

## PHƯƠNG PHÁP TIẾN ĐỘ CHO DỰ ÁN XÂY DỰNG VỚI NHỮNG CÔNG TÁC LẬP LẠI

Lương Đức Long

Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 06 tháng 10 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 04 năm 2009)

**TÓM TẮT:** Bài báo này trình bày một phương pháp tối ưu cho việc lập tiến độ những dự án xây dựng bao gồm những công tác có tính chất lặp lại trong nhiều đơn vị (nhà nhiều tầng, đường xá, cầu cống...). Mục tiêu của việc lập tiến độ được xem xét là thời gian hoàn thành dự án. Phương pháp này xem xét nhiều loại công tác với những đặc tính khác nhau (những công tác phải được thực thi liên tục, hoặc những công tác có thể cho phép những gián đoạn trong quá trình thực thi) để tạo ra một tiến độ thỏa mãn yêu cầu của người quản lý. Phương pháp này sử dụng một thuật toán lập tiến độ mới để tìm ra thời điểm bắt đầu và kết thúc tối ưu cho từng công tác trong mỗi đơn vị lặp, để mà thời gian hoàn thành dự án là nhỏ nhất. Một ví dụ được xem xét để minh họa những ưu điểm của phương pháp đề xuất và những phương pháp khác.

**Từ khóa:** Tiến độ dự án, dự án với những công tác có tính lặp lại.

### 1. GIỚI THIỆU

Những dự án xây dựng bao gồm những công tác có tính chất lặp lại trong nhiều đơn vị khá phổ biến trong ngành công nghiệp xây dựng. Những dự án này có thể được chia ra 2 nhóm chính: Những dự án có sự lặp lại giống nhau của một đơn vị chuẩn (Những dự án nhà gồm ngôi nhà giống nhau, Những tòa nhà cao tầng gồm những tầng giống nhau). Những dự án có những công tác lặp lại do sự bố trí theo hình học (dự án đường cao tốc, dự án cầu, hầm...). Những dự án này được gọi chung là những dự án có những công tác lặp lại.

Những dự án xây dựng có những công tác lặp lại thường yêu cầu những dạng tài nguyên giá trị (tổ đội xây dựng chuyên nghiệp, máy móc chuyên dụng) thực hiện những công việc giống nhau (ví dụ: công tác xây tường) trong nhiều đơn vị của dự án (ví dụ: những tầng nhà trong một tòa nhà cao tầng). Tài nguyên, do đó, sẽ được sử dụng một cách nhịp nhàng bằng việc dịch chuyển từ một đơn vị (tầng này) này sang một đơn vị khác (tầng khác). Bởi vì sự di chuyển thường xuyên này, một tiến độ hữu hiệu cho những dự án này là hết sức quan trọng để đảm bảo việc sử dụng không gián đoạn tài nguyên của những công tác giống nhau ở những đơn vị khác nhau. Theo nhiều nghiên cứu cho những dự án nêu trên, những lãng phí bắt nguồn từ việc chờ đợi nên được loại trừ để duy trì sự liên tục của công việc (Haris and Ioannou 1998) [1].

Việc duy trì sự liên tục trong công việc của các dạng tài nguyên (tổ đội chuyên nghiệp, máy móc chuyên dụng) dẫn đến việc tăng hiệu quả của các công tác do sự quen việc, và cũng dẫn đến sự giảm thiểu thời gian nhàn rỗi của mỗi tổ đội, từ đó làm giảm chi phí sử dụng tài nguyên [1]. Mặc dù, những thuận lợi của việc duy trì sự liên tục trong công việc của các tổ đội, việc áp dụng một cách cứng nhắc có thể dẫn đến một thời gian hoàn thành dự án bị kéo dài một cách không có lợi. Selinger (1980)[2] đề xuất rằng bằng việc cho phép những gián đoạn trong việc thực hiện công tác có thể làm giảm thời gian hoàn thành dự án.

Những kỹ thuật truyền thống (ví dụ: Critical path method –CPM) có nhiều hạn chế khi áp dụng vào những dự án loại này (Reda 1990[3], Suhail and Neale 1994[4]): (1) CPM cần sử dụng một số lượng lớn công tác để biểu diễn những dự án có những công tác lặp lại. (2) CPM không đảm bảo sự liên tục trong công việc của các tổ đội chuyên nghiệp hoặc máy móc chuyên dụng, và điều này có thể gây ra sự lãng phí trong việc sử dụng tài nguyên. (3) CPM không xem xét vị trí của công việc trên tổng thể dự án, và do đó CPM gặp khó khăn trong việc theo dõi tiến độ của các công tác thực tế trên công trường.

Từ đó, đã có nhiều phương pháp đã được phát triển cho những dự án bao gồm những công tác có tính chất lặp lại, chẳng hạn như: phương pháp đường cân bằng (Carr and Meyer 1974[5], phương pháp sản xuất theo phương đúng (O'Brien 1975 [6]), phương pháp lập tiến

độ tuyến tính (David 1981 [7], Harmelink et al. 1998[8]), phương pháp tiến độ lặp lại (RSM) (Harris et al. 1998[1]). Trong đó, phương pháp RSM của Harris (1998)[1] được chấp nhận một cách rộng rãi bởi những người lập kế hoạch xây dựng như là một công cụ hữu ích để lập tiến độ những dự án với công tác có tính chất lặp lại. Tuy nhiên, phương pháp này sử dụng những quy tắc hình học (điểm điều khiển và đường điều khiển) để tìm ra lời giải, và nó thì có lẽ không thích hợp cho những dự án lớn với nhiều công tác do sự phức tạp trong việc áp dụng những quy tắc hình học.

Bài báo này trình bày một phương pháp hữu hiệu cho việc lập tiến độ dự án với những công tác có tính chất lặp lại. Phương pháp này tạo ra một tiến độ có thời gian hoàn thành dự án nhỏ nhất, trong khi duy trì sự liên tục trong công việc của các dạng tài nguyên trong những công tác quan trọng (công tác cần thiết thực hiện liên tục), và cực tiểu hóa số ngày gián đoạn trong việc sử dụng tài nguyên ở những công tác loại khác (công tác cho phép sự gián đoạn trong việc thực thi).

**2. MÔ TẢ VẤN ĐỀ LẬP TIẾN ĐỘ NHỮNG DỰ ÁN VỚI NHỮNG CÔNG TÁC CÓ TÍNH CHẤT LẶP LẠI**

Một dự án thường bao gồm nhiều công tác và những công tác này thường được lặp lại trong nhiều đơn vị, mỗi đơn vị lặp của dự án được mô hình như một mạng công việc trên nút, với tập  $N$  nút dùng để biểu diễn  $N$  công tác trong mỗi đơn vị lặp, những công tác ( $i$ ) (ở đây  $i=1,...,N$ ) này có quan hệ logic (ví dụ: kết thúc-

bắt đầu, bắt đầu-bắt đầu), và mạng này được lặp lại  $Q$  lần tương ứng với  $Q$  đơn vị trong dự án. Tài nguyên được yêu cầu cho mỗi công tác sẽ di chuyển từ đơn vị thứ nhất ( $j=1$ ) đến đơn vị cuối cùng ( $j= Q$ ) để thực thi công tác đó. Thời gian thực hiện ( $d_{ij}$ ) mỗi phần khối lượng công việc của công tác ( $i$ ) ở mỗi đơn vị ( $j$ ) có thể khác nhau, bởi vì khối lượng công việc của công tác ( $i$ ) ở đơn vị ( $j$ ) là có thể khác nhau.

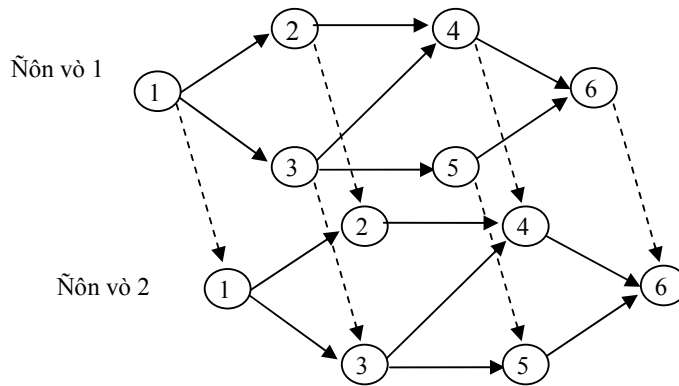
Những công tác được chia làm 2 kiểu, loại kiểu  $\{X\}$  và loại kiểu  $\{Y\}$ . Theo nguyên tắc sau đây:

1. Nếu một công tác là loại X, thì công tác này phải được thực thi một cách liên tục.
2. Nếu một công tác là Y, thì công tác này có thể cho phép sự gián đoạn trong việc thực thi.

Việc phân loại công tác là X hay Y được quyết định bởi người quản lý dự án, dựa theo tính chất của từng công tác để thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật và tổ chức của dự án (ví dụ, công tác chống vách khi đào một đường hầm nên được làm liên tục không gián đoạn-chọn loại X).

**Bảng 1.** Thời gian để hoàn thành công tác ( $i$ ), ở đơn vị ( $j$ )

Công tác	$d_{ij}$ - Thời gian để hoàn thành công tác $i$ , ở đơn vị $j$			
	Đơn vị 1	Đơn vị 1	Đơn vị $j_q$	Đơn vị $Q$
1	$d_{11}$	$d_{12}$	$d_{1jq}$	$d_{1Q}$
...		...		
$i$		$d_{ij}$		
$N$				



**Hình 1.** Ví dụ của một mạng công tác trên nút dùng để biểu diễn một đơn vị lặp gồm 6 công tác ( $N=6$ ) trong một dự án gồm 2 đơn vị lặp ( $Q=2$ ).

Vấn đề đặt ra là phải cực tiểu thời gian hoàn thành dự án, trong khi duy trì sự liên tục trong công việc của các công tác X (loại công tác cần được thực hiện liên tục), và cực tiểu hóa số ngày gián đoạn trong việc sử dụng tài nguyên ở những công tác Y (loại công tác cho phép sự gián đoạn trong việc thực thi).

**3. PHƯƠNG PHÁP LẬP TIỀN ĐỘ NHỮNG DỰ ÁN VỚI NHỮNG CÔNG TÁC LẬP LẠI**

Phương pháp đề xuất bao gồm 2 giai đoạn chính như sau:

**3.1.Giai đoạn 1**

Cực tiểu hóa thời gian hoàn thành dự án, trong khi duy trì sự liên tục trong công việc của các công tác loại X.

Gọi  $S_{i(j)}$ ,  $F_{i(j)}$  là thời điểm bắt đầu, và thời điểm kết thúc của công tác  $i$  ( $i=1,...,N$ ) ở đơn vị  $j$  ( $j=1,...,Q$ )

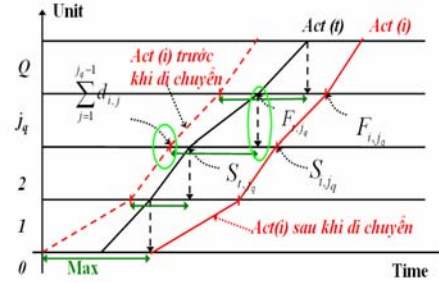
a) Nếu công tác  $i \in \{X\}$ , thì:

$$Max = \underset{\substack{t \in \{P\} \\ j=2,...,Q}}{Max} (0, F_{t,1} + lag_{t,1}, F_{t,j} - \sum_{j=1}^{j-1} d_{i,j} + lag_{t,j})$$

$$S_{i(j_q)} = \sum_{j=1}^{j_q-1} d_{i,j} + Max$$

$$F_{i(j_q)} = S_{i(j_q)} + d_{i(j_q)}$$

- $j=1,...,j_q,...,Q$ . Ở đây,  $j_q$  là đơn vị lập (tầng) đang xem xét.
- Công tác  $t$  là công tác đứng trước của công tác  $(i)$ .
- $lag_{t,i}$  là thời gian chờ đợi để thực hiện công tác  $(i)$  sau khi công tác  $(t)$  kết thúc ( $lag_{t,i} \geq 0, \leq 0, = 0$ )



Hình 2. Lập tiến độ cho những công tác loại {X} ở giai đoạn 1

\* Trong trường hợp công tác (i) không cần được thực hiện tại đơn vị (j), tức là  $d_{i,j} = 0$  thì

$$S_{i,j_q} = \underset{t \in \{P\}}{Max} \{0, F_{t,j_q}\}$$

Nơi đây: Công tác  $t$  là công tác đứng trước của công tác  $i$ .

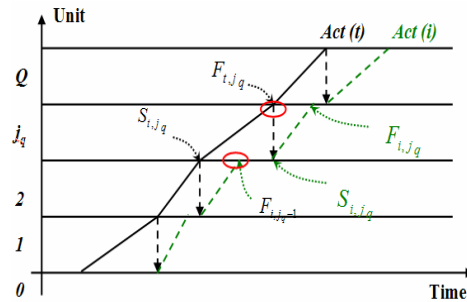
$$F_{i,j_q} = S_{t,j_q}$$

b) Nếu công tác (i)  $\in \{Y\}$ , thì:

$$S_{i,j_q} = \underset{t \in \{P\}}{Max} (0, F_{t,j_q} + lag_{t,i}, F_{t,(j_q-1)})$$

$$F_{i,j_q} = S_{i,j_q} + d_{i,j_q}$$

Nơi đây: Công tác  $t$  là công tác đứng trước của công tác  $i$ .

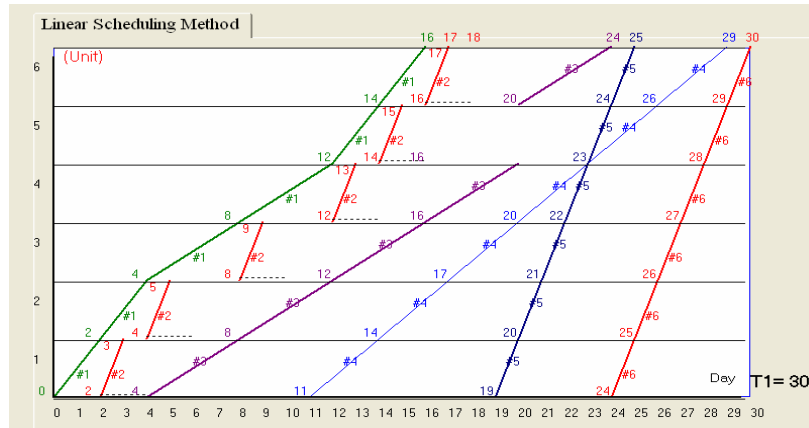


Hình 3. Lập tiến độ cho những công tác loại {Y} ở giai đoạn 1

**Bảng 2.** Ví dụ áp dụng mô hình đề xuất

Công tác	Công tác đứng trước	$d_{ij}$ - Thời gian để hoàn thành công tác $i$ , ở đơn vị $j$						Loại thuộc tính
		Đơn vị 1	Đơn vị 2	Đơn vị 3	Đơn vị 4	Đơn vị 5	Đơn vị 6	
1	-	2	2	4	4	2	2	X
2	1	1	1	1	1	1	1	Y
3	1FS+2ngày	4	4	4	4	0	4	X

4	2FS,3FS	3	3	3	3	3	3	X
5	3FS	1	1	1	1	1	1	X
6	4FS, 5FS	1	1	1	1	1	1	X



Hình 4. Tiến độ của dự án ví dụ sau khi thực hiện thuật toán (Giai đoạn 1)

### 3.2. Giai đoạn 2

Cực tiểu hóa thời gian gián đoạn không cần thiết trên những công tác loại Y. Giai đoạn 2 bao gồm 2 bước chính sau:

#### Backward Step

Mục tiêu của Backward Step là cực tiểu hóa tổng thời gian gián đoạn không cần thiết trên những công tác loại Y (loại công tác cho phép sự gián đoạn) bằng việc cố định thời điểm bắt đầu của công tác loại Y ở đơn vị cuối cùng, và thực hiện việc đẩy các công tác về phía sau. “Backward step” sẽ cực tiểu hóa số tổng ngày gián đoạn trong những công tác loại Y, trong khi vẫn giữ thời gian hoàn thành dự án là không đổi.

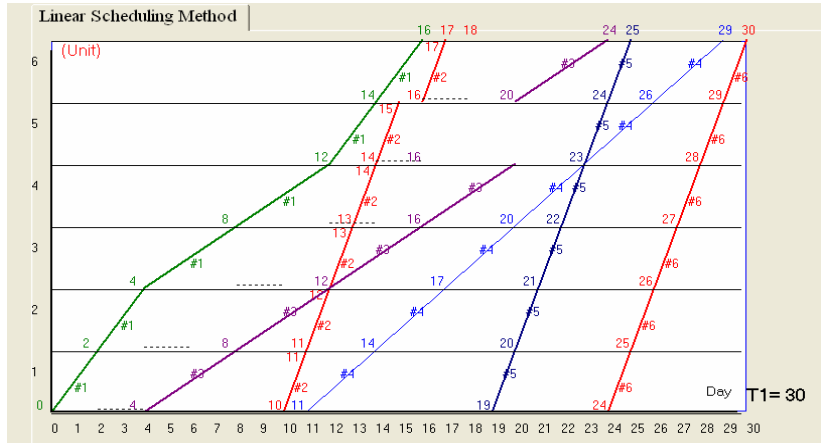
#### Forward Step

Đối với mỗi công tác loại Y, ta cố định thời điểm bắt đầu tại đơn vị 1, và sau đó thực hiện việc đẩy công tác về phía trước. Nếu sau khi đẩy công tác ở phân đoạn  $j_q$  về phía trước, mà nó không nối tiếp với thời điểm kết thúc của công tác này ở phân đoạn  $j_q-1$ , thì phương pháp không thực hiện việc dịch chuyển này ( $S_{i,j_q} \neq F_{i,j_q-1}$ ). Và ngược lại nếu

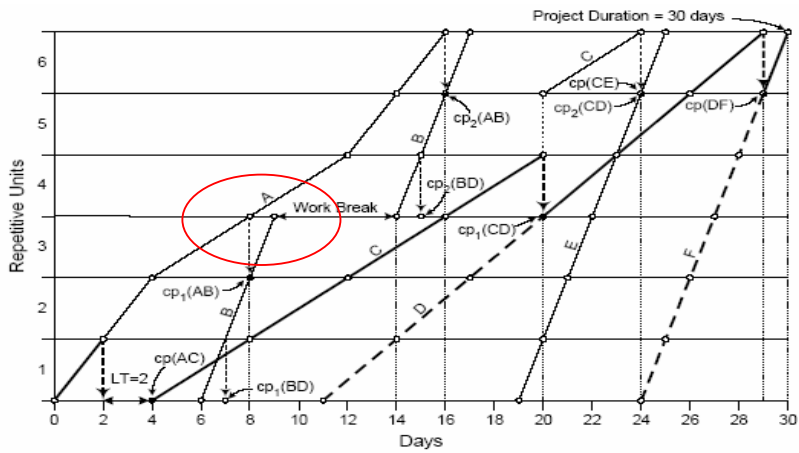
( $S_{i,j_q} = F_{i,j_q-1}$ ), thì phương pháp sẽ thực hiện việc dịch chuyển này. “Forward step” sẽ cực tiểu hóa số lần gián đoạn trong mỗi công tác.

Bằng việc áp dụng phương pháp đề xuất cho ví dụ ở bảng 2, ta có thời gian hoàn thành dự án là 30 ngày, và tổng thời gian gián đoạn là 1 ngày như được minh họa ở Hình 5.

Để kiểm chứng sự hữu hiệu của mô hình đề xuất, tác giả đã so sánh kết quả với phương pháp RSM của Harris (1998). Theo phương pháp RSM của Harris, thời gian hoàn thành dự án là 30 ngày, và tổng thời gian gián đoạn là 3 ngày, như được minh họa ở Hình 6. Từ kết quả này, ta có thể thấy rằng mô hình đề xuất là hữu hiệu hơn phương pháp của Harris do có cùng thời gian hoàn thành dự án (31 ngày), nhưng tổng thời gian gián đoạn là bé hơn (1 ngày < 3 ngày). Hơn thế nữa, bởi vì phương pháp kiến nghị là phương pháp số, không giống như phương pháp hình học của Harris [1], quá trình tính toán của phương pháp kiến nghị là đơn giản, và nó thì dễ dàng cho việc sử dụng máy tính để tự động hóa.



Hình 5. Tiến độ cuối cùng của dự án sau khi thực hiện giai đoạn 2.



Hình 6. Tiến độ của dự án khi áp dụng phương pháp RSM [1] by Harris 1998.

**4.KẾT LUẬN**

Phương pháp đề xuất tối ưu thời gian hoàn thành dự án, trong khi đảm bảo là tất cả các công tác được lập tiến độ mà không vi phạm ràng buộc về mối quan hệ kỹ thuật và những ràng buộc về thuộc tính công tác (liên tục, hoặc gián đoạn).

Kết quả từ những ví dụ đã cho thấy sự hiệu quả của phương pháp đề xuất so với những phương pháp hình học khác. Phương pháp đề xuất là dễ thực hiện và có thể tích hợp vào các

hệ thống lập tiến độ dựa trên CPM mà không cần sự thay đổi nhiều. Phương pháp kiến nghị có thể dễ dàng giải quyết bằng máy tính.

Phương pháp tổ chức thi công xây dựng được đề xuất trong bài báo này đã đưa ra một giải pháp tối ưu trong việc sử dụng các tổ đội công nhân chuyên nghiệp và trang thiết bị chuyên dụng trong thi công những dự án xây dựng bao gồm những công tác có tính chất lặp lại. Phương pháp đề xuất duy trì sự liên tục cho quá trình tổ chức sản xuất xây dựng, để nâng cao hiệu quả kinh tế cho việc sử dụng những tài nguyên của dự án, đáp ứng được nhu cầu hội nhập và phát triển của nước ta hiện nay.

**AN OPTIMAL METHOD FOR SCHEDULING CONSTRUCTION PROJECTS  
INCLUDING REPETITIVE ACTIVITIES IN MANY UNITS**

**Luong Duc Long**

University of Technology, VNU-HCM

**ABSTRACT:** *This paper presents an optimal method for scheduling construction projects including many repetitive activities in many similar units (e.g., high-rise buildings, highways, or bridges...). The objective of scheduling is to minimize the project duration. This method considers many types of activities with different characteristics (activities must be performed continuously to insure the continuity in their performances, or activities can allow interruptions in their performances) to generate a satisfactory schedule for project managers. This method uses a new scheduling algorithm to find the optimal start and finish times of activities, so that the project duration is minimized. A well-known example is used as an illustration to show advantages of this method to other methods.*

**Keywords:** *Project Scheduling, construction projects including many repetitive activities in many similar units.*

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Harris B., and Ioannou P., *Scheduling projects with repeating activities*. J. Constr. Eng. Manage., ASCE, 124(4), 269–278, (1998).
- [2] Selinger S. *Construction planning for linear projects*, J. Constr. Div., ASCE, 106(2), 195–205, (1980).
- [3] Reda R. M., *RPM: Repetitive project modeling*. J. Constr. Engrg and Mgmt, ASCE, 116(2), 316–330, (1990).
- [4] Suhail S.A., Neale R.H, *CPM/LOB: new methodology to integrate CPM and line of balance*, J. Constr. Eng. Manage., ASCE, 120(3), pp.667-684, (1994).
- [5] Carr R.I. and Meyer W.L. *Planning construction of repetitive building units*, J. Constr. Div. Am. Soc. Civ. Eng., 100(3), 403-412, (1974).
- [6] O'Brien J. J., *VPM scheduling for high rise buildings*, J.Cons Div. ASCE, 101(4), 895-905, (1975).
- [7] David W. J., *Linear Scheduling Method for highway construction*, Constr. Engrg and Mgmt., ASCE, 107(CO2), 247–260, (1981).
- [8] D.J. Harmelink, J.E. Rowings, *Linear scheduling model: development of controlling activity path*, Constr. Engrg and Mgmt., ASCE, 124 (4) 263–268, (1998).
- [9] Lương Đức Long, *Phương pháp tiến độ cho những dự án xây dựng với những công tác lặp lại*, Hội nghị khoa học công nghệ lần 10, Phân ban xây dựng dân dụng công nghiệp và cơ sở hạ tầng, ĐHBK TPHCM, (2007).