



SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG MONTE CARLO ĐỂ ƯỚC LƯỢNG THỜI GIAN DỰ PHÒNG KHI LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG XÂY DỰNG

Lê Đình Linh¹, Nguyễn Quốc Toàn¹, Nguyễn Hồng Hải¹, Vũ Kiên Cường²

Tóm tắt: Việc ước lượng và bố trí thời gian dự phòng có ảnh hưởng nhất định đến chất lượng và tính khả thi của bản kế hoạch tiến độ thi công. Kết quả từ một cuộc điều tra về cách ước lượng và bố trí thời gian dự phòng khi lập tiến độ thi công được sử dụng tại các đơn vị thi công trên cả nước cho thấy hầu hết trong quá trình lập tiến độ thi công hiện nay đều không tính đến thời gian dự phòng, hoặc nếu có thì phương pháp tính không khoa học. Đây là một trong những nguyên nhân gây ra tình trạng chậm tiến độ trong xây dựng. Bài báo đã chỉ ra những tồn tại trong việc ước lượng và bố trí thời gian dự phòng khi lập tiến độ thi công của các nhà thầu xây dựng tại Việt Nam và đề xuất vận dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để ước lượng thời gian dự phòng cho các yếu tố ngẫu nhiên khi lập tiến độ thi công xây dựng.

Từ khóa: Thời gian dự phòng; yếu tố ngẫu nhiên; phương pháp mô phỏng Monte Carlo.

Summary: Estimating and allocating of contingency have impacts on the quality and feasibility of project schedule for construction work. Results from a survey conducted with contractors in Vietnam on the methods of estimating and allocating time contingency when developing construction schedule show that most of construction schedules exclude the time contingency, or not using a scientific approach. This is one of the reasons for time overrun of construction projects. This paper articulates significant issues in this practice in Vietnam and proposes the application of Monte Carlo simulation to estimate time contingency to deal with random influential factors while developing construction schedules.

Keywords: Contingency time; contingent factor; Monte Carlo simulation method.

Nhận ngày 11/03/2016, chỉnh sửa ngày 25/03/2016, chấp nhận đăng 28/6/2016



1. Đặt vấn đề

Trong thực tế hiện nay tại Việt Nam, đa số các dự án đầu tư xây dựng, đặc biệt là các dự án sử dụng vốn Nhà nước bị chậm tiến độ. Theo số liệu của Tổng hội Xây dựng Việt Nam, các dự án thực hiện đúng hoặc vượt tiến độ chỉ đạt chưa tới 1% [5]. Có rất nhiều lý do dẫn tới tình trạng trên, nhưng một trong những nguyên nhân cơ bản là do quá trình lập tiến độ thi công không xét tới khoản thời gian dự phòng cho tiến độ khi kể tới tác động của sự phức tạp của quá trình xây lắp và ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên. Do vậy, khi các yếu tố này xảy ra trong giai đoạn thi công sẽ ảnh hưởng đến việc thực hiện tiến độ theo đúng kế hoạch, thậm chí phá vỡ tiến độ thi công cơ sở, làm cho mọi kế hoạch đã lập đều bị xô lệch so với thực tế triển khai thi công và dẫn tới tình trạng chậm tiến độ. Bài báo này sẽ sử dụng kết hợp các phương pháp nghiên cứu thực tiễn và lý thuyết, bao gồm: phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết, phương pháp điều tra và phương pháp thống kê để nghiên cứu cụ thể và chỉ rõ tầm quan trọng của thời gian dự phòng khi lập, quản lý thực hiện tiến độ thi công xây dựng; trình bày cách sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để xác định thời gian dự phòng cho các yếu tố ngẫu nhiên.



2. Khái niệm và tầm quan trọng của thời gian dự phòng

Theo từ điển tiếng Việt, dự phòng có nghĩa là chuẩn bị sẵn để ngừa điều không hay có thể xảy ra [4]. Như vậy, thời gian dự phòng trong lập và quản lý thực hiện tiến độ thi công xây dựng có thể được hiểu là khoản thời gian được chuẩn bị sẵn để ứng phó với những trường hợp quá trình sản xuất bị gián đoạn hoặc vượt ngoài dự kiến do có sự tác động của các yếu tố ngẫu nhiên hoặc do sự phức tạp của quá trình thi công mà khi lập kế hoạch tiến độ thi công không lường trước được.

Do đặc điểm của quá trình sản xuất xây dựng thường kéo dài nên trong suốt thời gian thực hiện phải chịu tác động của rất nhiều yếu tố rủi ro, chẳng hạn như biến động của thị trường, khó khăn trong việc huy động nhân công trực tiếp hoặc máy móc thiết bị thi công, xảy ra tai nạn lao động, máy móc thiết bị hỏng hóc đột xuất, rủi ro chính trị... Khi chịu ảnh hưởng của các rủi ro này, quá trình thi công có thể phải gián đoạn, hoặc sản xuất cầm chừng. Cả hai trường hợp này đều làm phá vỡ tiến độ cơ sở đã lập. Mặt khác, do sản phẩm xây dựng đồ sộ nên dẫn tới quá trình sản xuất diễn ra lộ thiên và phải chịu ảnh hưởng trực tiếp của thời tiết, đặc biệt đối với quốc gia có tình hình thời tiết phức tạp như Việt Nam, tác động của mưa bão, lũ lụt hằng năm đến quá trình sản xuất xây dựng là rất lớn. Do đó, tất yếu phải tính toán và bố trí thời gian dự phòng cho các yếu tố này khi lập tiến độ thi công xây dựng để chủ động trong quá trình thực hiện tiến độ, nhằm đảm bảo các mục tiêu của dự án đầu tư xây dựng.

¹ThS, Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng. Email: ledinhlinh.dhxd@gmail.com.

²ThS, Phó Giám đốc Xí nghiệp 386.1. Tổng công ty Thành An - Bình đoàn 11.

Bên cạnh đó, nếu việc tính toán và bố trí thời gian dự phòng được thực hiện nghiêm túc, đầy đủ, đảm bảo tính khoa học thì hoàn toàn có thể loại bỏ ảnh hưởng của các tác nhân này ra khỏi phạm vi được áp dụng của điều khoản gia hạn hợp đồng vẫn được áp dụng hiện nay. Điều đó sẽ góp phần nâng cao trách nhiệm của nhà thầu trong quá trình thực hiện tiến độ, đơn giản hóa hợp đồng thi công xây dựng...



3. Thực trạng việc xác định thời gian dự phòng khi lập tiến độ thi công xây dựng

Để đánh giá thực trạng việc xác định thời gian dự phòng khi lập tiến độ thi công xây dựng của các nhà thầu xây lắp hiện nay tại Việt Nam, tác giả đã tiến hành một cuộc nghiên cứu trên 114 gói thầu được lựa chọn ngẫu nhiên trên phạm vi toàn quốc, nhưng tập trung chủ yếu tại Hà Nội, Cần Thơ, Cà Mau, Phú Yên và các tỉnh thuộc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long và khu vực miền Trung. Trong số 114 gói thầu có 70 gói thầu thi công công trình dân dụng; 20 gói thầu thi công công trình hạ tầng kỹ thuật; 17 gói thầu thi công công trình giao thông và 07 gói thầu thi công công trình nông nghiệp và phát triển nông thôn. Tác giả đã gửi phiếu khảo sát cho các cá nhân tham gia trực tiếp vào quá trình lập, quản lý thực hiện tiến độ thi công hoặc cán bộ quản lý dự án của chủ đầu tư trực tiếp tham gia vào các gói thầu nêu trên và nhận lại câu trả lời thông qua đường thư điện tử.

Kết quả cuộc điều tra cho thấy, đa số các gói thầu ở Việt Nam hiện nay khi xác định thời gian thực hiện các công việc đều không tính đến khoản dự phòng do yếu tố thời tiết hoặc do các nguyên nhân rủi ro khác. Cụ thể, có tới 88 trên tổng số 114 gói thầu, chiếm 77,2% đã không tính đến thời gian dự phòng cho yếu tố thời tiết; các gói thầu còn lại có tính dựa trên kinh nghiệm của người lập tiến độ chứ không có một phương pháp tính cụ thể, đủ cơ sở khoa học. Chỉ có 22 trên tổng số 114 gói thầu, chiếm khoảng 19,3% trên tổng số gói thầu có tính đến dự phòng thời gian cho các yếu tố khác. Các rủi ro được xét đến chủ yếu gồm: rủi ro do không huy động được nhân công thực hiện các công việc bởi vì nếu rơi vào thời điểm diễn ra lễ hội tại các địa phương, mùa màng, giỗ chạp thì công nhân sẽ về quê để tham dự; rủi ro do cung cấp hồ sơ thiết kế không đúng tiến độ hoặc phải điều chỉnh thiết kế; rủi ro do khảo sát thiết kế không kỹ... Các khoản thời gian này cũng được xác định dựa vào kinh nghiệm chứ không sử dụng phương pháp mô phỏng và chỉ xét đến những công việc hay chịu tác động của rủi ro. Thời gian dự phòng thường được cộng thêm vào thời gian thực hiện công việc.



4. Sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để xác định thời gian dự phòng

Để loại bỏ những ảnh hưởng từ yếu tố chủ quan đến kết quả ước lượng thời gian dự phòng, các đơn vị lập tiến độ thi công nên xem xét sử dụng các công cụ toán học để ước lượng khoảng thời gian này. Do các nguyên nhân ảnh hưởng là ngẫu nhiên xuất hiện với một xác suất xác định nên công cụ hữu hiệu nhất trong trường hợp này là các phương pháp mô phỏng toán học, điển hình và thông dụng nhất là mô phỏng Monte Carlo. Việc thực hiện mô phỏng có thể tiến hành bằng thủ công hoặc sử dụng phần mềm hỗ trợ như Excel hoặc các phần mềm chuyên dụng như Crystal ball...

Mô phỏng là cách bắt chước (simulation) các quá trình ngẫu nhiên của tự nhiên, của hoạt động mua bán và cả diễn biến của các quá trình sản xuất ngoài hiện trường thi công xây dựng. Phương pháp mô phỏng Monte Carlo có trình tự như sau [3]:

- Thống kê các diễn biến (các biến cố và cường độ của nó) của một quá trình mang tính ngẫu nhiên. Phương pháp này chỉ cần quan trắc và ghi lại các diễn biến của một quá trình ngẫu nhiên sao cho số liệu đủ bao trùm để có thể hình dung được “một pha diễn biến” của quá trình được khảo sát.

- Phải có bảng số ngẫu nhiên phân bố đều làm tiền đề cho việc mô phỏng (có thể mô hình hóa được bất kỳ các hiện tượng ngẫu nhiên nào xuất hiện với xác suất xác định).

- Bằng một thủ thuật toán học, xác định mối liên hệ giữa đại lượng ngẫu nhiên X đang xét với đại lượng ngẫu nhiên Y phân bố đều trong khoảng [0;1].

- + Lập bảng xác định tần suất của các biến cố của đại lượng ngẫu nhiên X.

- + Xác định mối liên hệ giữa đại lượng ngẫu nhiên đang khảo sát X với đại lượng ngẫu nhiên Y phân bố đều trong khoảng [0;1].

- Thực hiện mô phỏng để đưa ra kết quả.

Để minh họa cho quá trình thực hiện, tác giả xin đưa ra ví dụ tính toán để xác định thời gian ngừng việc do mưa, bão gây ra, với số liệu về thời gian ngừng việc bình quân các tháng trong năm do các nguyên nhân kể trên gây ra như Bảng 1 [2]. Dựa trên kết quả về thời gian ngừng việc, người lập cần thiết đưa khoản thời gian này vào tiến độ thi công dưới dạng thời gian dự phòng. Có thể bố trí khoản thời gian này cho các giai đoạn, công việc chịu ảnh hưởng nhiều nhất của mưa, bão hoặc bố trí chung cho cả tiến độ thi công công trình.

Bảng 1. Thời gian ngừng việc do mưa, bão trong năm

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Số giờ ngừng việc	0	8	15	10	8	16	40	20	11	8	5	0



Như đã trình bày, việc mô phỏng có thể được tiến hành bằng thủ công hoặc bằng phần mềm hỗ trợ. Nếu thực hiện bằng thủ công, việc tính toán tốn nhiều thời gian và số lần mô phỏng khó có thể thực hiện được nhiều lần để đảm bảo độ tin cậy. Trong phạm vi bài viết, tác giả sẽ trình bày quá trình mô phỏng bằng thủ công để xác định số giờ ngừng việc do mưa, bão với 5 lần mô phỏng và sử dụng phần mềm Excel để thực hiện mô phỏng với 20 lần mô phỏng. Trình tự thực hiện và kết quả như sau:

a) Mô phỏng bằng thủ công

Lập bảng xác định tần suất tương đối và tần suất cộng dồn (Bảng 2):

Bảng 2. Bảng xác định tần suất tương đối và tần suất cộng dồn

Hàng (m)	Số giờ ngừng việc do nguyên nhân mưa bão	Tần suất xuất hiện (ni)	Tần suất tương đối (ni/n)	Tần suất cộng dồn	[6]=[5]x10 ⁴
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	0	2	0.1667	0.1667	1667
2	5	1	0.0833	0.2500	2500
3	8	3	0.2500	0.5000	5000
4	10	1	0.0833	0.5833	5833
5	11	1	0.0833	0.6667	6667
6	15	1	0.0833	0.7500	7500
7	16	1	0.0833	0.8333	8333
8	20	1	0.0833	0.9167	9167
9	40	1	0.0833	1.0000	10000

Xác định mối liên hệ giữa hiện tượng máy ngừng việc do mưa bão với đại lượng ngẫu nhiên R_j phân bố gần đều trong khoảng [0; 1], được lấy trong Bảng 3 [3].

Mối liên hệ được xác định theo định lý điều kiện cần và đủ để xuất hiện hiện tượng A_m của quá trình ngẫu nhiên X là: $L_{m-1} < R_j \leq L_m$ (1)

trong đó: L_{m-1}, L_m lần lượt là tần suất cộng dồn đến hàng thứ $(m - 1)$ và hàng m . R_j , với $j = 1, 2, 3, \dots$ là các số ngẫu nhiên phân bố gần đều trong khoảng [0;1] được chọn bất kỳ trong bảng số ngẫu nhiên nhưng phải liên tiếp nhau theo hàng hoặc theo cột và j phải là số lượng cần thiết các số ngẫu nhiên dùng để mô phỏng (cần mô phỏng cho 12 tháng thì phải chọn 12 số ngẫu nhiên liên tiếp và gán cho từng tháng), sau đó kiểm tra điều kiện (1), hiện tượng A_m xảy ra với tháng nào thì ghi kết quả cho tháng ấy [3].

Bảng 3. Bảng tập hợp số ngẫu nhiên phân bố gần đều trong khoảng [0; 1]

								
1502	2746	845	3815	3166	6441	2875	745	6126	6362
4525	9502	4667	5561	3574	6289	2040	1141	2226	266
6717	1550	8847	711	7682	1989	5568	789	9934	9026
710	6121	2198	7317	5550	7158	4033	7017	6167	5903
8927	4672	9924	3791	9772	4369	195	9811	7721	4737
9753	7205	1084	9400	8572	304	837	8314	1295	7090
4109	8679	6800	1741	544	6920	6058	6130	7949	1749
2027	6913	7923	4040	6496	2450	8934	812	1102	7152
473	6926	4684	4648	3386	8630	9843	2727	918	8018
2816	2597	3287	7314	8825	3486	8464	2218	7661	595
500	4637	5654	3904	1881	8062	8917	1802	1119	6919
9399	9866	5548	9810	2864	5963	2649	2432	1475	1699
2746	4684	9772	811	1443	5045	1443	5045	567	4261
9502	3287	8572	7055	1452	8374	1452	8374	4250	3257
1550	5654	544	1252	2955	5496	2955	5496	1918	6540
								

Thực hiện mô phỏng:

Chọn R_i số ngẫu nhiên gán cho 12 tháng, kiểm tra điều kiện lần lượt cho 12 số ngẫu nhiên rồi ghi kết quả vào bảng. Với số liệu ở Bảng 1, thực hiện mô phỏng như sau:

Số 1502 gán cho tháng 1, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_1 xảy ra: 0 giờ ngừng việc.

Số 4525 gán cho tháng 2, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_3 xảy ra: 8 giờ ngừng việc.

Số 6717 gán cho tháng 3, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_6 xảy ra: 15 giờ ngừng việc.

Số 710 gán cho tháng 4, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_1 xảy ra: 0 giờ ngừng việc.

Số 8927 gán cho tháng 5, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_8 xảy ra: 20 giờ ngừng việc.

Số 9753 gán cho tháng 6, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_9 xảy ra: 40 giờ ngừng việc.

Số 4109 gán cho tháng 7, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_3 xảy ra: 8 giờ ngừng việc.

Số 2027 gán cho tháng 8, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_2 xảy ra: 5 giờ ngừng việc.

Số 473 gán cho tháng 9, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_1 xảy ra: 0 giờ ngừng việc.

Số 2816 gán cho tháng 10, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_3 xảy ra: 8 giờ ngừng việc.

Số 500 gán cho tháng 11, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_1 xảy ra: 0 giờ ngừng việc.

Số 9399 gán cho tháng 12, áp vào điều kiện (1) thấy hiện tượng A_9 xảy ra: 40 giờ ngừng việc.

Tương tự mô phỏng lần 1, tiến hành mô phỏng thêm 4 lần nữa, kết quả được tập hợp trong Bảng 4 [2]:

Bảng 4. Kết quả mô phỏng thủ công xác định số giờ ngừng việc do mưa bão

Lần mô phỏng	Thời gian ngừng việc trong tháng (giờ)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MF ₁	0	8	15	0	20	40	8	5	0	8	0	40
MF ₂	8	20	5	40	0	15	16	8	8	10	10	40
MF ₃	15	8	40	5	8	8	15	8	40	0	15	0
MF ₄	40	11	16	0	16	0	0	16	0	0	0	8
MF ₅	11	8	15	5	15	16	0	15	5	8	8	11
Trung bình	14,8	11,0	18,2	10,0	11,8	15,8	7,8	10,4	10,6	5,2	6,6	19,8

Tổng số giờ nghỉ việc do nguyên nhân mưa bão gây ra trong năm là 142 giờ.

b) Mô phỏng bằng Excel

Từ thanh công cụ chính, chọn Tools/ Data Analysis Random Number Generation. Hộp hội thoại phát số ngẫu nhiên sẽ xuất hiện, sau đó nhập các thông số: số cột của giá trị muốn phát ra (Number of Variables); số giá trị muốn phát ra cho mỗi biến (Number of Random Numbers); chọn loại phân phối; nhập dữ liệu đầu vào và thực hiện mô phỏng.

Dựa trên kết quả mô phỏng, xác định thời gian ngừng việc trung bình hàng tháng và thời gian ngừng việc trong năm do các nguyên nhân ngẫu nhiên gây ra.

Kết quả mô phỏng xác định thời gian ngừng việc trong năm do nguyên nhân mưa, bão gây ra khi thực hiện bằng Excel được thể hiện trong Bảng 5 [1, 2].

Trong trường hợp này, thời gian ngừng việc do nguyên nhân mưa, bão gây ra trong năm là 142,35 giờ. Như vậy, kết quả từ việc mô phỏng bằng thủ công và sử dụng phần mềm Excel có sự khác biệt nhưng không đáng kể. Khi vận dụng vào thực tế, các đơn vị thi công nên sử dụng các phần mềm hỗ trợ, không nên tính toán thủ công để giảm khối lượng công việc. Số lần mô phỏng cần thiết do đơn vị quyết định, nhưng không nên quá ít để đảm bảo độ tin cậy của kết quả.

Thời gian ngừng việc do các nguyên nhân ngẫu nhiên khác cũng được tiến hành tương tự. Với các kết quả có được, người lập tiến độ phải xem xét và đưa khoảng thời gian ngừng việc này vào thời gian của tổng tiến độ dưới dạng các khoản thời gian dự phòng. Việc phân bổ khoản thời gian này cho từng công việc, hoặc cho tiến độ của cả dự án có thể linh động dựa vào thói quen và trình độ quản lý của đơn vị.



Bảng 5. Kết quả mô phỏng thực hiện bằng Excel

Lần mô phỏng	Thời gian ngừng việc trong tháng											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8	20	11	10	0	8	15	8	0	5	16	5
2	5	5	40	20	15	20	20	16	11	11	15	11
3	5	16	8	11	15	15	5	16	8	5	10	5
4	15	8	20	0	5	10	10	8	11	8	40	8
5	0	16	15	8	40	11	16	40	0	10	0	5
6	16	11	8	15	0	8	16	20	40	8	15	8
7	8	0	40	15	40	0	20	15	0	15	10	8
8	15	20	8	15	8	5	16	11	10	5	8	0
9	11	40	0	20	8	16	8	8	8	15	8	0
10	16	11	10	15	0	15	8	0	8	40	20	15
11	8	5	10	15	20	0	20	0	8	11	11	8
12	8	8	10	8	8	5	11	5	8	20	8	8
13	10	11	11	8	15	15	20	5	40	11	0	20
14	11	16	20	16	0	5	10	20	8	16	15	16
15	16	8	8	11	20	8	15	0	16	5	40	20
16	20	5	8	0	0	11	15	0	8	15	5	8
17	40	8	8	8	16	15	8	16	16	5	8	40
18	11	40	5	40	16	15	0	16	0	0	0	11
19	0	15	10	15	0	0	0	10	16	0	11	10
20	20	10	15	0	10	0	40	0	11	8	5	20
Thời gian ngừng việc trung bình (giờ)	12,15	13,7	13,3	12,5	11,8	9,1	13,65	10,7	11,35	10,65	12,25	11,3

5. Kết luận

Nghiên cứu tổng quan các vấn đề về việc ước lượng và bố trí thời gian dự phòng trong hoạt động lập tiến độ thi công trong ngành xây dựng ở Việt Nam cho thấy các đơn vị thi công còn gặp nhiều vấn đề trong quá trình thực hiện. Việc không xác định thời gian dự phòng hoặc phương pháp xác định không đảm bảo tính khoa học, khả thi dẫn tới bản kế hoạch tiến độ thi công dễ bị phá vỡ khi xảy ra tác động của các nguyên nhân ngẫu nhiên trong quá trình quản lý thực hiện ngoài hiện trường và đó là một trong số các nguyên nhân dẫn tới tình trạng chậm tiến độ. Bài báo đã nêu rõ tầm quan trọng của thời gian dự phòng đối với quá trình thực hiện tiến độ, chỉ ra được thực trạng và các tồn tại trong việc xác định thời gian dự phòng cho các yếu tố ngẫu nhiên khi lập tiến độ thi công hiện nay tại Việt Nam và đưa ra một ví dụ xác định thời gian ngừng việc cho nguyên nhân mưa, bảo bằng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để làm cơ sở cho việc bố trí thời gian dự phòng khi lập tiến độ cho nguyên nhân này. Kết quả của bài báo sẽ là tiền đề cho việc vận dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để xác định thời gian dự phòng cho tất cả các yếu tố ngẫu nhiên khi lập tiến độ thi công, nhằm đảm bảo độ khoa học, khả thi của bản kế hoạch tiến độ, góp phần đảm bảo thực hiện các dự án đúng tiến độ dự kiến.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Đình Linh (2015), *Giải pháp khắc phục những bất cập trong công tác lập và quản lý thực hiện tiến độ thi công của nhà thầu xây lắp*, Luận văn Thạc sỹ, Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
2. Lê Đình Linh và Vũ Phương Ngân (2011), *Phương pháp xác định giá ca máy và thiết bị thi công trong xây dựng*, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
3. Nguyễn Bá Vy và Bùi Văn Yên (2007), *Giáo trình lập định mức xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. Nguyễn Tôn Nhan và Phú Văn Hân (2013), *Từ điển tiếng Việt*, Nhà xuất bản Từ điển Bách khoa, Hà Nội.
5. Tổng hội xây dựng Việt Nam (2011), *"Thông cáo báo chí giới thiệu Hội thảo: Thời gian thực hiện dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam - Thực trạng và giải pháp"*, Hà Nội.