## Hướng dẫn làm bài tập lập kế hoạch thực hiện dự án

Bài tập ví dụ:

Dự án có mô tả là Tên (ET [,phụ thuộc]), thời gian tính bằng tháng, tiền tính bằng USD:

**A**(6), **B**(5), **C**(2), **D**(4, AB), **E**(4), **F**(5, AB)

Mỗi thành viên đều được nhận thù lao **60 usd/tháng** kể từ khi dự án bắt đầu đến khi kết thúc, và dự án sẽ bị phạt **50 usd/tháng** nếu nó chưa hoàn thành trong **10 tháng**. Câu hỏi: Dự án cần thực hiện theo kế hoạch gì để chi phí thấp nhất ?

**Lý luận để tìm cách giải…**

Mục tiêu của dự án là thực hiện hết tất cả các công việc của nó với chi phí thấp nhất (“*Dự án cần thực hiện theo kế hoạch gì để chi phí thấp nhất*”). Như vậy, toàn bộ chi phí của dự án phải được diễn tả thành công thức tính (gọi là mô hình tính chi phí) và ta cần tìm tất cả các phương án có thể làm thỏa mãn mục tiêu (hoạch định phương án) để chọn phương án khả thi tốt nhất cho mục tiêu (chi phí thấp nhất).

**Lập mô hình tính chi phí**

Chi phí của dự án sẽ bao gồm:

1. **Thù lao** cho tất cả các thành viên tham gia dự án.
2. **Tiền phạt** nếu nó trễ hạn hơn 10 tháng.

**Thù lao**

Để cho ước lượng về thời gian hoàn thành 1 công việc của đề bài đúng với thực tế, thì *1 thành viên chỉ làm 1 công việc tại bất kỳ thời điểm nào* (để không bị quá tải) → nếu dự án có n thành viên, thì dự án chỉ có thể thực hiện tối đa là n công việc song hành, hoặc ngược lại, tại 1 thời điểm nào đó dự án có n công việc được bố trí làm đồng thời, thì dự án cần tối thiểu là n thành viên.

Dự án trả cho mỗi thành viên 60 usd/tháng, từ khi dự án bắt đầu đến khi dự án kết thúc (khoảng thời gian T), có nghĩa là mọi thành viên đều được trả thù lao như nhau. Do đó, chi phí của dự án chỉ phụ thuộc vào 2 biến số: thời gian để hoàn thành dự án (T), và số thành viên (n).

\*\* Giả sử dự án chỉ có 1 việc ví dụ A(6), thì T = ET(A) = 6 (tháng) là thời gian hoàn thành dự án chỉ cần 1 người (n=1), khi đó thù lao = 1 thành viên \* 6 tháng \* 60 usd/tháng = 360 usd.

\*\* Giả sử dự án có 2 việc A(6) và B(5) không phụ thuộc nhau.

+ Nếu A và B được thực hiện tuần tự bởi 1 thành viên, thì T = ET(A)+ET(B) = 6+5 = 11 (tháng). Khi đó thù lao = 1 thành viên \* 11tháng \* 60 usd/tháng = 660 usd

+ Nếu A và B được thực hiện đồng thời bởi 2 thành viên, thì T = max {ET(A),ET(B)} = 6 (tháng). Khi đó, thù lao = 2 thành viên \* 6 tháng \* 60 usd/tháng = 720 usd.

Sự chênh lệch 660 usd và 720 usd là do đâu ? vì A cần 6 tháng để hoàn thành, trong khi B chỉ cần 5 tháng; thành viên làm B sẽ có 1 tháng được trả thù lao mà không cần làm việc: đây là sự lãng phí nguồn lực đã sẵn sàng cho công việc. Nếu kế hoạch có nhiều công việc song hành thì nó có nhiều khả năng gây lãng phí nguồn lực → trong lúc lập kế hoạch chi tiết để gắn nguồn lực vào công việc (scheduling, vẽ lược đồ Gantt để phân công thành viên) ta cần chú ý tránh sự lãng phí này.

Vì sao phải làm 2 người thay vì 1 người ? Vì dự án cần kết thúc sớm và tránh bị phạt, các công việc này cần làm đồng thời: thời gian hoàn thành dự án là 6 tháng với 2 người, thay vì 11 tháng với 1 người. Vậy bao nhiêu người tham gia vào dự án là tốt nhất ? chúng ta sẽ phải xem xét từng phương án theo số người: 1,2,3.... để cho tổng chi phí của dự án là thấp nhất.

+ Công thức tính tổng tiền thù lao cho mọi thành viên của dự án này được tính bằng:

Ca = thời gian T (tháng) \* số thành viên n \* thù lao 60 /1 người/tháng

**Tiền phạt**

Nếu thời gian T kéo dài thì dự án có thể được lợi về tiền thù lao (vd chỉ dùng 1 người). Tuy nhiên, dự án sẽ bị phạt nếu nó hoàn thành trễ hơn thời hạn đã ấn định (T > 10 tháng) → Dự án càng kéo dài thì lợi về thù lao, nhưng tiền phạt tăng theo mức độ trễ hạn.

+ Công thức để tính tiền phạt của dự án là

Cb = (thời gian T – thời hạn 10 tháng)\*50 phạt/tháng nếu T>10 tháng, nếu không thì Cb = 0.

**Công thức tính chi phí**

Tổng chi phí của dự án (C) = Tiền công (Ca) + Tiền phạt (Cb)

Ca = thời gian T (tháng) \* số thành viên n \* thù lao 60 /1 người/tháng

Cb = (thời gian T – thời hạn 10 tháng)\*50 phạt/tháng nếu T>10 tháng, nếu không Cb=0

**và Tn ≥ TE\_dự án**

TE\_dự án được tính bằng 1 trong 2 cách: dùng PERT hoặc Gantt. Ví dụ dùng lược đồ Gantt:

A(6): |▬|▬|▬|▬|▬|▬|

B(5): |▬|▬|▬|▬|▬|

C(2): |▬|▬|

D(4,AB): .............................|▬|▬|▬|▬|

E(4): |▬|▬|▬|▬|

F(5,AB) .............................|▬|▬|▬|▬|▬|

Từ lược đồ này ta có **TE\_dự án = ET(A) +ET(F) = 6 + 5 = 11**, do đó Tn ≥ 11 tháng.

**Tìm các phương án (=hoạch định phương án, planning)**

Để cho tiền công không bị lãng phí và dể thực hiện nhất thì một phương án tầm thường nhất là làm tuần tự tất cả các công việc của dự án chỉ bởi 1 thành viên, ta có phương án n = 1

Với n = 1:

T1 = thời gian thực hiện bởi 1 thành viên = 6+5+2+4+4+5 = 26 (tháng),

Ca = 26 \* 60 = 1560 (usd), Cb = (26-10)\*50 = 800 (usd)

C1 = chi phí 1 người làm = Ca + Cb = **2360 (usd)**

Tiền phạt khá lớn. Ta nghĩ cách rút ngắn thời gian thực hiện dự án bằng cách thêm thành viên để làm song song nhiều việc cùng lúc và chia đều công việc cho mỗi người để tránh lãng phí → n = 2, 3, 4,…

Với n = 2 :

Ta muốn thời gian thực hiện dự án giảm bằng cách chia đều công việc cho 2 người cùng làm song song các phần việc của mình, để T giảm đi phân nữa: T2 = 26/2 = 13 (tháng). Tuy nhiên, T2=13 là trường hợp lý tưởng, thực tế là sự phân chia các công việc cho 2 người khó mà đều nhau (chia không chẵn, và không thể chia 1 công việc thành 2 phần). Do đó, công thức trên sẽ phải viết là T2 **≥** 26/2 =13 (tháng), ie. với 2 người thì thời gian thực hiện thực tế nhanh nhất, tối ưu nhất là 13 tháng (có thể lâu hơn).

Khi đó, chi phí C2 = n\*T2\*thù lao/người ≥ 2\*13\*60 + (13-10)\*50 = 1560 + 150 = **1710 (usd)**

Một cách tổng quát, nếu dự án có n thành viên thì do ta cố gắng chia đều công việc cho n người cùng làm song song, để thời gian thực hiện dự án giảm đi n lần. Điều này cũng không đúng hoàn toàn, vì *thời gian thực hiện dự án không thể ngắn hơn thời gian hoàn thành sớm nhất của nó*: **Tn ≥ TE\_dự án**, ie T chỉ có thể giảm đến mức tối thiểu là TE\_dự án, mặc dù dự án vẫn thực hiện được bởi số người này.

Từ lược đồ PERT hoặc Gantt, TE của dự án này là 11 (tháng).

Với n = 1, thời gian dự kiến làm xong trong 26 tháng (>TE=11 tháng) là chấp nhận được,

Với n = 2, thời gian dự kiến làm xong trong 13 tháng (>TE) là chấp nhận được,

Với n = 3: T3≥ 26/3 = 8.6666.. làm tròn lên thành 9 (tháng) để dự án có đủ thời gian thực hiện hết khối lượng công việc của nó (9\*3 = 27 tháng ≥ 26 tháng). Tuy nhiên, thời gian dự kiến làm xong trong 9 tháng là hoàn toàn không thể (nhanh nhất là TE), do đó T3 ≥ TE = 11 tháng.

Khi đó C3 ≥ 1980 + 50 = **2030 (usd).**

Tương tự, các phương án khác (n = 4,5,6,..) sẽ có Tn ≥ 11, C4 = 4\*11\*60 + (11-10)\*50 = **2690**, C5 = 5\*11\*60 + (11-10)\*50 = **3350**,… và n càng lớn thì chi phí càng tăng.

Các mốc chi phí thấp nhất của mỗi phương án được diễn tả trên trục tọa độ là:

­­0\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_C2(1710)\_\_\_\_\_\_C3(2030)\_\_\_\_\_\_\_C1(2360)\_\_\_\_C4(2690)\_\_\_\_\_\_\_\_...

Vì phương án n = 1 là hoàn toàn khả thi với chi phí = C1, nên ta không cần xem xét các phương án có chi phí cao hơn C1 (n=4,5,6…): Đây là điều kiện để kết thúc việc tìm kiếm thêm phương án.

Như vậy ta có các phương án dự kiến từ các tính toán vừa rồi:

1. Ưu tiên 1: n = 2 với T2≥ 13, C2 ≥ 1710
2. Ưu tiên 2: n = 3 với T3 ≥11, C3 ≥ 2030
3. Ưu tiên 3: n = 1 với T1 = 26, C1 = 2360. Đây là phương án đã khả thi (chắc chắn lập được kế hoạch thực hiện chi tiết ! bạn hãy làm thử)

**Lập kế hoạch thực hiện (kế hoạch phân công, scheduling)**

Phương án n = 2 được ưu tiên vẽ lược đồ Gantt và dịch chuyển các công việc để làm cân bằng nguồn lực với công việc (leveling) sao cho:

* (Bắt buộc) Mọi công việc đều thỏa mãn phụ thuộc bắt buộc (vd: D phụ thuộc A và B,..)
* (Bắt buộc) Chỉ có tối đa là 2 công việc song hành (do chỉ có 2 người làm)
* (Cố gắng) Mọi công việc được làm trong khoảng thời gian T2 = 13 tháng. Nếu thời gian để 2 người làm thực sự cần **tối thiểu** là T2’ ≥ T2, thì T2’ là thời gian khả thi tương ứng với chi phí khả thi C2’ được tính lại từ công thức, thay cho thời gian và chi phí dự kiến (T2 và C2).

Nếu C2’ ≤ C3, thì n = 2 với T2’ và C2’ là phương án khả thi có chi phí thấp nhất trong số các phương án đã biết (vì C2’ ≤ C3 ≤ C3’ và C2’ ≤ C3 ≤ C1), nó sẽ được chọn để lập kế hoạch (phân công thành viên bằng lược đồ Gantt).

Lược đồ Gantt ban đầu:

A(6): |▬|▬|▬|▬|▬|▬|

B(5): |▬|▬|▬|▬|▬|

C(2): |▬|▬|

D(4,AB): .............................|▬|▬|▬|▬|

E(4): |▬|▬|▬|▬|

F(5,AB) .............................|▬|▬|▬|▬|▬|

Phương án n=2 chỉ có 2 thành viên. Mỗi thành viên không thể làm nhiều việc cùng lúc (sẽ gây quá tải), và mỗi công việc cũng không thể giao cho nhiều thành viên cùng làm (đảm bảo chất lượng) do đó chỉ có tối đa là 2 công việc được tiến hành song song trong suốt thời gian thực hiện dự án.

Lược đồ Gantt bên trên có khá nhiều công việc được làm song song (vd: trong tháng 1 có 4 công việc A,B,C và E cùng làm) sẽ gây quá tải cho 2 người thành viên. Do đó ta cần dời dịch công việc để làm cần bằng giữa nguồn lực (người thực hiện) và công việc cần làm tại từng thời điểm (resource leveling). Trong lúc dời dịch công việc, mục tiêu hướng đấn là làm cho dự án kết thúc trong thời hạn của phương án này (T2 ngắn nhất có thể được, khoảng 13 tháng).

Việc dời dịch công việc vẫn đảm bảo không vi phạm các phụ thuộc bắt buộc.

Kết quả sau khi làm cân bằng nguồn lực (resource leveling) cho phương án n=2

Lược đồ Gantt sau khi resource leveling:

A(6): |▬|▬|▬|▬|▬|▬|

B(5): |▬|▬|▬|▬|▬|

C(2): ..............................|▬|▬|

D(4,AB): .............................................|▬|▬|▬|▬|

E(4): .........................|▬|▬|▬|▬|

F(5,AB) ........................................|▬|▬|▬|▬|▬|

Khi đó thời gian khả thi của phươg án là T2’ = 13, với chi phí khả thi C2’ = 2\*13\*60+(13-10)\*50 =

1710 (ie: dùng mô hình công thức để tính lại chi phí C2’). Chi phí C2’ này = chi phí dự kiến C2, nó là chi phí tối ưu đã được chứng minh trong phần hoạch định.

Nếu C2’ > C3 thì phương án n = 3 được xem xét (vẽ lược đồ Gantt và dịch chuyển) tương tự như phương án n = 2, để tính T3’ và C3’, sau đó chọn phương án khả thi nào có chi phí thấp nhất (trong số C1, C2’ và C3’) để lập kế hoạch.

Vậy kế hoạch thực hiện dự án là:

T = 13 tháng, C = 1710, theo lịch thực hiện:

Thành viên 1: A(6) → C(2) → F(5), tổng thời gian = 13 tháng

Thành viên 2: B(5) → E(4) → D(4), tổng thời gian = 13 tháng

**Cách trình bày bài làm**

1. **Lập mô hình tính chi phí của dự án**

* Tính TE\_dự án theo PERT hoặc Gantt để có thời gian hoàn thành nhanh nhất của dự án.
* Gọi n=số thành viên, Tn=thời gian thực hiện dự án theo số thành viên n: lập công thức tính chi phí thù lao, và phạt theo n và Tn. Chú ý: Tn ≥ TE\_dự án trong mọi phương án n

Cn = thù lao + phạt, thù lao = …, phạt = …. (tính theo n và Tn)

1. **Hoạch định các phương án ưu tiên theo chi phí thấp nhất (planning)**

* Tính thời gian và chi phí của mỗi phương án

Với n=1: T1 = 26 tháng, C1 = 1\*26\*.. = ...

Với n=2: T2 ≥ 26/2 = 13 tháng (T2>TE=11 tháng) ⇒ C2 ≥ …

Với n=3: T3 ≥ 26/3 = 9, vì T3≥TE do đó lấy T3=11 tháng để pán khả thi ⇒ C3 ≥ 3\*11\*..

Với n=4: T4=TE=11 tháng, C4 ≥ 4\*11\* 60 + 50 = , C4 > C1 là pán khả thi.

* **Giới hạn số phương án** cần xem xét (mà không bỏ sót phương án nào): có 3 pán n=1, n=2, n=3. Pán n=4,5,6,,… không cần xem xét vì có chi phí > chi phí của pán n=1 đã khả thi.
* Xếp độ ưu tiên cho các phương án:

Ưu tiên 1: N=2, vì C2 (ước tính) bé nhất, với T2 ≥ 13

Ưu tiên 2: n=3, vì C2 ≤ C3 ≤ C1, với T3 ≥ 11

Ưu tiên 3 (đã khả thi): n=1, C1= …, T1=26.

1. **Lập kế hoạch phân công (scheduling)**

Chọn ưu tiên 1: N=2:

* Vẽ lược đồ Gantt ban đầu (thỏa mãn ràng buộc bắt buộc của các công việc, chưa cần thỏa ràng buộc nguồn lực như số lượng thành viên). Các công việc được bắt đầu làm ngay khi đủ điều kiện => Thời gian hoàn thành công việc sau cùng theo lược đồ đã vẽ sẽ là thời gian hoàn thành sớm nhất của dự án.
* Dời dịch công việc trong thời hạn thực hiện dự án TL = T2 = 13*. Mọi việc dịch chuyển công việc trên lược đồ đều không làm vi phạm ràng buộc phụ thuộc bắt buộc giữa các công việc.  
  Chú ý có trường hợp không thể hoàn thành trong phạm vi TL=13 thì thời gian hoàn thành dự án trong trường hợp này phải tối ưu:*  gọi T2' là thời gian hoàn thành dự án theo lược đồ Gantt đã vẽ, T2’ có thể vượt quá T2, T2' phải là nhỏ nhất trong số các cách dịch chuyển công việc hợp lệ trên lược đồ (không vi phạm ràng buộc phụ thuộc).
* Điều chuyển công việc trên Gantt để có phương án tốt nhất (T2' ngắn nhất, lược đồ thỏa mãn mọi ràng buộc bắt buộc, và thỏa mãn mọi ràng buộc nguồn lực, như số lượng công việc song hành <= số thành viên = 2 người).
* Ttính chi phí C2’ của phương án khả thi từ lược đồ Gantt (áp dụng công thức tính chi phí từ mô hình với Tn=T2’ )
* Chọn phương án khả thi có chi phí thấp nhất (Nếu có phương án n có chi phí dự kiến Cn < C2' và phương án này chưa có chi phí thực Tn' thì tính Tn' để so sánh)
* Phân công người thực hiện dựa trên lược đồ Gantt đã vẽ
* (Có thể có nhiều lược đồ đúng-> nhiều kế hoạch thực hiện tối ưu)

1. **Kết luận về kế hoạch thực hiện dự án:**

* Thời gian thực hiện dự án : T2’ = 13
* Chi phí của dự án C2’ = 1710
* Trình tự thực hiện các công việc của người thứ nhất, người thứ hai,…

Ví dụ: NV1: A→C→F, NV2: B→E→D

hoặc NV1: A→F→C, NV2: B→E→D

hoặc NV1: C→A→F, NV2: B→E→D