

GIỚI HẠN CỦA PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ ƯU TIÊN KHI XÁC ĐỊNH TRÌNH TỰ THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH

Phạm Hồng Luân

Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 15 tháng 3 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 12 tháng 4 năm 2005)

TÓM TẮT: Phương pháp hệ số ưu tiên dựa trên đặc tính ghép sát của tiến độ dây chuyền để tìm ra trình tự thi công hợp lý nhằm cực tiểu hóa thời gian hoàn tất công trình. Lợi điểm của phương pháp này là nhanh chóng cho ra một phương án tốt, tuy nhiên bằng phương pháp liệt kê và nhờ vào những công cụ máy tính mạnh mẽ cho thấy rằng phạm vi chính xác của lời giải theo phương pháp hệ số ưu tiên còn khá nhiều bất cập đặc biệt khi giải những bài toán lớn.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, trong nền kinh tế thị trường, các dự án xây dựng luôn đòi hỏi phải hoàn thành đúng hạn và đạt chất lượng. Do đó việc quản lý tiến độ thực hiện dự án xây dựng phải được thiết lập và theo dõi kịp thời để sớm đưa công trình vào khai thác sử dụng, tránh thiệt hại cho các chủ đầu tư cũng như cho các nhà thầu là điều cần thiết. Ngay từ khi triển khai thực hiện đầu tư và thi công các công trình - đặc biệt là trong tổ hợp các công trình của các dự án có các dự án thành phần- các chủ đầu tư và nhà thầu cần phải xác định một trình tự thực hiện sao cho tổng thời gian thi công công trình ngắn nhất.

Trong nhóm các công trình (các đơn nguyên, các phân đoạn) thực hiện theo phương pháp thi công dây chuyền, khi thay đổi trình tự thi công giữa các công trình (các đơn nguyên, các phân đoạn) với nhau thì thời gian thi công toàn bộ các công trình (đơn nguyên, phân đoạn) ấy sẽ thay đổi. Việc chọn ra một trình tự thi công nào đó có thời gian thi công ngắn nhất đồng thời đáp ứng các điều kiện thực tế có được của đơn vị xây lắp-sản xuất đều mang lại ý nghĩa kinh tế-xã hội sâu sắc.

2. Phương pháp nghiên cứu, nội dung nghiên cứu

Mô hình hóa các công tác xây dựng, nghiên cứu các cấu trúc kỹ thuật và cấp độ của sơ đồ xiên, xây dựng mô hình toán, sử dụng phương pháp tiến độ, phương pháp hoán vị và loại trừ, lập chương trình tính và vẽ bằng ngôn ngữ visual basic.

Bài toán kế hoạch hóa tiến độ được xem xét dưới dạng tiến độ dây chuyền, trong đó mỗi một giai đoạn kỹ thuật do một bộ phận kỹ thuật chuyên môn thực hiện. Bài toán về trình tự thi công xem xét ở việc phân công sắp xếp thứ tự thi công các phân đoạn hoặc hạng mục công trình đảm bảo mục tiêu của bài toán là hoàn thành toàn bộ các hạng mục công trình trong thời gian sớm nhất.

2.1. Tính ghép sát của công tác xây dựng trong tiến độ dây chuyền và trình tự thi công

Tổ chức thi công xây dựng theo phương pháp dây chuyền hay còn gọi là sơ đồ xiên (sơ đồ chu trình) được nhà khoa học Bút-nhi-cốp nêu ra từ năm 1930 khi ông đề xướng áp dụng phương pháp sản xuất dây chuyền vào lĩnh vực thi công xây lắp công trình.

Ở mô hình này, tiến độ thi công là một mặt tọa độ, trục tung là không gian thi công thể hiện danh mục đối tượng thi công (phân khu-phân đoạn công trình), trục hoành là thời gian, mặt tọa độ mô tả chu kỳ thực hiện các công tác. Thứ tự các công tác tuân theo các qui trình tổ chức và kỹ thuật thi công. Tổ chức dây chuyền có những tính chất cơ bản như tính chuyên môn hóa, tính điều hòa, tính không chồng chéo và tính ghép sát. Đó là sự phối hợp chặt chẽ giữa các công tác theo thời gian và không gian.

Sự mở rộng về khái niệm phân đoạn công trình được định danh ở trục tung thành các hạng mục công trình hay các công trình độc lập dẫn đến hình thành khái niệm về trình tự thi công các hạng mục công trình hoặc các công trình đó. *Phân tích về tính ghép sát của dây chuyền, hình thành ý tưởng về hệ*

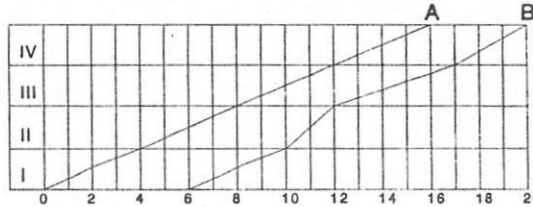
số ưu tiên. Xem xét 4 phân đoạn công trình được thực hiện bởi 2 dây chuyền A, B - thời gian thực hiện 4 phân đoạn I, II, III, IV cho trong bảng 2.1

Xét trường hợp 1:

Dây chuyền A có nhịp không đổi.
Dây chuyền B có nhịp thay đổi.

Dc\Pd	I	II	III	IV
A	4	4	4	4
B	4	2	5	3

Bảng 2.1

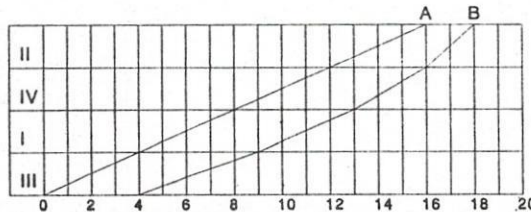


Hình 2.1 Dây chuyền kỹ thuật khi thi công theo thứ tự I, II, III, IV

Kết quả của quá trình thi công theo hình 2.1 là 20 ngày.

Nhận xét : Trong trường hợp này, thời gian thực hiện toàn bộ công việc là tổng thời gian của dây chuyền A và thời gian thi công dây chuyền B ở phân đoạn sau cùng (phân đoạn IV). Nếu ta đưa các phân đoạn của dây chuyền B có nhịp k ngắn thi công sau cùng thì điểm căng thẳng có thể sẽ được đẩy lùi về sau đồng thời nhịp k của những phân đoạn sau ngắn nên tổng thời gian thi công có xu hướng ngắn lại.

Do vậy trong ví dụ trên, tuần tự thi công các phân đoạn công trình được chọn sao cho dây chuyền B có nhịp k giảm dần (k = 5, 4, 3, 2) tương ứng với các thứ tự phân đoạn III, I, IV, II (Hình 2.2).



Hình 2.2 Dây chuyền kỹ thuật khi thi công theo thứ tự III, I, IV, II.

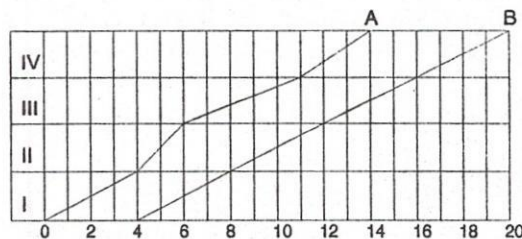
Theo tiến độ dây chuyền hình 2.2, thời gian thi công được rút ngắn còn 18 ngày.

Xét trường hợp 2:

Dây chuyền A có nhịp thay đổi.
Dây chuyền B có nhịp không đổi.

Dc\Pd	I	II	III	IV
A	4	2	5	3
B	4	4	4	4

Bảng 2.2

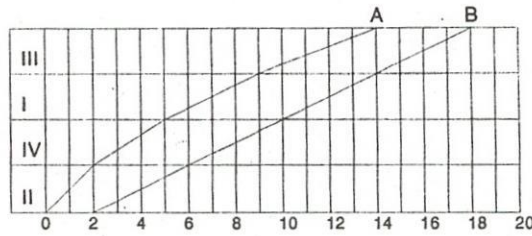


Hình 2.3 : Dây chuyền kỹ thuật

khi thi công theo trình tự I, II, III, IV.

Theo tiến độ dây chuyền trình tự I, II, III, IV.(hình 2.3) thời gian thi công là 20 ngày.

Nhận thấy rằng, lúc này yếu tố quyết định thời gian thi công công trình phụ thuộc vào nhịp k của những phân đoạn đầu của dây chuyền A. Do đó, trong trường hợp này việc sắp xếp thứ tự phân đoạn sao cho nhịp k của những phân đoạn đầu là ngắn nhất (k = 2, 3, 4, 5) tức tương ứng với II, IV, I, III (Hình 2.4).



Hình 2.4 Dây chuyền kỹ thuật khi thi công theo thứ tự II, IV, I, III.

Theo tiến độ dây chuyền hình 2.4, thời gian thi công được rút ngắn còn **18 ngày**.

Dựa vào những nhận xét trên ta có thể rút ra được kết luận đối với 2 dây chuyền, để thi công công trình trong thời gian ngắn nhất thì phải sắp xếp thứ tự phân đoạn theo nguyên tắc:

- Đối với dây chuyền đứng trước thì xếp phân đoạn có nhịp k tăng dần
- Đối với dây chuyền đứng sau thì xếp phân đoạn có nhịp k giảm dần
- Ưu tiên cho những phân đoạn của dây chuyền nào có nhịp k ngắn nhất được xếp theo 2 nguyên tắc trên.

2.2. Xác định trình tự thi công các công trình theo phương pháp hệ số ưu tiên

Phương pháp hệ số ưu tiên dựa trên nguyên tắc: kết hợp chọn dây chuyền có thời gian thực hiện dài nhất và tính ghép sát của dây chuyền.

Gọi : n - Số dây chuyền ; i là chỉ số dây chuyền, $i = 1 \div n$

m - Số phân đoạn (hạng mục, công trình) ; j là chỉ số phân đoạn, $j = 1 \div m$

t_{ij} - Thời gian thực hiện công tác i tại phân đoạn j

p - là số thứ tự của dây chuyền có tổng thời gian thực hiện $\{ \sum_{j=1}^m t_{ij} \}$ lớn nhất trong các phân đoạn.

$$a = \sum_{i=1}^{p-1} t_{ij} \quad (1)$$

$$b = \sum_{i=p+1}^n t_{ij} \quad (2)$$

Tại mỗi phân đoạn tính hệ số ưu tiên $K_{\text{ưu tiên}}$:

$$K_{\text{ưu tiên}} = \frac{\sum_{i=1}^{p-1} t_{ij}}{\sum_{i=p+1}^n t_{ij}} \quad (3)$$

Xét ví dụ 1. Một công trình được chia làm 5 hạng mục với 4 dây chuyền thi công. thời gian thực hiện các hạng mục cho trong bảng 3.1.

Dây chuyền	Thời gian thi công hạng mục				
	I	II	III	IV	V
Thi công móng: dc A	5	6	3	8	5
Thi công khung nhà: dc B	6	4	5	7	6
Lắp thiết bị: dc C	2	5	4	4	4
Hoàn thiện: dc D	4	3	2	7	8

Bảng 3.1: thời gian thực hiện tại các hạng mục trong ví dụ 1

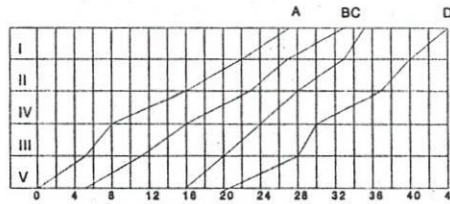
Lập bảng tính để xác định thứ tự ưu tiên các hạng mục

Dây chuyền	Thời gian thi công hạng mục					$\sum_{j=1}^m t_{ij} =$
	I	II	III	IV	V	
Thi công móng: dc A	5	6	3	8	5	27
Thi công khung nhà: dc B	6	4	5	7	6	28

Lắp thiết bị:	dc C	2	5	4	4	4	19
Hoàn thiện:	dc D	4	3	2	7	8	24
$\sum_{i=1}^{p-1} t_{ij} = a$		5	6	3	8	5	
$\sum_{i=p+1}^n t_{ij} = b$		6	8	6	11	12	
K ưu tiên a/b		0.83	0.75	0.50	0.73	0.42	

Bảng 3.2: Hệ số ưu tiên của bài toán ví dụ 1

Hệ số ưu tiên càng nhỏ tức nhịp của dây chuyền trước càng nhỏ và nhịp của dây chuyền sau càng lớn do đó phân đoạn nào có hệ số ưu tiên càng nhỏ sẽ được xếp trước. Trình tự thực hiện các phân đoạn ở ví dụ trên là V,III, IV, II,I (Hình 3.1)



Hình 3.1 Tiến độ dây chuyền khi thi công theo thứ tự V, III, IV, II, I

Mặt khác từ (3) ta nhận thấy:

$$K_{\text{ưu tiên}} = \frac{\sum_{i=1}^{p-1} t_{ij}}{\sum_{i=p+1}^n t_{ij}}$$

sẽ vô nghĩa khi :

$$b = \sum_{i=p+1}^n t_{ij} = 0 \text{ lúc đó } K_{\text{ưu tiên}} \rightarrow \infty$$

hoặc

$$a = \sum_{i=1}^{p-1} t_{ij} = 0 \text{ lúc đó } K_{\text{ưu tiên}} = 0$$

Do vậy trong trường hợp này phương pháp hệ số ưu tiên đề nghị :

a- Nếu dây chuyền có tổng thời gian dài nhất là dây chuyền đầu thì phương pháp hệ số ưu tiên đề nghị lấy trực tiếp dây chuyền đó làm dây chuyền trước để lập tỉ số với tổng các nhịp của các dây chuyền còn lại.

b- Nếu dây chuyền có tổng thời gian dài nhất là dây chuyền cuối thì phương pháp hệ số ưu tiên đề nghị lấy trực tiếp dây chuyền đó làm dây chuyền sau để lập tỉ số với tổng các nhịp của các dây chuyền còn lại.

Tuy nhiên trong quá trình giải nhiều bài toán xét trình tự, chúng tôi nhận thấy rằng phương pháp hệ số ưu tiên như đã trình bày ở trên (đặc biệt trong 2 trường hợp đề nghị ở phần a và b) không cho nghiệm chính xác. Sau đây là ví dụ về một trường hợp dây chuyền có tổng thời gian dài nhất là dây chuyền đầu tiên (dây chuyền A).

Ví dụ 2: Một công trình được chia làm 4 hạng mục với 4 dây chuyền thi công. thời gian thực hiện các hạng mục cho trong bảng 3.3.

M(dc-pđ)	Thời gian thi công tại phân đoạn			
	I	II	III	IV
Dây chuyền				
A	5	5	6	8
B	2	4	3	7
C	1	2	2	9
D	9	3	8	1

Bảng 3.3.

Quá trình tính theo phương pháp hệ số ưu tiên tóm tắt trong bảng 3.4 và 3.5:

M(dc-pđ)	Thời gian thi công tại phân đoạn				Thời lượng D/chuyên
	I	II	III	IV	
Dây chuyền					
A	5	5	6	8	24
B	2	4	3	7	16
C	1	2	2	9	14
D	9	3	8	1	21
Thời gian thi công tại các phân đoạn	17	14	19	25	
$a = \sum_{i=1}^{p-1} t_{ij} =$	0	0	0	0	
$b = \sum_{i=p+1}^n t_{ij} =$	12	9	13	17	
Hệ số ưu tiên a/b	0	0	0	0	

(dây thứ $p=1$ dài nhất)

Không xác định được thứ tự ưu tiên

Bảng 3.4

Theo gợi ý của của phương pháp hệ số ưu tiên thì trong trường hợp này lập hệ số thứ tự t_{ij} / b cho từng phân đoạn:

Phân đoạn	I	II	III	IV
t_{1j}	5	5	6	8
b	12	9	13	17
t_{1j}/b	0,42	0,56	0,46	0,47

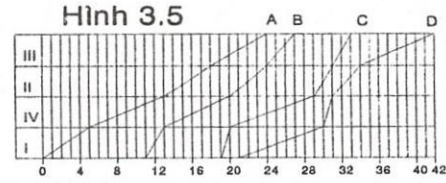
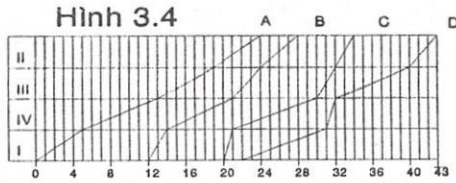
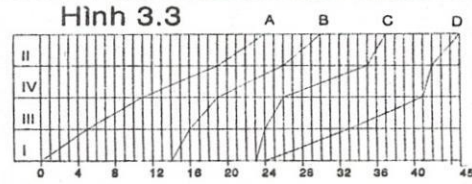
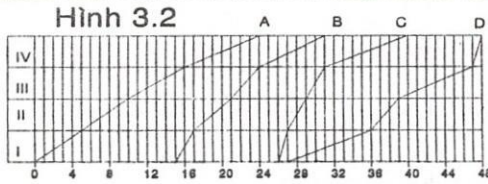
Bảng 3.5

Như vậy theo phương pháp lập hệ số ưu tiên thì thời gian thi công theo trình tự I, III, IV, II là 45 ngày (hình 3.3), rút ngắn hơn thi công theo trình tự I, II, III, IV (hình 3.2) là $48 - 45 = 3$ ngày.

Tuy nhiên, chọn ngẫu nhiên trình tự I, IV, III, II thì thời gian hoàn thành là 43 ngày (hình 3.4), mặt khác theo chương trình tính và giải pháp đề nghị là trình tự I, IV, II, III là 42 ngày (hình 3.5).

Kết quả giải ví dụ 2 theo nhiều phương pháp tổng kết như sau:

Theo thứ tự thi công	Thời gian hoàn thành	ghi chú phương pháp giải
I, II, III, IV hình 3.2	48	giải theo phương pháp bài toán “không ngừng sử dụng tài nguyên”
I, III, IV, II hình 3.3	45	giải theo phương pháp bài toán ưu tiên
I, IV, III, II hình 3.4	43	chọn ngẫu nhiên và giải theo pp bài toán “không ngừng sử dụng tài nguyên”
I, IV, II, III hình 3.5	42	giải theo phương pháp bài toán nhánh và biên
I, IV, II, III hình 3.5	42	giải theo phương pháp hoán vị (đề xuất) là phương pháp so sánh $n! = 4! = 24$ phương án.



3. Nhận xét, kết luận

Nghiên cứu chủ yếu khả năng ghép sát tối đa của các dây chuyền Phương pháp hệ số ưu tiên tìm thuật toán xác định thứ tự thực hiện các công trình (đơn nguyên, phân đoạn) sao cho tổng thời gian thi công toàn bộ là ngắn nhất. Phương pháp này lấy dây chuyền có tổng thời gian thi công dài nhất làm cơ sở - gọi là dây chuyền p . Sau đó xét tổng nhịp của các dây chuyền trước và sau dây chuyền p đó trong từng phân đoạn để tìm ra hệ số ưu tiên.

Thực hiện phương pháp hệ số ưu tiên bằng cách sắp xếp thứ tự ưu tiên của một nhóm các dây chuyền theo cách cộng tất cả thời gian của các công tác sau hay công tác trước lại với nhau trong một phân đoạn rồi xét thứ tự ưu tiên của các phân đoạn bằng việc so sánh nhịp chung của nhóm các công tác trước và nhóm các công tác sau là không chuẩn xác vì khi dây chuyền liên tục thì thời gian thực hiện hai dây chuyền trong một phân đoạn còn phụ thuộc lẫn nhau giữa các phân đoạn khác (tức còn phụ thuộc thời gian gián đoạn về tổ chức giữa hai dây chuyền trong một phân đoạn).

Phần nghiên cứu phát hiện ra rằng việc truy tìm nghiệm tối ưu theo hướng của phương pháp hệ số ưu tiên chỉ có giá trị trong phạm vi nhỏ - số lượng các công trình phải chọn lựa chỉ nên nhỏ hơn hay bằng 3, số lượng các tổ đội công nhân nhỏ hơn hay bằng 4- đa số các trường hợp còn lại thì phương pháp hệ số ưu tiên chỉ có thể hướng dẫn tìm ra nghiệm tốt hơn với thời gian ngắn hơn và không thể đưa ra được nghiệm tối ưu so với phương pháp hoán vị

LIMITATION OF APPLICATION OF THE PRIORITY FACTOR METHOD IN DETERMINING THE SEQUENCE OF CONSTRUCTION BUILDINGS EXECUTION

Pham Hong Luan

University of Technology – VNU-HCM

ABSTRACT: Based on the ability of tight combination between the professional worker-teams in scheduled plan the priority-factor method that defines the sequence of executing of construction buildings points out the earliest accomplishing time. The advantage of this method is an easy and simple way to show the good answer but not optimum. In many cases, this method proves some weakness. Thanks to the high ability of computer and its program, cyclic permutation method gives an optimum solution even with the complex scheduled plans.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. B.A. Aphanasep, *Thuật toán tính toán dây chuyền*. 1980, 1988. 1990.
- [2]. Dikman, *Tổ chức kế hoạch và quản lý thi công trong xây dựng* 1982
- [3]. Goronhiseb, *Kỹ Thuật Tính Toán Trong Quản Lý Xây Dựng*- 1972
- [5]. L.V.Kiểm, *Tổ chức thi công* - 1974
- [6]. J.H. Greene, *Operation planning control*. 1972
- [7]. Nguyễn đình Thám, *Lập kế hoạch tổ chức và chỉ đạo thi công* 2001
- [8]. SS.W Nunally, *Construction methods and management* . 1987