# บทที่ 4

## ทฤษฎีและข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรม

การคำนวณจัดแผนงานของโปรแกรม แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ การปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลา การจัดทรัพยากร และการจัดแผนงานลดต้นทุนทางการเงิน ซึ่งมีข้อกำหนดในแต่ละส่วนดังนี้

### 1. การปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลา

ในการปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลามีข้อกำหนดดังนี้

1. Utility data curve เป็นกราฟที่ต่อเนื่องกันเป็นเส้นตรง และค่าความลาดของค่าใช้จ่ายของงานหนึ่ง มีค่าเดียว

2. ทุกๆจุดใน Utility data curve มีความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน

ในการปรับแผนงานนี้ เป็นการคำนวณเลือกงานที่เหมาะสม ที่จะลดระยะเวลาการทำงานจากจุด All-normal ซึ่งจุดประสงค์ของการปรับแผนงานมีดังนี้

1. แผนงานที่มีระยะเวลาโครงการสั้นที่สุด (Least-time)
2. แผนงานที่มีค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด (Least-cost)
3. แผนงานที่มีค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุด จากการกำหนดระยะเวลาโครงการ

การคำนวณเลือกงาน เพื่อลดระยะเวลาของงาน และจำนวนวันที่ลด ที่เหมาะสม โดยสอดคล้องกับจุดประสงค์ของแต่ละข้อดังกล่าว ใช้การคำนวณ Linear programming โดยวิธี Simplex method ซึ่ง Stark และ Mayer (33) ได้กำหนดสมการของวัตถุประสงค์ (Objective function) และข้อจำกัด (Constraint function) ดังนี้

1. ระยะเวลาโครงการสั้นที่สุด

Minimize: $Z = T_p$

Constraint: $X_{jk} - X_{ij} + T_{ij} >= D_{ij}$

$T_{ij} <= A_{ij}$

$Tp$ = ระยะเวลาโครงการที่เสร็จ

$X_{ij}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน i-j

$X_{jk}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน j-k

$T_{ij}$ = ระยะเวลาที่ลดลงของงาน i-j

$D_{ij}$ = ระยะเวลาของงาน i-j

$A_{ij}$ = ระยะเวลาที่สามารถลดได้เต็มที่ของงาน i-j

2. ค่าใช้จ่ายของโครงการน้อยที่สุด

Minimize: Z = Direct cost + Indirect cost

= (Normal cost + Accelerated cost) + Indirect cost

เนื่องจากค่า Normal cost คงที่ ดังนั้น

Minimize: Z = Accelerated cost + Indirect cost

$$= \sum_{i=0}^{m} \sum_{j=1}^{n} U_{ij} x\, T_{ij} + I x Tp$$

Constraint: $X_{jk} - X_{ij} + T_{ij} >= D_{ij}$

$T_{ij} <= A_{ij}$

$Tp$ = ระยะเวลาโครงการที่เสร็จ

$X_{ij}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน i-j

$X_{jk}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน j-k

$T_{ij}$ = ระยะเวลาที่ลดลงของงาน i-j

$D_{ij}$ = ระยะเวลาของงาน i-j

$A_{ij}$ = ระยะเวลาที่สามารถลดได้เต็มที่ของงาน i-j

$U_{ij}$ = ค่าความลาดของค่าใช้จ่ายของงาน i-j

$I$ = อัตราค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่อวัน

3. ค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุด จากการกำหนดระยะเวลาโครงการ

Minimize: $Z$ = Direct cost

= Normal cost + Accelerated cost

เนื่องจากค่า Normal cost คงที่ ดังนั้น

Minimize: $Z$ = Accelerated cost

$$= \sum_{i=0}^{m} \sum_{j=1}^{n} U_{ij} \times T_{ij}$$

Constraint: $X_{jk} - X_{ij} + T_{ij} >= D_{ij}$

$T_{ij} <= A_{ij}$

$Tp$ <= ระยะเวลาโครงการที่กำหนด

$Tp$ = ระยะเวลาโครงการที่เสร็จ

$X_{ij}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน i-j

$X_{jk}$ = เวลาเริ่มต้นของงาน j-k

$T_{ij}$ = ระยะเวลาที่ลดลงของงาน i-j

$D_{ij}$ = ระยะเวลาของงาน i-j

$A_{ij}$ = ระยะเวลาที่สามารถลดได้เต็มที่ของงาน i-j

$U_{ij}$ = ค่าความลาดของค่าใช้จ่ายของงาน i-j

2. <u>การจัดทรัพยากร</u>

การจัดทรัพยากรในส่วนของ Resource leveling มีข้อกำหนดดังนี้

1. ไม่พิจารณาค่า Cost of firing & hiring
2. ค่าตัวคูณถ่วงน้ำหนัก (Weighted integer)ของทรัพยากรแต่ละชนิดเท่ากับ 1 หมด
3. ไม่มีข้อจำกัดในการเลื่อนงานภายในช่วงของ Float ที่มีอยู่
4. ไม่พิจารณาการจัดทรัพยากรของวัสดุ

ในส่วนของ Resource scheduling มีข้อกำหนดดังนี้

1. งานทุกงานทำต่อเนื่องกันตลอด ไม่ขาดช่วง
2. ระยะเวลาของงานและลำดับของงานไม่เปลี่ยนแปลง
3. ไม่มีข้อจำกัดในการเลื่อนงานที่เป็นไปตามลำดับขั้นของงานก่อนและหลัง

ในการทำ Resource leveling นี้ มีหลักการคือ จัดให้งานทุกงานเริ่มต้นทำงานเร็วที่สุด แล้วเลือกเลื่อนงานที่ให้ค่า ผลรวมยกกำลังสองของจำนวนทรัพยากรที่ใช้งาน ในแต่ละวันตลอดระยะเวลาโครงการน้อยที่สุด

ขั้นตอนในการคำนวณมีดังนี้

1. คำนวณค่า CPM data (EST, EFT, LST, LFT, TF)

2. คำนวณทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละวันของโครงการ โดยเริ่มที่ EST แล้วหาผลรวมยกกำลังสองของจำนวนทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละวัน

3. เลื่อนงานที่ไม่อยู่บนเส้นวิกฤติไปทางขวา 1 วัน โดยเริ่มที่งานที่มีค่า TF มากที่สุด และคำนวณในข้อ 1. และ 2.

4. ถ้าการเลื่อนงานในข้อ 3. ทำให้ได้ค่า ผลรวมยกกำลังสอง (Sum of Squares) น้อยลงให้ทำการเลื่อนงานนั้นต่อไป แต่ถ้าทำให้ได้ค่าผลรวมยกกำลังสอง (Sum of Squares) มีค่ามากขึ้น ให้เวลาเริ่มงานกลับมา 1 วัน แล้วเปลี่ยนไปเลื่อนงานอื่นที่ไม่อยู่บนเส้นวิกฤติ และมี TF น้อยลงตามลำดับ

5. ทำซ้ำข้อ 3. และ 4. และเลือกแผนงานที่มีค่า ผลรวมยกกำลังสอง (Sum of Squares) ที่น้อยที่สุด ซึ่งเป็นแผนงานที่ให้ค่าความต้องการของทรัพยากรที่สม่ำเสมอ

ส่วนในการทำ Resource Scheduling มีขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาการใช้ทรัพยากรในแต่ละวัน เริ่มจากวันแรกตามลำดับ

2. ในวันที่พิจารณา ถ้ามีการใช้ทรัพยากรเกินจากที่กำหนด ให้เลื่อนวันเริ่มงานของงานที่มี TF มากที่สุดออกไป 1 วัน

3. ดำเนินการในข้อ 2. จนได้ทรัพยากรในแต่ละวันน้อยกว่าที่กำหนด

4. ถ้างานทุกงานในวันที่พิจารณา มี TF = 0 และยังมีการใช้ทรัพยากรเกินอยู่ ให้เลื่อนงานที่มีการใช้ทรัพยากรมากที่สุดออกไป 1 วัน

5. ดำเนินการในข้อ 4. จนได้ทรัพยากรในแต่ละวัน น้อยกว่าที่กำหนด ตลอดระยะเวลาโครงการ

3. <u>การจัดแผนงานลดต้นทุนทางการเงิน</u>

ในการพิจารณาลดต้นทุนทางการเงิน มีข้อกำหนดดังนี้

1. ไม่มีข้อจำกัด ในการเลื่อนงานภายในช่วงของ Float ที่มีอยู่
2. ระยะเวลาของงานและลำดับของงานไม่เปลี่ยนแปลง
3. ไม่พิจารณารวมถึง Inventory cost
4. ไม่มีการจ่ายเงินล่าช้า จากเจ้าของงาน

ในการลดต้นทุนทางการเงิน ขึ้นอยู่กับแบบของการจ่ายเงินจากเจ้าของงาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. แบบกำหนดช่วงเวลา

1.1 คำนวณค่า CPM data

1.2 แบ่งช่วงเวลาของโครงการ ตามที่กำหนด

1.3 ในแต่ละช่วงเวลา เลื่อนงานที่มีค่า EST และ LFT ที่อยู่ภายในช่วงเวลานั้น ซึ่งมี Float เหลืออยู่ ออกไปให้มากที่สุด ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

1.4 สำหรับงานที่คาบเกี่ยวกันมากกว่า 1 ช่วง ให้แบ่งงานนั้นออกเป็นงานย่อย โดยให้เวลาของการจ่ายเงินของแต่ละช่วง เป็นเวลาแล้วเสร็จของงานย่อยนั้น และเริ่มงานช้าที่สุด

2. แบบกำหนดงานที่ทำเสร็จ

2.1 คำนวณ CPM data (EST, EFT, LST, LFT, TF, Project Duration)

2.2 คำนวณช่วงระยะเวลาของงานที่เป็น Milestone ที่ต่อเนื่องกัน ทุกช่วง โดยเริ่มงานให้เร็วที่สุด

2.3 สำหรับงานที่ไม่เป็น Milestone ให้เริ่มงานช้าที่สุด

2.4 คำนวณ CPM หาค่า เวลาแล้วเสร็จของทุกงาน โดยให้เวลาเริ่มงานของงานที่เป็น Milestone เป็นหลัก