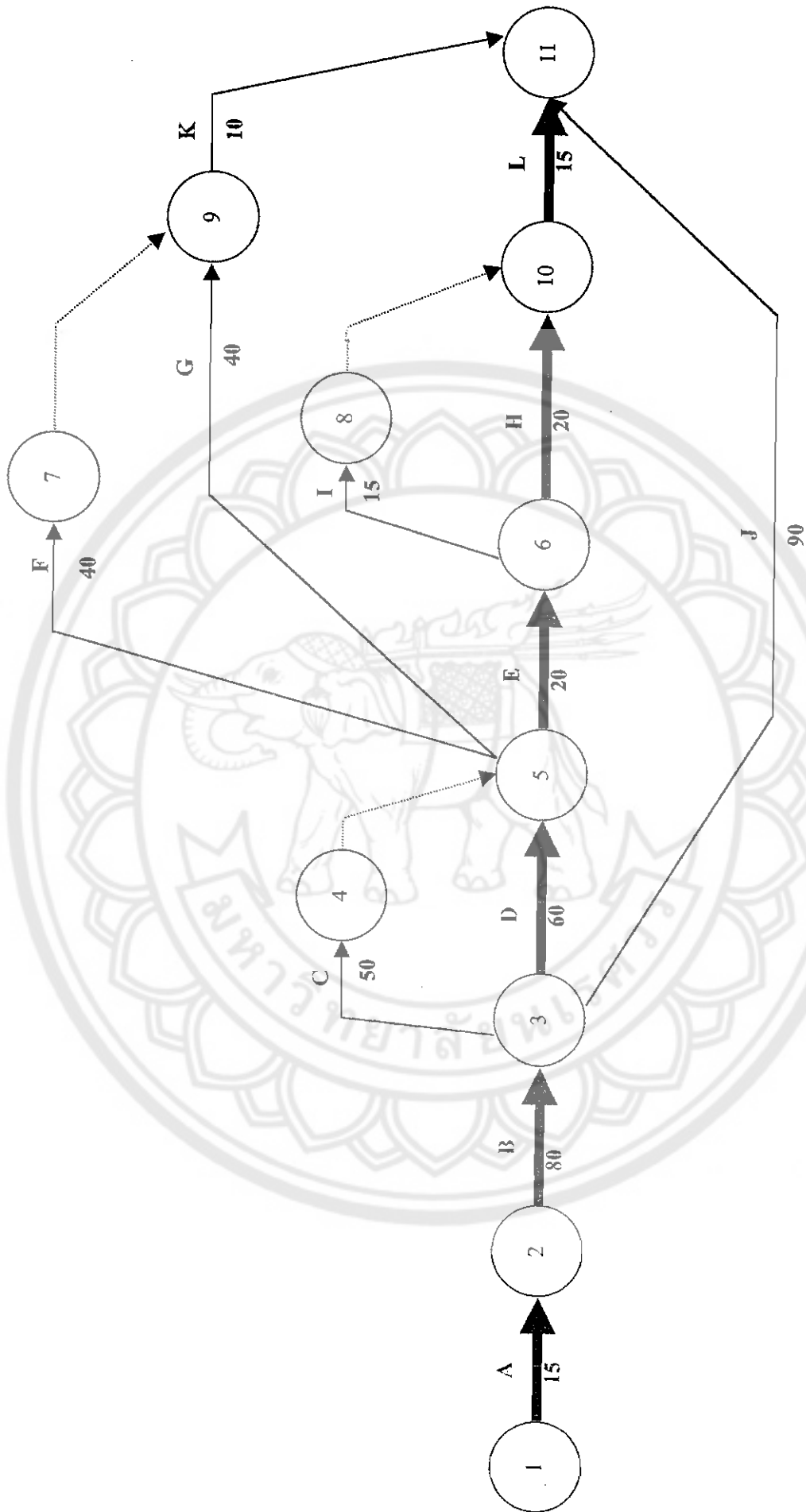
สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร ธานีศึกษา ได้จัดลำดับขั้นตอนหน่วยงานย่อยดังนี้

##### การจัดลำดับหน่วยงานย่อย

|            |  |
|------------|--|
| หน่วยงาน A | งานติดต่อประสานงาน                         |
| หน่วยงาน B | งานเดินท่อร้อยสาย                          |
| หน่วยงาน C | งานติดตั้งอุปกรณ์ สวิตช์ เติร์ป และ โคมไฟ  |
| หน่วยงาน D | งานเดินสายภายใน                            |
| หน่วยงาน E | งานเดินสายภายนอก                           |
| หน่วยงาน F | งานติดตั้ง Main switch และ Unit Substation |
| หน่วยงาน G | งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า                    |
| หน่วยงาน H | งานติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า                  |
| หน่วยงาน I | งานระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสายดิน          |
| หน่วยงาน J | งานระบบโทรศัพท                             |
| หน่วยงาน K | งานไฟฟ้าแรงสูง                             |
| หน่วยงาน L | งานจัดหาอะไหล่และเครื่องมือซ่อมบำรุง       |

#### 4.1.3 การร่างผังวิธีสายทางวิกฤติ

เมื่อได้กำหนดหน่วยงานย่อยและเรียงลำดับขั้นตอนแล้ว ก็นำหน่วยงานย่อยทั้งหมดมาร่างผังโครงข่ายคู่ ซึ่งเมื่อจัดทำผังโครงข่ายจะมองเห็นความสัมพันธ์ของหน่วยงานย่อยต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น และกำหนดหมายเลขประจำหน่วยงานแล้ว จะปรากฏลำดับหน่วยงานในผังงาน ดังรูป ที่ 4.1



รูปที่ 4.1. แผนผังวิธีสายทางวิกฤต

#### 4.1.4 การคำนวณค่าเวลาต่าง ๆ

จากผังโครงข่ายเราทำการคำนวณค่าเวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

**วันเริ่มงานเร็วที่สุด (ES)**

**วันเสร็จงานเร็วที่สุด (EF)**

วันเริ่มต้นทำงานวันแรกของโครงการถือเป็นจุดเริ่มโครงการ ดังนั้นค่าเวลาจะต้องนับจาก 0 เสมอ และวันเสร็จงานของหน่วยงานหนึ่งจะถือเป็นวันเริ่มงานของหน่วยงานที่อยู่ถัดไป ดังนั้นถ้าหน่วยงานที่อยู่ต้นโครงการเร็วหรือช้า ก็จะมีผลให้หน่วยงานถัดไปเริ่มงานได้เร็วหรือช้าและเสร็จงานเร็วหรือช้าตามไปด้วย เขียนความสัมพันธ์กันจะได้ดังนี้

วันเสร็จงานเร็วที่สุด = วันเริ่มงานเร็วที่สุด + จำนวนวันทำงาน

$$EF = ES + D$$

**หน่วยงาน A**

$$\text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} = 0$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 15$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ A} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 0 + 15 \\ &= 15 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน B**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ A} \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 80$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 15 + 80 \\ &= 95 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน C**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 50$$

$$\text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ C} = \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน}$$

$$= 95 + 50$$

$$= 145$$

#### หน่วยงาน D

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 60$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ D} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 95 + 60 \\ &= 155 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน สมมุติ

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ C} \\ &= 145 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 145 + 0 \\ &= 145 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน E

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ D} \\ &= 155 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 20$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ E} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 155 + 20 \\ &= 175 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน F

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ D} \\ &= 155 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนวันทำงาน} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ F} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 155 + 40 \\ &= 195 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน G**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ D} \\ &= 155 \\ \text{จำนวนวันทำงาน} &= 40 \\ \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ G} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 155 + 40 \\ &= 195 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน H**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ E} \\ &= 175 \\ \text{จำนวนวันทำงาน} &= 20 \\ \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ E} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 175 + 20 \\ &= 195 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน I**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ E} \\ &= 175 \\ \text{จำนวนวันทำงาน} &= 15 \\ \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ I} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 175 + 15 \\ &= 190 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน J**

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 \\ \text{จำนวนวันทำงาน} &= 90 \\ \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ J} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= 95 + 90 \\ &= 185 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน สมมุติ**

$$\text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} = \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ F}$$

$$\begin{aligned}
 &= 195 \\
 \text{จำนวนวันทำงาน} &= 0 \\
 \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\
 &= 195 + 0 \\
 &= 195
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน K

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ G} \\
 &= 195 \\
 \text{จำนวนวันทำงาน} &= 10 \\
 \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ K} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\
 &= 195 + 10 \\
 &= 205
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน สมมุติ

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ I} \\
 &= 190 \\
 \text{จำนวนวันทำงาน} &= 0 \\
 \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\
 &= 190 + 0 \\
 &= 190
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน L

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} &= \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ H} \\
 &= 195 \\
 \text{จำนวนวันทำงาน} &= 15 \\
 \text{วันเสร็จงานเร็วที่สุดของ L} &= \text{วันเริ่มงานเร็วที่สุด} + \text{จำนวนวันทำงาน} \\
 &= 195 + 15 \\
 &= 210
 \end{aligned}$$

วันเริ่มงานช้าที่สุด (LS)

วันเสร็จงานช้าที่สุด (LF)

การที่เราจัดความสัมพันธ์ให้หน่วยงานย่อยทำงานพร้อมกัน แต่จำนวนเวลาทำงานไม่เท่ากัน จึงทำให้บางหน่วยงานทำงานเสร็จก่อนอีกหน่วยงานหนึ่งและต้องรอให้หน่วยงานที่ใช้เวลามากกว่าทำงานเสร็จก่อน หน่วยงานที่อยู่ถัดไปจึงจะเริ่มทำงานได้ จากการทำงานโดยใช้เวลาไม่เท่ากันนี้เอง ทำให้หน่วยงานที่ใช้เวลาทำงานน้อยกว่าสามารถเริ่มทำงานเริ่มทำงานช้ากว่ากำหนด และเสร็จงานช้ากว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากผลกระทบจากการเริ่มช้า แต่อย่างไรก็จะเสร็จงานช้ากว่าหน่วยงานที่ใช้เวลาทำงานมากกว่าไม่ได้

วันทำงานเสร็จช้าที่สุดของของโครงการ = TPD = วันเสร็จงานที่เร็วที่สุดของโครงการ ดังนั้น ในการหาเวลาที่ช้าที่สุด จึงต้องเริ่มจากจุดสิ้นสุดของโครงการ ย้อนไปหาจุดเริ่มต้นโครงการ

$$\text{วันเริ่มงานช้าที่สุด} = \text{วันเสร็จงานช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน}$$

$$LS = LF - D$$

หน่วยงาน L

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ L} &= \text{วันเสร็จงานของโครงการ} \\ &= 210 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของ L} = 15$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ L} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 210 - 15 \\ &= 195 \end{aligned}$$

หน่วยงาน สมมุติ

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ L} \\ &= 195 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของสมมุติ} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 195 - 0 \\ &= 195 \end{aligned}$$

หน่วยงาน K

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ K} &= \text{วันเสร็จงานของโครงการ} \\ &= 210 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของ K} = 10$$



$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ K} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\
 &= 210 - 10 \\
 &= 200
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน สมมุติ

$$\begin{aligned}
 \text{วันเสร็จงานเช้าที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ K} \\
 &= 200
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาทำงานของสมมุติ} &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของสมมุติ} &= 200 - 0 \\
 &= 200
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน J

$$\begin{aligned}
 \text{วันเสร็จงานเช้าที่สุดของ J} &= \text{วันเสร็จงานของโครงการ} \\
 &= 210
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาทำงานของ J} &= 90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ J} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\
 &= 210 - 90 \\
 &= 120
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน I

$$\begin{aligned}
 \text{วันเสร็จงานเช้าที่สุดของ L} &= \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ L} \\
 &= 195
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาทำงานของ I} &= 15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ I} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\
 &= 195 - 15 \\
 &= 180
 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน H

$$\begin{aligned}
 \text{วันเสร็จงานเช้าที่สุดของ L} &= \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ L} \\
 &= 195
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาทำงานของ H} &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{วันเริ่มงานเช้าที่สุดของ H} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\
 &= 195 - 20 \\
 &= 175
 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน G**

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ K} &= \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ K} \\ &= 200 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของ G} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ G} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 200 - 40 \\ &= 160 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน F**

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ K} &= \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ K} \\ &= 200 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของ F} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ F} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 200 - 40 \\ &= 160 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน E**

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ H} &= \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ H} \\ &= 175 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของ E} = 20$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ E} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 175 - 20 \\ &= 155 \end{aligned}$$

**หน่วยงานสมมุติ**

$$\begin{aligned} \text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ E} \\ &= 155 \end{aligned}$$

$$\text{เวลาทำงานของสมมุติ} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของสมมุติ} &= \text{วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด} - \text{เวลาทำงาน} \\ &= 155 - 0 \\ &= 155 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน D**

$$\text{วันเสร็จงานช้าที่สุดของ E} = \text{วันเริ่มงานช้าที่สุดของ E}$$

$$= 155$$

เวลาทำงานของ D  $= 60$

วันเริ่มงานช้าที่สุดของ D  $=$  วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด - เวลาทำงาน

$$= 155 - 60$$

$$= 95$$

### หน่วยงาน C

วันเสร็จงานช้าที่สุดของ E  $=$  วันเริ่มงานช้าที่สุดของ E

$$= 155$$

เวลาทำงานของ C  $= 50$

วันเริ่มงานช้าที่สุดของ C  $=$  วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด - เวลาทำงาน

$$= 155 - 50$$

$$= 105$$

### หน่วยงาน B

วันเสร็จงานช้าที่สุดของ D  $=$  วันเริ่มงานช้าที่สุดของ D

$$= 95$$

เวลาทำงานของ B  $= 80$

วันเริ่มงานช้าที่สุดของ B  $=$  วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด - เวลาทำงาน

$$= 95 - 80$$

$$= 15$$

### หน่วยงาน A

วันเสร็จงานช้าที่สุดของ D  $=$  วันเริ่มงานช้าที่สุดของ B

$$= 15$$

เวลาทำงานของ A  $= 15$

วันเริ่มงานช้าที่สุดของ A  $=$  วันเสร็จงานที่ช้าที่สุด - เวลาทำงาน

$$= 15 - 15$$

$$= 0$$

### ค่าคล่องตัวรวม (TF)

หมายถึงเวลาจำนวนหนึ่งที่หน่วยงานใด ๆ จะทำงานล่าช้ากว่าที่กำหนดได้โดยไม่ทำให้เวลาทำงานรวมทั้งหมดของโครงการต้องเปลี่ยนแปลง หรือกำหนดเสร็จสิ้นโครงการไม่เปลี่ยนแปลง

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว

$$TF = LF - EF$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว

$$TF = LS - ES$$

หน่วยงาน A

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 15 - 15 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 0 - 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

หน่วยงาน B

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 95 - 95 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 15 - 15 \\ &= 0 \end{aligned}$$

หน่วยงาน C

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 155 - 145 \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 105 - 95 \\ &= 10 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน D**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 155 - 155 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 95 - 95 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน สสมมติ**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 155 - 145 \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 155 - 145 \\ &= 10 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน E**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 175 - 175 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 155 - 155 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน F**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว} \\ &= 200 - 195 \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} &= \text{เวลาเริ่มงานช้า} - \text{เวลาเริ่มงานเร็ว} \\ &= 160 - 155 \\ &= 5 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน G**

$$\text{ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน} = \text{เวลาเสร็จงานช้า} - \text{เวลาเสร็จงานเร็ว}$$

$$= 200 - 195$$

$$= 5$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว

$$= 160 - 155$$

$$= 5$$

หน่วยงาน H

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว

$$= 195 - 195$$

$$= 0$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว

$$= 175 - 175$$

$$= 0$$

หน่วยงาน I

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว

$$= 195 - 190$$

$$= 5$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว

$$= 180 - 175$$

$$= 5$$

หน่วยงาน J

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว

$$= 210 - 185$$

$$= 25$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว

$$= 120 - 95$$

$$= 25$$

หน่วยงานสมมติ

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว

$$= 200 - 195$$

$$= 5$$

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว  
 = 200 - 195  
 = 5

#### หน่วยงาน K

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว  
 = 210 - 205  
 = 5

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว  
 = 200 - 195  
 = 5

#### หน่วยงานสมมุติ

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว  
 = 195 - 190  
 = 5

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว  
 = 195 - 190  
 = 5

#### หน่วยงาน L

ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเสร็จงานช้า - เวลาเสร็จงานเร็ว  
 = 210 - 210  
 = 0

หรือ ค่าคล่องตัวรวมหน่วยงาน = เวลาเริ่มงานช้า - เวลาเริ่มงานเร็ว  
 = 195 - 195  
 = 0

#### ค่าคล่องตัวอิสระ (FF)

หมายถึงค่าเวลาจำนวนหนึ่งที่หน่วยงานนี้จะทำงานล่าช้าได้ โดยไม่กระทบกับเวลาเริ่มงานเร็วที่สุดของหน่วยงานถัดไป

ค่าคล่องตัวอิสระ = เวลาเริ่มงานเร็วที่สุดของหน่วยงานถัดไป - เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของตัวเอง

$$FF = ES_y - EF_x$$

#### หน่วยงาน A

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ B} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ A} \\ &= 15 - 15 \\ &= 0 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน B

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ D} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 - 95 \\ &= 0 \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ C} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 - 95 \\ &= 0 \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ J} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ B} \\ &= 95 - 95 \\ &= 0 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน C

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของสมมุติ} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ C} \\ &= 145 - 145 \\ &= 0 \end{aligned}$$

#### หน่วยงาน D

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ E} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ D} \\ &= 155 - 155 \\ &= 0 \end{aligned}$$

#### หน่วยงานสมมุติ

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ E} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ} \\ &= 155 - 145 \\ &= 5 \end{aligned}$$



**หน่วยงาน F**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของสมมุติ} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ F} \\ &= 195 - 195 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน G**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ K} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ G} \\ &= 195 - 195 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน H**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ L} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ H} \\ &= 195 - 195 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน I**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของสมมุติ} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ I} \\ &= 190 - 190 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน J**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ TPD} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ J} \\ &= 210 - 185 \\ &= 25 \end{aligned}$$

**หน่วยงานสมมุติ**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ K} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ} \\ &= 195 - 195 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**หน่วยงาน K**

$$\begin{aligned} \text{ค่าคล่องตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ TPD} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ K} \\ &= 210 - 205 \\ &= 5 \end{aligned}$$

**หน่วยงานสมมุติ**

$$\text{ค่าคล่องตัวอิสระ} = \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของ L} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของสมมุติ}$$

$$= 195 - 190$$

$$= 5$$

### หน่วยงาน L

$$\begin{aligned} \text{ค่าคงตัวอิสระ} &= \text{เวลาเริ่มงานที่เร็วที่สุดของPTD} - \text{เวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของ L} \\ &= 210 - 210 \end{aligned}$$

จากค่าที่คำนวณได้ทั้งหมดก็จะสามารถนำค่าต่างๆเหล่านั้นมาใส่ในตารางเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนและสามารถตรวจสอบทบทวนค่าเวลาต่างๆได้ง่าย ซึ่งค่าเวลาต่างๆที่จะบรรจุลงในตารางนั้น มีดังนี้

ช่องที่1 ลำดับที่แสดงจำนวนหน่วยงานย่อยทั้งหมด

ช่องที่2 หมายเลขประจำหน่วยงาน

ช่องที่3 จำนวนเวลาทำงานของหน่วยงานย่อย

ช่องที่4 ชื่อหน่วยงานย่อย

ช่องที่5 วันเริ่มงานเร็วที่สุด

ช่องที่6 วันเริ่มงานช้าที่สุด

ช่องที่7 วันเสร็จงานเร็วที่สุด

ช่องที่8 วันเสร็จงานช้าที่สุด

ช่องที่9 ค่าคงตัวรวม

ช่องที่ 10 ค่าคงตัวอิสระ

จากค่าเวลาต่างๆที่คำนวณได้สามารถนำมาใส่ไว้ในตารางดังที่ได้แสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 4.1 ค่าเวลาต่างๆ

| ที่ | i-j   | D  | หน่วยงาน | วันเริ่มงาน |     | วันเสร็จงาน |     | ค่าคงตัว |    |
|-----|-------|----|----------|-------------|-----|-------------|-----|----------|----|
|     |       |    |          | ES          | LS  | EF          | LF  | TF       | FF |
| 1   | 1-2   | 15 | A        | 0           | 0   | 15          | 15  | 0        | 0  |
| 2   | 2-3   | 80 | B        | 15          | 15  | 95          | 95  | 0        | 0  |
| 3   | 3-4   | 50 | C        | 95          | 105 | 145         | 155 | 10       | 0  |
| 4   | 3-5   | 60 | D        | 95          | 95  | 155         | 155 | 0        | 0  |
| 5   | 4-5   | 0  | DUMMY    | 145         | 155 | 145         | 155 | 10       | 10 |
| 6   | 5-6   | 20 | E        | 155         | 155 | 175         | 175 | 0        | 0  |
| 7   | 5-7   | 40 | F        | 155         | 160 | 195         | 200 | 0        | 0  |
| 8   | 5-9   | 40 | G        | 155         | 160 | 195         | 200 | 5        | 0  |
| 9   | 6-10  | 20 | H        | 175         | 175 | 195         | 195 | 0        | 0  |
| 10  | 6-8   | 15 | I        | 175         | 180 | 190         | 195 | 5        | 0  |
| 11  | 3-11  | 90 | J        | 95          | 120 | 185         | 210 | 25       | 25 |
| 12  | 7-9   | 0  | DUMMY    | 195         | 200 | 195         | 200 | 5        | 0  |
| 13  | 9-11  | 10 | K        | 195         | 200 | 205         | 210 | 5        | 5  |
| 14  | 8-10  | 0  | DUMMY    | 190         | 195 | 190         | 195 | 5        | 5  |
| 15  | 10-11 | 15 | L        | 195         | 195 | 210         | 210 | 0        | 0  |

### การหาความสัมพันธ์ของวันทำงานกับปฏิทิน

จากที่ทราบมาแล้วว่า วันทำงานตามผังวิธีสายทางวิกฤตนั้นเป็นวันทำงานจริงๆ โดยไม่ได้คิดวันหยุดงาน ดังนั้น การที่จะกำหนดวันทำงานให้ตรงตามปฏิทินก็ต้องนำปฏิทินมาพิจารณาวันหยุดงานและวันทำงาน ก็จะทำให้ทราบกำหนดการที่ถูกต้อง วิธีการก็เพียงแต่นำปฏิทินมากำหนดวันหยุดงานตามข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วลงไป โดยช่องของวันที่แต่ละวันจะขีดแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยเส้นทะแยงมุม ส่วนล่างจะเป็นตัวเลขบอกวันที่ตามปฏิทิน ส่วนตัวเลขข้างบนจะเป็นตัวเลขบอกวันทำงานจริงตามผังวิธีสายทางวิกฤต ซึ่งในโครงการนี้ได้กำหนดวันเริ่มต้นโครงการตามผังวิธีสายทางวิกฤตเป็นวันที่ 1 มิถุนายน 2543 เขียนลงในวันเริ่มต้นในวันที่ตามปฏิทิน เขียนเรียงลำดับไป ถ้ามีวันหยุดงานก็เขียนข้ามไปลงในวันทำงาน ในกรณีที่ในวันหยุดงานจะต้องระบายสีให้ชัดเจน และเพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดราคาจะทำการเพื่อวันหยุดงานด้วยเหตุจำเป็นที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตอีก 5 % ของวันทำงานและวันหยุดงานในปฏิทิน

เพื่อให้ผู้ควบคุมโครงการสามารถควบคุมและดูแลโครงการ ตลอดจนปรับแก้ผังงานโดยใช้ปฏิทินประกอบเพื่อความเข้าใจเพื่อไม่ให้โครงการเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด

ตารางที่ 4.2 ตารางเวลาประกอบผังงานโครงการก่อสร้างอาคารวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

|                  | อาทิตย์ | จันทร์ | อังคาร | พุธ | พฤหัสบดี | ศุกร์ | เสาร์ |
|------------------|---------|--------|--------|-----|----------|-------|-------|
|                  |         |        |        |     | 1        | 2     | 3     |
|                  |         |        |        |     | 1        | 2     | 3     |
| มิถุนายน<br>2543 | 4       | 5      | 6      | 7   | 8        | 9     | 10    |
|                  | 4       | 5      | 6      | 7   | 8        | 9     | 10    |
|                  | 10      | 11     | 12     | 13  | 14       | 15    | 16    |
|                  | 11      | 12     | 13     | 14  | 15       | 16    | 17    |
|                  | 16      | 17     | 18     | 19  | 20       | 21    | 22    |
|                  | 18      | 19     | 20     | 21  | 22       | 23    | 24    |
|                  | 22      | 23     | 24     | 25  | 26       | 27    | 28    |
|                  | 25      | 26     | 27     | 28  | 29       | 30    | 1     |
| กรกฎาคม<br>2543  | 28      | 29     | 30     | 31  | 32       | 33    |       |
|                  | 2       | 3      | 4      | 5   | 6        | 7     | 8     |

|         | อาทิตย์ | จันทร์ | อังคาร | พุธ | พฤหัสบดี | ศุกร์ | เสาร์ |
|---------|---------|--------|--------|-----|----------|-------|-------|
|         |         | 34     | 35     | 36  | 37       | 38    | 39    |
|         | 9       | 10     | 11     | 12  | 13       | 14    | 15    |
|         |         |        | 40     | 41  | 42       | 43    | 44    |
|         | 16      | 17     | 18     | 19  | 20       | 21    | 22    |
|         |         | 45     | 46     | 47  | 48       | 49    | 50    |
|         | 23      | 24     | 25     | 26  | 27       | 28    | 29    |
|         |         | 51     | 52     | 53  | 54       | 55    | 56    |
|         | 30      | 31     | 1      | 2   | 3        | 4     | 5     |
|         |         | 57     | 58     | 59  | 60       | 61    |       |
|         | 6       | 7      | 8      | 9   | 10       | 11    | 12    |
| สิงหาคม |         | 62     | 63     | 64  | 65       | 66    | 67    |
| 2543    | 13      | 14     | 15     | 16  | 17       | 18    | 19    |
|         |         | 68     | 69     | 70  | 71       | 72    | 73    |
|         | 20      | 21     | 22     | 23  | 24       | 25    | 26    |
|         |         | 74     | 75     | 76  | 77       | 78    | 79    |
|         | 27      | 28     | 29     | 30  | 31       | 1     | 2     |
|         |         | 80     | 81     | 82  | 83       | 84    | 85    |
|         | 3       | 4      | 5      | 6   | 7        | 8     | 9     |
| กันยายน |         | 86     | 87     | 88  | 89       | 90    | 91    |
| 2543    | 10      | 11     | 12     | 13  | 14       | 15    | 16    |
|         |         | 92     | 93     | 94  | 95       | 96    | 97    |
|         | 17      | 18     | 19     | 20  | 21       | 22    | 23    |
|         |         | 98     | 99     | 100 | 101      | 102   | 103   |
|         | 24      | 25     | 26     | 27  | 28       | 29    | 30    |
|         |         | 104    | 105    | 106 | 107      | 108   | 109   |
|         | 1       | 2      | 3      | 4   | 5        | 6     | 7     |
|         |         | 110    | 111    | 112 | 113      | 114   | 115   |
|         | 8       | 9      | 10     | 11  | 12       | 13    | 14    |

|           | อาทิตย์ | จันทร์ | อังคาร | พุธ | พฤหัสบดี | ศุกร์ | เสาร์ |
|-----------|---------|--------|--------|-----|----------|-------|-------|
| ตุลาคม    |         | 116    | 117    | 118 | 119      | 120   | 121   |
| 2543      | 15      | 16     | 17     | 18  | 19       | 20    | 21    |
|           |         |        | 122    | 123 | 124      | 125   | 126   |
|           | 22      | 23     | 24     | 25  | 26       | 27    | 28    |
|           |         | 127    | 128    | 129 | 130      | 131   | 132   |
|           | 29      | 30     | 31     | 1   | 2        | 3     | 4     |
|           |         | 133    | 134    | 135 | 136      | 137   | 138   |
|           | 5       | 6      | 7      | 8   | 9        | 10    | 11    |
| พฤศจิกายน |         | 139    | 140    | 141 | 142      | 143   | 144   |
| 2543      | 12      | 13     | 14     | 15  | 16       | 17    | 18    |
|           |         | 145    | 146    | 147 | 148      | 149   | 150   |
|           | 19      | 20     | 21     | 22  | 23       | 24    | 25    |
|           |         | 151    | 152    | 153 | 154      | 155   | 156   |
|           | 26      | 27     | 28     | 29  | 30       | 1     | 2     |
|           |         | 157    |        | 158 | 159      | 160   | 161   |
|           | 3       | 4      | 5      | 6   | 7        | 8     | 9     |
| ธันวาคม   |         | 162    | 163    | 164 | 165      | 166   | 167   |
| 2543      | 10      | 11     | 12     | 13  | 14       | 15    | 16    |
|           |         | 168    | 169    | 170 | 171      | 172   | 173   |
|           | 17      | 18     | 19     | 20  | 21       | 22    | 23    |
|           |         | 174    | 175    | 176 | 177      | 178   | 179   |
|           | 24      | 25     | 26     | 27  | 28       | 29    | 30    |
|           |         |        |        | 180 | 181      | 182   | 183   |
|           | 31      | 1      | 2      | 3   | 4        | 5     | 6     |
|           |         | 184    | 185    | 186 | 187      | 188   | 189   |
|           | 7       | 8      | 9      | 10  | 11       | 12    | 13    |
| มกราคม    |         | 190    | 191    | 192 | 193      | 194   | 195   |
| 2544      | 14      | 15     | 16     | 17  | 18       | 19    | 20    |

|            | อาทิตย์ | จันทร์ | อังคาร | พุธ     | พฤหัสบดี | ศุกร์ | เสาร์ |
|------------|---------|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
|            |         | 196    | 197    | 198     | 199      | 200   | 201   |
|            | 21      | 22     | 23     | 24      | 25       | 26    | 27    |
|            |         | 202    | 203    | 204     | 205      | 206   | 207   |
|            | 28      | 29     | 30     | 31      | 1        | 2     | 3     |
|            |         | 208    | 209    | 210     |          |       |       |
|            | 4       | 5      | 6      | 7       | 8        | 9     | 10    |
| กุมภาพันธ์ |         |        |        | วันหยุด |          |       |       |
| 2544       | 11      | 12     | 13     | 5% 14   | 15       | 16    | 17    |
|            | 18      | 19     | 20     | 21      | 22       | 23    | 24    |
|            | 25      | 26     | 27     | 28      |          |       |       |



#### 4.1.5 การใช้ผัง CPM. ควบคุมโครงการ

จากความหมายของคำว่าวิธีสายทางวิกฤต ซึ่งหมายถึงสายทางการทำงานที่อยู่ในสภาวะวิกฤตหรืออันตรายจนต้องติดตามอย่างใกล้ชิด ดังนั้น ในขั้นแรกเราต้องหาดูก่อนว่าสายทางใดบ้างในผังที่เรียกว่าสายทางวิกฤต และจากที่ได้อธิบายไว้แล้ว เราก็จะพบว่าสายทางวิกฤตซึ่งมีเวลาทำงานมากที่สุดถึง 210 วัน มีอยู่สายทางเดียวซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยงานย่อยดังนี้

|                                      |         |        |
|--------------------------------------|---------|--------|
| งานติดต่อประสานงาน                   | (1-2)   | 15 วัน |
| งานเดินท่อร้อยสาย                    | (2-3)   | 80 วัน |
| งานเดินสายภายใน                      | (3-5)   | 60 วัน |
| งานเดินสายภายนอก                     | (5-6)   | 20 วัน |
| งานติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า            | (6-10)  | 20 วัน |
| งานจัดหาอะไหล่และเครื่องมือซ่อมบำรุง | (10-11) | 15 วัน |

หน่วยงานทุกหน่วยงานในสายทางวิกฤต ถือเป็นหน่วยงานที่ต้องทำการติดตามควบคุมโดยใกล้ชิด มีการประเมินความก้าวหน้าของงาน วิเคราะห์สถานการณ์ล่วงหน้า และถ้าหากเกิดปัญหาแล้วจะต้องรีบแก้ไขทันที มิเช่นนั้นจะทำให้งานไม่แล้วเสร็จใน 210 วัน

นอกจากหน่วยงานวิกฤตดังกล่าวแล้ว หน่วยงานอื่นที่อยู่ข้างเคียงก็ต้องพิจารณาให้ดำเนินการไปตามแผน โดยพิจารณาจากผังงานว่ามีหน่วยงานใดต้องเริ่มดำเนินการไปพร้อม ๆ กัน หรือหน่วยงานใดจะดำเนินการต่อไปบ้าง เพื่อเตรียมการจัดหาวัสดุอุปกรณ์และวัสดุ ตลอดจนช่างที่เกี่ยวข้องให้พร้อม ถึงแม้ว่าหน่วยงานนั้นจะมีค่าค้ำของตัวก็ตาม ก็ต้องดำเนินการทันทีที่ถึงเวลาต้องทำการเลื่อนเวลาออกไปขอให้เหตุผลชัดเจนจริง ๆ แต่ก็ต้องอยู่ในช่วงเวลาที่ค่าค้ำของตัวที่มีอยู่

#### 4.2 การควบคุมและปรับแก้แผน

ในการควบคุมโครงการตามแผนงานวิธีสายทางวิกฤต ที่วางไว้ นี้ จะต้องมีการควบคุมวันต่อวันโดยการจัดทำปฏิทินปฏิบัติงานประกอบกับผังงาน เพราะได้กล่าวไว้แล้วว่า วันทำงานในผังงานกับวันที่ในปฏิทินจะไม่เหมือนกัน การวิเคราะห์จะใช้ผังงานวิธีสายทางวิกฤต แต่การสั่งการและรายงาน ตลอดจนการปรับแก้ต้องใช้ปฏิทินประกอบ เพื่อความเข้าใจ

##### 4.2.1 การควบคุมการดำเนินงานโครงการ

การควบคุมแผนงาน จะเน้นที่หน่วยงานในสายทางวิกฤตและจะต้องมีการตรวจสอบประเมินผลความก้าวหน้าของงานในสายทางนี้ทุกวัน การตรวจสอบประเมินผลต้องเปรียบเทียบกับปฏิทินที่จัดทำไว้ การประเมินผลความก้าวหน้าก็เพื่อทราบว่างานที่ได้ดำเนินการไปแล้วเป็นไปตาม



เป้าหมายหรือไม่ และงานที่เหลือกับเวลาที่เหลือจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หากเกิดปัญหาต้องเร่งงานหรือปรับแก้แผนงาน จะต้องระดมความคิดจากทุกฝ่าย เพื่อกำหนดวิธีการปรับแก้แผนและเร่งงาน ส่วนหน่วยงานอื่นที่ไม่อยู่ในสายทางวิกฤต ก็ควบคุมความล่าช้าที่เกิดขึ้น หากล่าช้าจนหมดค่าคล่องตัวแล้ว หน่วยงานนั้นก็กลายเป็นหน่วยงานวิกฤตที่ต้องดูแลใกล้ชิดทันที

ตัวอย่างเช่น เมื่อดำเนินงานมาถึงวันที่ 8 ธันวาคม 2543 ตามปฏิทินและเป็นวันที่ 160 ของวันในฝั่งงาน จะต้องตรวจดูว่าวันที่ 160 จะมีงานอะไรบ้างที่ทำในวันนั้นและงานแต่ละหน่วยงานมีความก้าวหน้าไปอย่างไร

จากการตรวจสอบกับฝั่งงานในตอนเลิกงาน วันที่ 9 ธันวาคม 2543 จะมีหน่วยงานที่กำลังดำเนินการอยู่คือ

งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า มีค่าคล่องตัวเท่ากับ 5 จะต้องประเมินผลว่า วันที่ 8 และ 9 ธันวาคม 2543 ได้ดำเนินงานก้าวหน้าไปตามแผนงานแล้ว ก็ต้องยังคงมีค่าคล่องตัวอยู่เหมือนเดิม หากล่าช้าไป 5 วัน ก็ยังคงไม่ต้องปรับแก้แผน แต่ต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนว่าหน่วยงานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ากลายเป็นหน่วยงานวิกฤตไปแล้ว และรวมไปถึงงานไฟฟ้าแรงสูงด้วยที่จะต้องเป็นหน่วยงานวิกฤต

#### 4.2.2 การปรับแก้แผนงาน

แผนงานทุกแผนงานทุกระบบที่ได้จัดทำขึ้น ใช้ควบคุมโครงการย่อมจะต้องมีการคลาดเคลื่อนไม่เป็นไปตามแผนงานนั้น ๆ ได้เสมอ ทั้งนี้ไม่ใช่ว่าผู้วางแผนไม่ดีแต่อาจจะมีเหตุการณ์บางอย่างที่ทำให้ไม่เป็นไปตามแผน จนต้องมีการปรับแก้

สาเหตุที่ต้องแก้

เราอมรับแล้วว่าการวางแผนโครงการใด ๆ เกิดจากการคาดการณ์ล่วงหน้าให้ใกล้เคียงที่สุด ดังนั้นเมื่อมีการติดตามความก้าวหน้าและรับทราบเหตุการณ์แห่งความเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ ก็ต้องรีบปรับแก้แผนทันทีทันใดไม่ว่าจะประเมินความก้าวหน้านั้น จะกระทำประจำวัน ประจำสัปดาห์หรือประจำเดือน เหตุที่ต้องรีบปรับแก้ก็เพราะเหตุการณ์ข้างหน้าอาจจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงไปอีก ถ้าปล่อยไว้ก็จะเป็นการสะสมปัญหาจนอาจจะแก้ไขไม่ได้จนโครงการล้มเหลว ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปรับแก้

การจัดความสัมพันธ์ของหน่วยงาน และการกำหนดเวลาทำงานนั้น เกิดจากผู้วางแผนเป็นผู้กำหนดขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนั้นส่วนที่มาเกี่ยวข้องกับการปรับแก้แผนงานจึงจะต้องพิจารณาใน 2 ส่วนที่ว่านี้ คือ

## 1. แก้ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน

ในส่วนของความสัมพันธ์ของหน่วยงานนั้นเกิดจากข้อมูล หรือองค์ประกอบที่ค่อนข้างจะแน่นอนตายตัว ความล่าช้าจึงไม่ค่อยจะเกิดจากสาเหตุของความสัมพันธ์ของหน่วยงาน แต่ในการปรับแก้เพื่อเร่งงาน หรือปรับแก้ให้แผนงานข้างหน้าเกิดความเหมาะสมนั้น การปรับความสัมพันธ์ของหน่วยงานจะช่วยได้มาก โดยการจัดหน่วยงานที่ต้องรอทำต่อเนื่องกันให้มาดำเนินการไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งจะต้องเพิ่มวิธีการ และทรัพยากรเข้าไปอีก

## 2. แก้ระยะเวลาทำงานของหน่วยงาน

ระยะเวลาทำงานก็เช่นเดียวกัน ถูกกำหนดขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาแต่เมื่อมีเหตุการณ์อะไรมากระทบการปฏิบัติงานแล้ว ความเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจนคือกำหนดเวลาทำงาน สิ่งที่มากระทบกับกำหนดเวลาอาจจะเกิดจาก

- ปัญหาการชำรุดของเครื่องจักรเครื่องมือ
- ปัญหาการจัดหาวัสดุอุปกรณ์
- ปัญหาแรงงาน
- ปัญหาดินฟ้า - อากาศ
- ฯลฯ

ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้การทำงานที่ผ่านมามีล่าช้ากว่ากำหนด ส่งผลให้เวลาที่เหลือไม่เพียงพอกับการปฏิบัติงานส่วนที่เหลือ จึงต้องตั้งสมมุติฐานว่า จะต้องลดระยะเวลาทำงานจากที่ควรจะเป็นหรือต้องเร่งงานส่วนที่เหลือให้เสร็จทันกำหนดการ ซึ่งก็จำเป็นต้องเพิ่มทรัพยากรเช่นกัน การคำนวณเวลาในการปรับแก้แผน

ในความเป็นจริงแล้ว ความคลาดเคลื่อนในการปรับแก้แผนนั้น มีความเป็นไปได้ทั้งทางบวกทางลบ หรืองานเสร็จเร็วกว่ากำหนดและล่าช้ากว่ากำหนด ในกรณีงานก้าวหน้าไปเร็วกว่ากำหนดนั้น ไม่ได้สร้างปัญหามากมายให้เกิดความเสียหายแก่ผู้รับผิดชอบโครงการเลย เพียงแต่ผู้ควบคุมแผนงานต้องรีบปรับแก้ กำหนดการทำงานที่เหลือให้เร็วตามไปด้วยเพื่อผู้ปฏิบัติจะได้รู้กำหนดเวลาทำงานของตนได้ล่วงหน้า ว่าจะต้องเริ่มงานเร็วกว่ากำหนดมากน้อยเพียงใด เพื่อการเตรียมการทำงานได้ทันทีเมื่อถึงกำหนดนั้น เพราะฉะนั้นกำหนดที่จะเปลี่ยนแปลงก็เป็นเพียงกำหนดเริ่มงานและเสร็จงานของแต่ละหน่วยงานเท่านั้น ทั้งนี้ จะต้องพิจารณาในแต่ละสายทางมาประกอบกันโดยไม่ขัดแย้งกัน จะนำระยะเวลาที่เร็วขึ้นของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งไปใช้รั้นระยะเวลาของสายทางอื่น ๆ โดยตรงไม่ได้ส่วนการคำนวณก็คงใช้วิธีการเช่นเดียวกับการเริ่มจัดทำแผน

ในกรณีความก้าวหน้าของงานช้ากว่ากำหนด จะต้องมีการพิจารณาเร่งรัดงานที่เหลือซึ่งค่อนข้างจะยุ่งยาก เพราะมีผลกระทบกระเทือนกับหลายฝ่าย ทั้งฝ่ายบุคคล ฝ่ายจัดหาวัสดุ ฝ่ายการเงิน ฯลฯ ดังนั้น การคำนวณเพื่อการปรับแก้ นี้ จะต้องใช้วิธีทดลองกำหนดเวลาของหน่วยงานย่อยต่าง ๆ แล้วนำผลกระทบที่เกี่ยวข้องมาประเมินว่าจะเกิดความคุ้มหรือไม่กับการเปลี่ยนแปลงเวลาทำงานในหน่วยงานนั้น ๆ ตลอดจนศึกษาความเป็นไปได้ด้วย หลังจากการกำหนดเวลาทำงานใหม่แล้ว จึงนำเสนองานที่เหลือทั้งหมดมาทำการคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ ตามวิธีการในหน่วยงานที่ถูกกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ

#### 4.2.3 การเร่งงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการทั่วไป ก็คือความล่าช้าของการปฏิบัติงาน ซึ่งจะต้องนำมาปรับแก้แผน และการปรับแก้แผนส่วนใหญ่ก็มักจะตั้งสมมติฐานเอาไว้ว่า ต้องทำให้เสร็จตามกำหนดที่วางไว้ ดังนั้น จึงต้องมีการเร่งทำงาน นั่นคือทำงานเวลาทำเดิมให้งานมากขึ้นหรือทำงานเท่าเดิมใช้เวลาน้อยลง

การปรับแก้แผนงานนั้นจะปรับแก้ 2 ส่วน คือ

- ปรับแก้ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน
- ปรับแก้เวลาทำงานของหน่วยงาน

การปรับแก้แผนงานโดยวิธีทั้ง 2 ดังกล่าว หมายถึงการทำงานที่หนักขึ้น งานมากขึ้นในช่วงเวลาที่ลดลง ซึ่งเป็นลักษณะของการเร่งทำงานนั่นเอง ซึ่งการเร่งงานเพื่อปรับแก้แผนนี้จะต้องเพิ่มทรัพยากรต่าง ๆ เข้าไปในหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการเพิ่มทรัพยากรก็ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายแน่นอน

การเร่งงานอาจจะเร่งหน่วยงานที่ล่าช้าโดยเฉพาะ แต่หากไม่สามารถเร่งหน่วยงานเดียวได้ ก็อาจจะพิจารณาหน่วยงานที่อยู่ถัด ๆ ไป มาพิจารณาได้ ทั้งนี้ เกิดจากความเป็นไปได้ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น รวมทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง อาจจะต้องพิจารณาหน่วยงานมากำหนดวิธีการเร่งงานเปรียบเทียบดู และเลือกเอาวิธีการหรือหน่วยงานที่เหมาะสมที่สุดมาปรับแก้แผนงาน

จากกรณีผังงานในรูปที่ 4.1 ถ้าหากต้องประเมินความก้าวหน้างาน ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2543 ซึ่งเป็นวันที่ 161 ของการทำงานตามผังงาน พบว่าช้าไป 5 วัน จะต้องนำหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาคิดคำนวณการเร่งงาน โดยเริ่มจากหน่วยงานที่กำลังปฏิบัติอยู่และหน่วยงานที่อยู่ถัดไปที่สมควรจะนำมาคิด โดยเฉพาะหน่วยงานวิกฤต

#### 4.2.4 ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน

ได้กล่าวมาแล้วว่า การเร่งงานจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นแน่นอน เพราะ การที่จะเร่งงานได้จะต้องป้อนทรัพยากรเข้าไปในหน่วยงานที่ต้องการเร่ง เช่น

- เพิ่มจำนวนคน
- เพิ่มชั่วโมงการทำงาน
- เพิ่มอุปกรณ์เครื่องมือในมากขึ้นหรือใหญ่ขึ้น
- เพิ่มแรงจูงใจให้คนทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การเพิ่มทรัพยากรตามที่กล่าวมาแล้ว ในขั้นต้นต้องพิจารณาก่อนว่า เพิ่มทรัพยากรแล้วจะทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น หรือทำงานได้มากขึ้นจริงหรือไม่ เพราะในบางครั้งนอกจากจะไม่ได้งานเพิ่มแล้วอาจจะทำให้ได้ปริมาณงานลดลง หรือทำงานช้ากว่าเดิมลงไปอีก

เมื่อพิจารณาว่าจะเพิ่มทรัพยากรเข้าไปในหน่วยงานใดบ้างแล้วก็ตรวจสอบสถิติข้อมูลในการเพิ่มทรัพยากรประเภทต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วให้สามารถแรงงานได้ตามต้องการและนำผลแห่งการเพิ่มทรัพยากรมาทำตารางราคาค่าใช้จ่ายในการแรงงาน และทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการเพิ่มทรัพยากรในหลาย ๆ แนวทางและเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการแรงงาน และเมื่อตัดสินใจแล้วก็เขียนเป็นแผนงานปรับปรุงออกมา เพื่อใช้ควบคุมโครงการต่อไป

การแรงงาน การปรับแก้แผนงาน จะต้องมีการดำเนินงานอยู่ในทุกโครงการ บางโครงการต้องปรับแก้หลายครั้งซึ่งที่อาจจะเกิดจากการบริหารงานภายในองค์กรไม่ดีพอจึงควรมองย้อนเข้าไปปรับปรุงภายในองค์กรไว้ด้วย เพื่อว่าการดำเนินโครงการต่อไปจะได้เกิดปัญหาน้อยลง

#### 4.3 การประมาณราคา

ในการประมาณราคามีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1.ศึกษาแบบงานระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ของอาคารวิศวกรรมโยธา ตลอดจนถอดแบบเพื่อ กำหนดชนิดของวัสดุอุปกรณ์และจำนวนของวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละชนิดว่าต้องใช้ในการติดตั้งงาน ระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์จำนวนเท่าไร
- 2.รวบรวมราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ ซึ่งราคาของวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ้างอิงสามารถดูได้จากภาคผนวก
- 3.ประมาณราคางานติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ลงในตารางประมาณราคา โดยการ ประมาณราคางานระบบไฟฟ้าและระบบโทรศัพท์ของอาคารวิศวกรรมโยธา นี้ เป็นการประมาณ ราคาสุทธิที่ได้รวมเอาภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เข้าไปแล้ว โดยไม่ได้คิดกำไรจากการดำเนินงาน โครงการ นี้ รายละเอียดต่างๆ ของการประมาณราคาได้แสดงในตารางประมาณราคาต่อไปนี้



ตารางที่ 4.3 การประมาณราคาโคมไฟและอุปกรณ์

| ลำดับที่ | รายละเอียด  | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |           | ราคาค่าแรง (บาท) |        | รวมทั้ง<br>หมด |
|----------|---|-------|-------|-----------------|-----------|------------------|--------|----------------|
|          |   |       |       | หน่วยละ         | รวม       | หน่วยละ          | รวม    |                |
|          | * โคมไฟและอุปกรณ์ *   |       |       |                 |           |                  |        |                |
| 1        | 2 x 36 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ ฝังที่บาร์ โคมไฟตะแกรงถักแผ่น                    | ชุด   | 589   | 2,110           | 1,242,790 | 120              | 70,680 | 131,470        |
| 2        | 2 x 36 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ โคมก้างปลา ใส ไม่มีขาแขวน พร้อมอุปกรณ์           | ชุด   | 324   | 740             | 239,760   | 120              | 33,330 | 278,640        |
| 3        | 1 x 36 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ โคมกลองเหล็ก ทรง ปิรามิดขาโตะสปริง พร้อมอุปกรณ์  | ชุด   | 269   | 420             | 112,980   | 120              | 32,280 | 145,260        |
| 4        | 1 x 36 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ โคมครอบพลาสติกแบบยึดติดสปริงรอบด้าน พร้อมอุปกรณ์ | ชุด   | 96    | 535             | 51,360    | 120              | 11,520 | 62,880         |
| 5        | 2 x 18 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ โคมพลาสติก ทรงแสงแบบยึดติดเพดาน พร้อมอุปกรณ์     | ชุด   | 34    | 900             | 30,600    | 120              | 4,080  | 34,680         |
| 6        | 1 x 18 วัตต์ ฟลูออโรสเซนต์ โคมครอบพลาสติกยึดติดสปริงรอบด้าน พร้อมอุปกรณ์    | ชุด   | 35    | 700             | 24,500    | 120              | 4,200  | 28,700         |

ตารางที่ 4.3(ต่อ)

| ลำดับที่ | รายละเอียด   | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |       | รวมทั้งหมด |
|----------|--|-------|-------|-----------------|---------|------------------|-------|------------|
|          |  |       |       | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม   |            |
| 7        | 1 x 100 วัสดุตามใบสั่งตัวสะท้อนแสง<br>อคูมิเนียมพร้อมอุปกรณ์ | ชุด   | 44    | 270             | 11,880  | 120              | 5,280 | 17,160     |
| 8        | ไฟฉุกเฉิน  | ชุด   | 144   | 4,500           | 648,000 | 50               | 7,200 | 655,200    |
| 9        | ไฟทางออก   | ชุด   | 16    | 5,500           | 88,000  | 120              | 1,920 | 89,920     |
|          | รวม  |       |       |                 |         |                  |       | 2,625,910  |

ตารางที่ 4.4 การประมาณราคาท่อร้อยสาย

| ลำดับที่ | รายละเอียด       | หน่วย | จำนวน  | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |        | รวมทั้งหมด |
|----------|------------------|-------|--------|-----------------|---------|------------------|--------|------------|
|          |                  |       |        | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม    |            |
|          | * ท่อร้อยสาย *   |       |        |                 |         |                  |        |            |
| 1        | 1/2 นิ้ว EMT     | เมตร  | 10,974 | 26              | 285,324 | 3                | 32,922 | 318,246    |
| 2        | 3/4 นิ้ว EMT     | เมตร  | 1,763  | 33              | 58,179  | 4                | 7,052  | 65,231     |
| 3        | 2 นิ้ว IMC       | เมตร  | 255    | 140             | 357,000 | 14               | 3,570  | 39,270     |
| 4        | 2 1/2 นิ้ว IMC   | เมตร  | 130    | 227             | 29,150  | 23               | 2,990  | 32,140     |
| 5        | ท่ออ่อน 1/2 นิ้ว | เมตร  | 1,391  | 14.5            | 20,170  | -                | -      | 20,170     |
| 6        | อื่นๆ            | รวม   | -      | -               | -       | -                | -      | 85,705     |
|          | รวม              |       |        |                 |         |                  |        | 560,762    |



ตารางที่ 4.5 การประมาณราคาวัสดุแต่ละเตารับ

| ลำดับที่ | รายละเอียด   | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |        | รวมทั้งหมด |
|----------|--|-------|-------|-----------------|---------|------------------|--------|------------|
|          |  |       |       | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม    |            |
|          | * วัสดุแต่ละเตารับ *   |       |       |                 |         |                  |        |            |
| 1        | สวิตซ์ทางเดียว 1 ช่อง 15 แอมแปร์ 300<br>โวลต์ พร้อมอุปกรณ์           | ชุด   | 194   | 75              | 14,550  | 120              | 23,280 | 37,830     |
| 2        | สวิตซ์ทางเดียว 2 ช่อง 15 แอมแปร์ 300<br>โวลต์ พร้อมอุปกรณ์           | ชุด   | 112   | 97              | 10,864  | 120              | 13,440 | 24,304     |
| 3        | สวิตซ์ทางเดียว 3 ช่อง 15 แอมแปร์ 300<br>โวลต์ พร้อมอุปกรณ์           | ชุด   | 15    | 119             | 1,785   | 120              | 1,800  | 3,585      |
| 4        | สวิตซ์ 2 ทาง 15 แอมแปร์ 300 โวลต์ พร้อม<br>อุปกรณ์                   | ชุด   | 46    | 107             | 4,922   | 120              | 5,520  | 10,442     |
| 5        | สวิตซ์หรีฟ 1 ชนิดปุ่มหมุนพร้อมสวิตซ์ 60 --<br>500 วัตต์ พร้อมอุปกรณ์ | ชุด   | 8     | 1,500           | 12,000  | 120              | 960    | 12,960     |
| 6        | เตารับคู่ เกือบจากลมเบนพร้อมกราวด์<br>พร้อมอุปกรณ์                   | ชุด   | 502   | 200             | 100,400 | 120              | 60,240 | 101,022    |
|          | รวม  |       |       |                 |         |                  |        | 190,143    |



ตารางที่ 7.7 ลักษณะรายการตู้เบรกตัวชี้แรงต่ำ (MDB)

| ลำดับ | รายละเอียด   | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |     | รวมทั้งหมด |
|-------|--|-------|-------|-----------------|---------|------------------|-----|------------|
|       |  |       |       | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม |            |
|       | * ตู้เบรกตัวชี้แรงต่ำ (MDB) *                        |       |       |                 |         |                  |     |            |
| 1     | ตัวชี้ ขนาด 2 x 1 x 2.2 เมตร                         | ชุด   | 1     | 50,000          | 50,000  | -                | -   | 50,000     |
| 2     | เบรกประเภทเบรก 1600/5 แอมแปร์                        | ชุด   | 3     | 2,750           | 8,250   | -                | -   | 8,250      |
| 3     | ตัวเชื่อมแรงดัน 0-500 โวลต์                          | ชุด   | 1     | 450             | 450     | -                | -   | 450        |
| 4     | กัวิตซ์ล็อกกระแส 0-1600 แอมแปร์                      | ชุด   | 1     | 450             | 450     | -                | -   | 450        |
| 5     | โบลท์ยึดตัว  | ชุด   | 1     | 3,250           | 3,250   | -                | -   | 3,250      |
| 6     | มอดูมิฟิเคชัน  | ชุด   | 1     | 2,600           | 2,600   | -                | -   | 2,600      |
| 7     | ไฟตัดหมอกแบบ   | ชุด   | 3     | 130             | 390     | -                | -   | 390        |
| 8     | ฟิวส์ 5 แอมป์เฟรม                                    | ชุด   | 6     | 70              | 420     | -                | -   | 420        |
| 9     | เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส 1600 AT/2000 AF<br>Ic ≥ 50KA | ชุด   | 1     | 120,000         | 120,000 | -                | -   | 120,000    |
| 10    | เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส 100 AT/250 AF                | ชุด   | 7     | 15,000          | 105,000 | -                | -   | 105,000    |
| 11    | เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส 125 AT/250 AF                | ชุด   | 2     | 18,000          | 36,000  | -                | -   | 36,000     |
| 12    | เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส 40 AT/100 AF                 | ชุด   | 5     | 2,400           | 12,000  | -                | -   | 12,000     |

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

| ลำดับที่ | รายละเอียด                                | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |     | รวมทั้งหมด |
|----------|---|-------|-------|-----------------|---------|------------------|-----|------------|
|          |   |       |       | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม |            |
| 13       | เซอร์กิตบอร์ดเกออร์ 3 เฟส 60 AT/100 AF    | ชุด   | 1     | 2,400           | 2,400   | -                | -   | 2,400      |
| 14       | เซอร์กิตบอร์ดเกออร์ 3 เฟส 1000 AT/1000 AF | ชุด   | 1     | 55,000          | 55,000  | -                | -   | 55,000     |
| 15       | ฟีดเดอร์รับสับบาร์ทองแดง                  | ฟุต   | 14    | 14,000          | 196,000 | -                | -   | 196,000    |
|          | รวม                                       |       |       |                 |         |                  |     | 592,210    |

ตารางที่ 4.8 การประมาณราคาตู้ควบคุมวงจรรย่อย (Load Center)

| ลำดับที่ | รายละเอียด   | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |        | ราคาค่าแรง (บาท) |       | รวมทั้งหมด |
|----------|--|-------|-------|-----------------|--------|------------------|-------|------------|
|          |  |       |       | หน่วยละ         | รวม    | หน่วยละ          | รวม   |            |
|          | * ตู้ควบคุมวงจรรย่อย (Load Center) *                                       |       |       |                 |        |                  |       |            |
| 1        | ตู้ควบคุมวงจรรย่อย 24 วงจรรย่อย  | ชุด   | 1     | 9,800           | 9,800  | 500              | 500   | 10,300     |
| 2        | ตู้ควบคุมวงจรรย่อย 30 วงจรรย่อย  | ชุด   | 5     | 10,400          | 52,000 | 500              | 2,500 | 57,500     |
| 3        | ตู้ควบคุมวงจรรย่อย 42 วงจรรย่อย  | ชุด   | 1     | 19,000          | 19,000 | 500              | 500   | 19,500     |
| 4        | มินิเมเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ 16 AT/50 AF                                   | ชุด   | 83    | 180             | 14,940 | -                | -     | 14,940     |
| 5        | มินิเมเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ 20 AT/50 AF                                   | ชุด   | 21    | 180             | 3,780  | -                | -     | 3,780      |
| 6        | มินิเมเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิดป้องกันกระแสตัดวงจรรและไฟรั่ว 16 AT/50 AF | ชุด   | 6     | 2,000           | 12,000 | -                | -     | 12,000     |
| 7        | มินิเมเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิดป้องกันกระแสตัดวงจรรและไฟรั่ว 20 AT/50 AF | ชุด   | 31    | 2,000           | 62,000 | -                | -     | 62,000     |
| 8        | มินิเมเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิดป้องกันกระแสตัดวงจรรและไฟรั่ว 25 AT/50 AF | ชุด   | 22    | 2,000           | 44,000 | -                | -     | 44,000     |
| 9        | คอนซูมเมอร์ยูนิิต 8 วงจรรย่อย  | ชุด   | 2     | 2,400           | 4,800  | -                | -     | 4,800      |
|          | รวม  |       |       |                 | 4,800  |                  |       | 225,820    |



ตารางที่ 4.10 การประมาณราคาเหล็กก่อสร้างและสายดิน

| ลำดับที่ | รายละเอียด                             | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |        | ราคาค่าแรง (บาท) |       | รวมทั้งหมด |
|----------|--|-------|-------|-----------------|--------|------------------|-------|------------|
|          |  |       |       | หน่วยละ         | รวม    | หน่วยละ          | รวม   |            |
|          | * เหล็กก่อสร้างและสายดิน *             |       |       |                 |        |                  |       |            |
| 1        | เหล็กก่อสร้างชนิด 3 มม. พร้อมฐาน       | ชุด   | 14    | 1,550           | 21,700 | 150              | 2,100 | 23,800     |
| 2        | เบ่งเหล็กดินทองแดง 3/4 นิ้ว x 6 นิ้ว   | ชุด   | 6     | 470             | 2,820  | 50               | 300   | 3,120      |
| 3        | สายทองแดงเปลือย ขนาด 70 ตารางมิลลิเมตร | เมตร  | 255   | 98              | 24,990 | 10               | 2,550 | 27,540     |
| 4        | ท่อ พีวีซี 1/4 นิ้ว                    | เมตร  | 52    | 37.5            | 1,950  | 5                | 260   | 2,210      |
| 5        | อุปกรณ์อื่นๆ                           | รวม   | -     | -               | 7,000  | -                | 700   | 7,700      |
|          | รวม                                    |       |       |                 |        |                  |       | 64,370     |

ตารางที่ 4.11 การประมาณราคาระบบโทรศัพท์

| ลำดับที่ | รายละเอียด  | หน่วย | จำนวน | ราคาวัสดุ (บาท) |         | ราคาค่าแรง (บาท) |        | รวมทั้งหมด |
|----------|---|-------|-------|-----------------|---------|------------------|--------|------------|
|          |   |       |       | หน่วยละ         | รวม     | หน่วยละ          | รวม    |            |
|          | * ระบบโทรศัพท์ *  |       |       |                 |         |                  |        |            |
| 1        | ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)<br>ตู้กระจายสาย (MDF)<br>ค่ากรรมเนียบการจดใช้โทรศัพท์ | ชุด   | 1     | 750,000         | 750,000 | 1,500            | 1,500  | 751,500    |
| 2        | ตู้โทรศัพท์ภายนอก (TTC)   | ชุด   | 1     | 2,800           | 2,800   | 300              | 300    | 3,100      |
| 3        | ตู้ต่อสายโทรศัพท์ (TC)  | ชุด   | 9     | 2,500           | 22,500  | 200              | 1,800  | 24,300     |
| 4        | กล่อง EMT 1/2 นิ้ว  | เมตร  | 8,387 | 26              | 218,062 | -                | -      | 218,062    |
| 5        | ตู้รับโทรศัพท์ 6p 4 c   | ชุด   | 118   | 230             | 27,140  | 120              | 14,160 | 41,300     |
| 6        | สายโทรศัพท์ TIEV ขนาด 0.5 มิลลิเมตร<br>5 คู่สาย   | เมตร  | 46    | 32              | 1,472   | -                | -      | 1,472      |
| 7        | สายโทรศัพท์ TIEV ขนาด 0.5 มิลลิเมตร<br>10 คู่สาย  | เมตร  | 50    | 79              | 3,950   | -                | -      | 3,950      |
| 8        | สายโทรศัพท์ TIEV ขนาด 0.5 มิลลิเมตร<br>30 คู่สาย  | เมตร  | 66    | 106             | 6,996   | -                | -      | 6,996      |







ตารางที่ 4.13 งบรวมการประมาณราคาทั้งหมด

| ลำดับ | รายละเอียด                                 | จำนวน | หน่วย | ราคาวัสดุ (บาท) |     | ราคาค่าแรง (บาท) |     | รวมทั้งหมด |
|-------|--|-------|-------|-----------------|-----|------------------|-----|------------|
|       |  |       |       | หน่วยละ         | รวม | หน่วยละ          | รวม |            |
| 1     | งานติดตั้งประสัณงาน                        | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 50,000     |
| 2     | งานเดินท่อร้อยสาย                          | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 560,762    |
| 3     | งานติดตั้งอุปกรณ์ สวิตช์ เต้ารับและ โคมไฟ  | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 2,816,053  |
| 4     | งานเดินสายภายใน                            | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 203,438    |
| 5     | งานเดินสายภายนอก                           | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 203,438    |
| 6     | งานติดตั้ง Main Switch และ Unit Substation | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 225,820    |
| 7     | งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า                    | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 418,600    |
| 8     | งานติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า                  | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 592,210    |
| 9     | งานระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสายดิน          | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 64,370     |
| 10    | งานระบบโทรทัศน์                            | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 1,122,353  |
| 11    | งานไฟฟ้าแรงสูง                             | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 60,000     |
| 12    | งานจัดหาอะไหล่และเครื่องมือซ่อมบำรุง       | รวม   | 1     | -               | -   | -                | -   | 100,000    |
|       | รวม 1-12                                   | -     | -     | -               | -   | -                | -   | 6,644,406  |
|       | ภาษี 7%                                    | -     | -     | -               | -   | -                | -   | 465,109    |
|       | รวมทั้งหมด                                 | -     | -     | -               | -   | -                | -   | 7,109,515  |

จากตารางประมาณราคา จะได้ราคารวมทั้งโครงการเท่ากับ 7,109,515 บาท เราสามารถนำราคาของแต่ละหน่วยงานมาเขียน Bar Chart และ S - Curve ได้โดย

1. กำหนดราคาของแต่ละหน่วยงาน
2. หาได้ว่าราคาแต่ละหน่วยงานเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของราคาทั้งหมด
3. หลังจากนั้นเขียนระยะเวลาการทำงานของแต่ละหน่วยงานและราคาแต่ละหน่วยงานที่คำนวณไว้เป็นเปอร์เซ็นต์ลงในตาราง
4. จากหน่วยงานทั้งหมดสามารถแบ่งงวดงานงานได้เป็น 8 งวด
5. รวมเปอร์เซ็นต์ของแต่ละเดือนเป็นเปอร์เซ็นต์สะสม งวดงานที่สะสม จำนวนเงินและจำนวนเงินสะสมลงในตาราง
6. จากข้อมูลที่มีอยู่ก็จะสามารถเขียน S - Curve ได้ ดังที่แสดงในตารางหน้าถัดไป

\* จาก Bar Chart และ S - Curve สามารถบอกข้อมูลความคืบหน้าของงานเป็นเปอร์เซ็นต์ตั้งแต่เริ่มงานจนเสร็จสิ้นโครงการ โดยมีการแบ่งงวดงานออกเป็น 8 งวด หากพบว่าความคืบหน้าของงานช่วงไหนไม่เป็นไปตาม Bar Chart และ S - Curve ก็ต้องรีบทำการแก้ไข เพื่อให้โครงการนั้นๆ ดำเนินการต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ \*

รูป Bar Chart และ S - Curve ได้แสดงไว้ในหน้าถัดไป

