



Tạp chí

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THỦY LỢI

Viện Khoa Học Thủy Lợi Việt Nam

SỐ 56 ISSN: 1859-4255
10 - 2019



Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam trang trọng tổ chức Lễ khánh thành tượng đài ông Trần Đăng Khoa, Giám đốc đầu tiên của Viện

Journal of Water Resources Science and Technology
VIETNAM ACADEMY FOR WATER RESOURCES



VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

Tổng biên tập
Nguyễn Vũ Việt

Phó Tổng biên tập
Tăng Đức Thắng
Trần Đình Hòa

Ủy viên thường trực
Nguyễn Thanh Bằng

Hội đồng biên tập
Nguyễn Tùng Phong
Nguyễn Quốc Dũng
Nguyễn Ngọc Quỳnh
Trịnh Văn Hạnh
Đoàn Thế Lợi
Đoàn Doãn Tuấn
Nguyễn Đăng Vỹ
Đặng Hoàng Thanh
Trần Bá Hoàng

Thư ký tòa soạn
Vũ Thị Tinh

Giấy phép xuất bản số
1450/GP-BTTTT
ngày 28 tháng 9 năm 2010

In tại:
Công ty TNHH in và Thương mại Mê Linh

[TRONG SỐ NÀY]

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

- T2** Xác định phạm vi và vai trò các khu vực trên bãi sông trong không gian thoát lũ trên sông
Nguyễn Ngọc Quỳnh, Bùi Huy Hiếu, Nguyễn Ngọc Đăng, Nguyễn Thanh Tùng
- T9** Quy hoạch phòng chống lũ và quy hoạch đề điều chỉnh Bắc Ninh đảm bảo an toàn phòng, chống lũ và phát triển kinh tế xã hội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050
Hồ Việt Cường
- T18** Nghiên cứu xác định những thay đổi bổ sung về chi phí đầu tư cho các cống dưới đê vùng triều ở miền Bắc và miền Trung thích ứng với biến đổi khí hậu
Đinh Xuân Trọng, Đỗ Hoài Nam, Dương Quốc Huy, Đỗ Thị Thùy Dung
- T28** Đánh giá sản phẩm mưa dự báo tổ hợp từ các mô hình dự báo mưa số trị toàn cầu: ứng dụng cho lưu vực sông Kone
Đỗ Anh Đức, Nguyễn Thị Thu Hà, Ngô Lê An
- T38** Dự báo mưa trên lưu vực hồ Dầu Tiếng từ tài liệu dự báo thời tiết toàn cầu phục vụ dự báo dòng chảy lũ đến và điều tiết hồ trong mùa lũ
Đinh Công Sản, Lưu Ngọc Thanh, Nguyễn Văn Lan
- T47** Đánh giá diễn biến hạn hán và phân cấp độ yếu tố tác động đến hạn thủy văn ở vùng đồng bằng sông Hồng - Thái Bình
Hồ Việt Cường, Trần Văn Trà, Nguyễn Huy Phương
- T58** Hiệu quả của mô hình đồng quản lý rừng ngập mặn và tài nguyên thiên nhiên cho vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long
Trần Chí Trung, Đinh Vũ Thùy
- T67** Đánh giá rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng: Áp dụng cho hệ thống cống Cái Lớn - Cái Bé ở đồng bằng sông Cửu Long
Nguyễn Đức Công Hiệp, Lê Viết Minh, Đỗ Đức Dũng, Nguyễn Trung Nam, Nguyễn Thị Minh Ngọc, Benjamin Hodick, Katharina Lotzen, Trần Minh Điền, Nguyễn Thị Liên
- T79** Giải pháp thúc đẩy liên kết sản xuất, tiêu thụ sản phẩm vùng chuyển đổi sản xuất lúa - tôm ven biển Tây, đồng bằng sông Cửu Long
Đoàn Doãn Tuấn, Trần Việt Dũng
- T89** Xây dựng tiến độ thi công công trình thủy lợi theo lý thuyết độ tin cậy
Nguyễn Hữu Huế, Nguyễn Văn Sơn
- T99** Phân vùng địa mạo, động lực học hình thái ven bờ và khả năng xuất hiện bùn loãng tại luồng tàu biển Việt Nam
Nguyễn Anh Tuấn
- T108** Phân vùng khai thác nước dưới đất nhằm định hướng cho việc quản lý khai thác sử dụng bền vững nguồn nước vùng bán đảo Cà Mau
Đồng Uyên Thanh, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Ngô Đức Chân, Nguyễn Đăng Tính
- T118** Nghiên cứu sóng tràn và áp lực sóng tác động lên tường biển có mũi hắt sóng bằng mô hình máng sóng số
Lê Đức Dũng, Trần Thanh Tùng, Nguyễn Quang Chiến

XÂY DỰNG TIẾN ĐỘ THI CÔNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THEO LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY

Nguyễn Hữu Huế

Bộ môn Công nghệ và Quản lý xây dựng - Đại học Thủy lợi

Nguyễn Văn Sơn

Bộ môn Công nghệ và Quản lý xây dựng - Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Chậm tiến độ thi công trong công trình thủy lợi không còn xa lạ mà đã trở nên phổ biến trong thời gian qua. Các yếu tố rủi ro gây chậm tiến độ và mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố đến việc chậm tiến độ công trình thủy lợi đã được tác giả phân tích và đánh giá. Qua kết quả nghiên cứu đã cho thấy việc lập tiến độ thi công theo phương pháp tất định hiện nay không phù hợp với thực tế thi công. Vì vậy, phương pháp lập tiến độ thi công có xét đến các nhân tố rủi ro là cần thiết. Nghiên cứu này đưa ra phương pháp lập và đánh giá tiến độ thi công công trình thủy lợi theo lý thuyết độ tin cậy bằng việc mô phỏng Monte-Carlo dựa trên các phân phối thời gian thi công đã được tác giả nghiên cứu trước đây.

Keyword: Tiến độ thi công, độ tin cậy, rủi ro

Summary: Delay in schedule of construction in irrigation work has become popular in recent years. The risk factors causing delay and the influence of each factor on the delay of irrigation works have been analyzed and evaluated by author. The results of research have shown that the current construction schedule by determined method is inappropriate. Therefore, planning schedule method that considers risk factors is essential. This research provides a method of planning and evaluating schedule of irrigation works through the reliability theory by Monte-Carlo simulation based on the construction time distributions which is previously studied by author.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình thủy lợi có tầm quan trọng trong việc ổn định và phát triển kinh tế-xã hội. Trong những năm gần đây có nhiều công trình thủy lợi đã được Chính phủ quan tâm đầu tư. Tuy nhiên, việc chậm tiến độ thi công các công trình thủy lợi đã gây thiệt hại không nhỏ cho ngân sách.

Trong nghiên cứu trước đây [1], tác giả đã chỉ ra có 6 nhóm nhân tố gây ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công đó là: Kỹ thuật, bên ngoài, con người, thiết kế, quá trình và pháp lý. Trong đó yếu tố kỹ thuật là yếu tố tác động mạnh nhất,

sau đó đến các nhân tố bên ngoài. Trên cơ sở đó, nghiên cứu cũng đã tiến hành thu thập và phân tích thống kê các đại lượng thời gian thi công của các công việc chính trong công trình thủy lợi để làm cơ sở cho việc lập tiến độ thi công, tránh định tính chủ quan của người lập.

Với nghiên cứu này tác giả đánh giá sự không chắc chắn trong việc lập tiến độ của công trình thủy lợi. Đầu tiên, sử dụng phương pháp sơ đồ mạng (CPM) để lập tiến độ thi công cho công trình theo cách làm thông thường, được gọi là tiến độ cơ sở. Sau đó, xem xét các tác động của các nhân tố bằng việc mô phỏng thời gian thi công theo mô phỏng Monte Carlo (MCS). Ngoài ra, sự không chắc chắn của thời gian thi công các công việc xây dựng được định lượng với các đường phân phối rủi ro và các chỉ số

Ngày nhận bài: 16/9/2019

Ngày thông qua phản biện: 09/10/2019

Ngày duyệt đăng: 15/10/2019

độ nhạy với thời gian. Công trình đập đất hồ Darana-Bình Phước được ứng dụng thực hành để đánh giá hiệu quả của phương pháp luận đề xuất trong việc lên kế hoạch cho các hoạt động xây dựng đập.

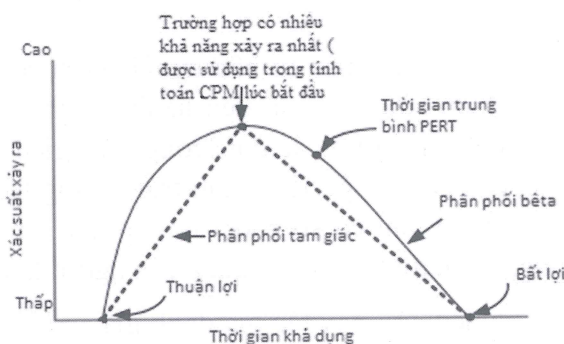
2. CƠ SỞ KHOA HỌC

2.1. Phương pháp sơ đồ mạng

Trong CPM, khoảng thời gian của một nhiệm vụ hoặc hoạt động của dự án được xác định dựa trên mô hình tất định (thông qua dự đoán chủ quan của người lập và cân đối dựa trên định mức xây dựng). Đường găng bao gồm các hoạt động mà tổng thời gian dự trữ bằng không và không được trì hoãn trong quá trình hoàn thành.

2.2. So sánh giữa Pert và CPM

Sự khác biệt chính giữa PERT và CPM là tính toán thời gian hoạt động của chúng. PERT sử dụng trung bình trọng số thời gian có nhiều khả năng nhất, thời gian lạc quan, và thời gian bất lợi. CPM sử dụng thời gian trung bình. Hình 1 minh họa thời gian được sử dụng trong cả hai phương pháp.



Hình 1: Thời gian sử dụng trong PERT và CPM

Một trong những thiếu sót của phương pháp PERT là sự khó khăn trong việc đo lường thời điểm thuận lợi, bất lợi và có nhiều khả năng nhất (Littlefield và Randolph 1987). Hơn nữa, bất lợi quan trọng nhất của PERT là nó chỉ xem xét một đường găng. PERT không xem

xét các đường găng với đường găng. Trong trường hợp này, PERT cung cấp ước tính thấp hơn thời gian thực để hoàn thành dự án (Hendrickson và Au 1989).

Lý thuyết độ tin cậy dựa trên phương pháp mô phỏng Monte Carlo (MCS) có thể khắc phục những thiếu sót của PERT. MCS tập trung vào các hoạt động gần đường găng bằng cách sử dụng phân bố xác suất cho các khoảng thời gian hoạt động khác nhau trong khi lập kế hoạch dự án.

2.3. Phương pháp mô phỏng Monte Carlo

Phương pháp mô phỏng Monte Carlo tạo ra nhiều số liệu đầu vào ngẫu nhiên dùng để mô phỏng hệ thống và tính toán nhiều số liệu đầu ra, mỗi số tương ứng với một mô phỏng cho hệ thống. Sau đó, nhiều mô phỏng đầu ra được phân tích một cách thống kê để đánh giá đặc trưng hệ thống. Các bước thực hiện mô phỏng MCS được thể hiện như hình 2.

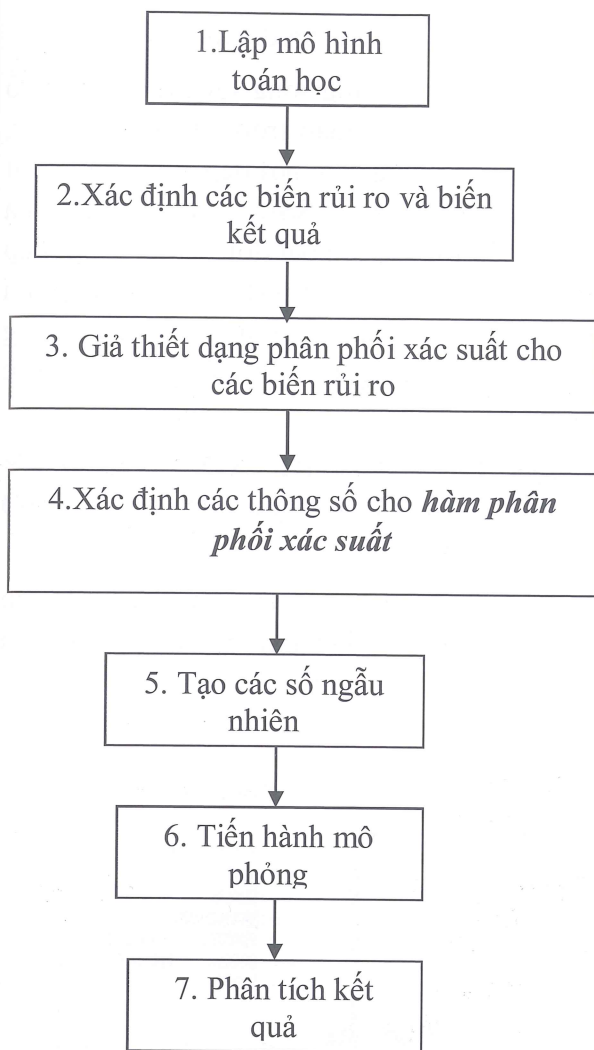
2.4. Các chỉ số độ tin cậy

a. Chỉ số tới hạn

Chỉ số tới hạn đánh giá tầm quan trọng của dự án. CI được thể hiện dưới dạng phần trăm. Nó cho thấy tỷ số giữa số lần mà một hoạt động nằm trên đường găng của dự án trên tổng số mô phỏng dự án với MCS. Các hoạt động có CI cao thì dự án càng có khả năng bị chậm trễ nếu các hoạt động này bị chậm. Chỉ số CI được xác định theo phương trình sau:

$$CI_j = \frac{H_j}{N} \times 100 \quad j=1,2,...,n$$

Trong đó: j = nhân tố hoạt động; n = số hoạt động của dự án; H_j = số thời gian mà hoạt động thứ j tới hạn trong MCS; và N là tổng số lần lặp lại trong phương pháp MCS.



Hình 2: Các bước thực hiện MCS

b. Chỉ số độ nhạy thời gian

Chỉ số DS của một hoạt động ước tính sự ảnh hưởng mà khoảng thời gian của hoạt động đó đối với thời gian của tổng dự án. Các hoạt động có chỉ số DS cao có nhiều khả năng ảnh hưởng tới thời gian của dự án nhất. Người ta tính toán chỉ số DS từ sự tương quan giữa thời gian của một hành động và thời gian của các hành động khác. Sự tương quan được tính toán thường xuyên với hệ số tương quan Spearman:

$$p_j = 1 - \frac{(6 \cdot \sum_{i=1}^N (d_{ij})^2)}{N(N^2 - 1)}$$

Trong đó: p_j = hệ số tương quan cho hoạt động thứ j ; i = số mô phỏng của phương pháp MCS; d_{ij} = sự khác nhau giữa các thứ hạng

của khoảng thời gian của hoạt động thứ j và khoảng thời gian của dự án trong sự mô phỏng thứ i ; N = tổng số mô phỏng phương pháp MCS.

c. Chỉ số tính chất quyết định

CRI được sử dụng để xác định tầm quan trọng của thời gian của một hoạt động đối với thời gian của dự án. Chỉ số CRI của một hoạt động có giá trị cao biểu thị rằng hoạt động như vậy có ảnh hưởng lớn so hơn các hoạt động khác tới khoảng thời gian của dự án. Chỉ số CRI được tính theo công thức có liên quan giữa chỉ số CRI và chỉ số DS:

$$CRI_j = DS_j \times CI_j$$

d. Chỉ số thời gian nhạy cảm

Một trong những nhược điểm của việc sử dụng CI là sự hiện diện của một hoạt động trong tất cả các mô phỏng của phương pháp MCS không ngụ ý tầm quan trọng của hoạt động đó để hoàn thành một dự án đúng thời hạn. Ví dụ, một hoạt động có khoảng thời gian là một ngày có ít ảnh hưởng tới thời điểm kết thúc dự án. Đây có thể là trường hợp ngay cả khi một hoạt động có $CRI = 100\%$. Để khắc phục bất lợi này, người ta có thể sử dụng SSI.

Để xác định và xếp hạng các hoạt động có thể ảnh hưởng đến khoảng thời gian và ngày kết thúc dự án, SSI được tính bằng công thức thể hiện dưới dạng phần trăm (PMBOK 2004).

$$SSI = \left[\sqrt{\frac{\text{Var}(d_i)}{\text{Var}(RD)}} \right] \cdot CI$$

$$\widehat{SSI} = \frac{\sigma_{d_i} \cdot \widehat{CI}}{\sigma_{RD}}$$

Trong đó: i = bộ đếm hoạt động; d_i = thời gian hoạt động thứ i ; σ_{d_i} = độ lệch chuẩn của thời gian hoạt động thứ i trong mô phỏng lặp lại; RD = tổng thời gian của dự án; và σ_{RD} = chuẩn độ lệch của tổng thời gian dự án cho các lần lặp lại mô phỏng.

e. Chỉ số nối tiếp/song song

Chỉ số SP được xác định trong khoảng (0,1) cho biết liệu có hay không việc dự án tuân theo mạng lưới nối tiếp hoặc song song. Nếu SP=0, tất cả các hoạt động được xếp song song, trong khi SP=1 nghĩa là tất cả các hoạt động được nối đuôi nhau và mạng lưới này hoàn toàn theo thứ tự nối tiếp. SP là một chỉ số:

$$SP = \begin{cases} 1 & \text{nếu } n=1 \\ \frac{m-1}{n-1} & \text{nếu } n>1 \end{cases}$$

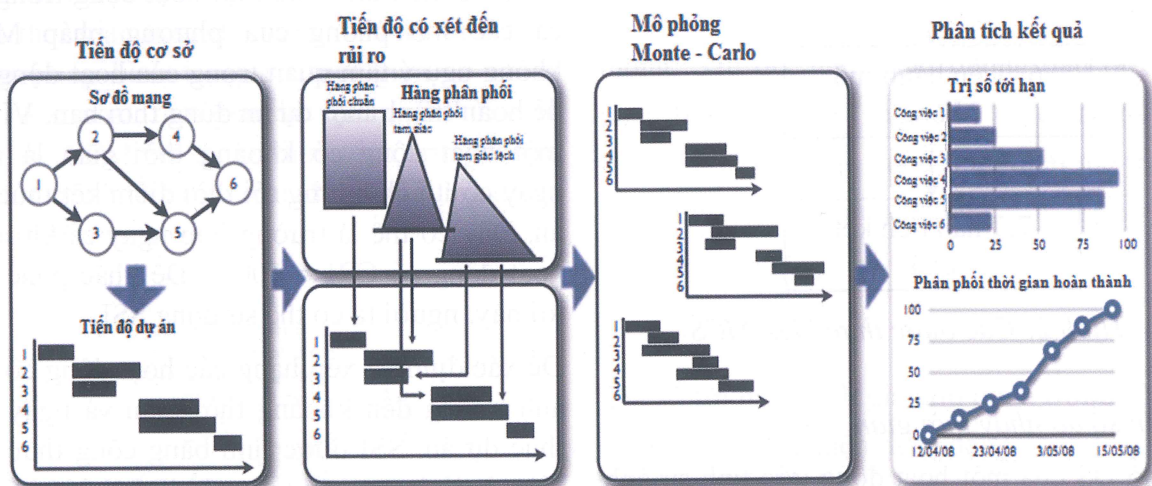
Trong đó: n = số hoạt động có thời hạn khác không; (các hoạt động chỉ xác định thời gian bắt đầu hoặc kết thúc các mốc quan trọng không được xem xét); và m = số lượng hoạt

động thực hiện tối đa của dự án.

Nếu mạng lưới ở dạng song song thì các chỉ số CI, DS, và CRI là quan trọng nhất. Mặt khác, nếu dự án là mạng lưới nối tiếp, chỉ số tốt nhất cho phân tích dự án là SSI. Tính chính xác của các dự báo trong các hoạt động song song thấp hơn so với các dự báo trong các hoạt động nối tiếp. Nói cách khác, số lượng các hoạt động được xem xét càng lớn thì mức độ chính xác của dự báo càng cao.

3. LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG THEO LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY SỬ DỤNG MÔ PHỎNG MCS

Để lập tiến độ thi công theo lý thuyết độ tin cậy sử dụng mô phỏng monte-carlo cần tiến hành 4 bước theo sơ đồ sau:



Hình 3: Các bước lập tiến độ thi công theo lý thuyết độ tin cậy

Bước đầu tiên yêu cầu phải lập tiến độ cơ sở như các phương pháp cố định thường dùng làm cơ sở để tham chiếu cho các bước còn lại. Trong bước thứ hai, sự không chắc chắn của thời gian thi công hay các rủi ro được xét đến dẫn đến sự ước tính phạm vi thời gian hoạt động. Bước thứ ba đòi hỏi một mô phỏng Monte-Carlo mở rộng để mô phỏng tiến độ dựa trên các ước tính thời gian ở bước 2. Trong bước cuối

cùng, kết quả được báo cáo thông qua đánh giá chỉ số độ tin cậy.

Bước 1: Lập tiến độ cơ sở

Cả hai phương pháp lập tiến độ PERT và CPM đều tính toán đường găng dựa trên logic và các ước tính thời gian hoạt động được thực hiện một cách chủ quan bởi người lập tiến độ và người quản lý dự án. Tuy nhiên, các ước tính đó thường gặp sai lầm và mang tính chủ quan,

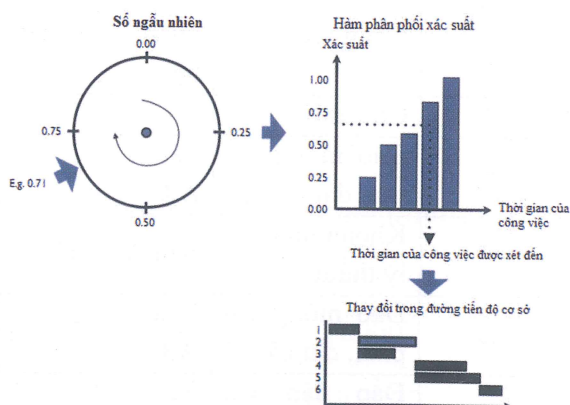
kinh nghiệm của người lập tiến độ. Hơn nữa, trong quá trình thi công có những công tác nằm trên đường găng có thể trở thành những công tác không găng và ngược lại, do gặp phải tác động của nhiều yếu tố đã được phân tích trong những nội dung được tác giả nghiên cứu trước đó.

Bước 2. Rủi ro và sự không chắc chắn

Quản lý rủi ro đòi hỏi kỹ năng phân tích và kiến thức cơ bản về thống kê, trong đó thường được coi là phức tạp về mặt toán học và đôi khi là lý thuyết và xa rời thực tiễn. Trong bước này, việc thiết lập hàm xác suất của thời gian thực hiện các công tác là rất quan trọng. Việc này đã được nghiên cứu và phân tích trong nội dung nghiên cứu của tác giả. Điều này sẽ giúp ích nhiều cho các kỹ sư trong việc lập tiến độ thi công trong công trình thủy lợi. Việc sử dụng hàm phân phối xác suất của thời gian thi công các công việc so với bước lập tiến độ cơ sở mà thời gian được xác định dựa theo định mức có ý nghĩa rất lớn trong bước 2 này.

Bước 3. Mô phỏng Monte-Carlo

Nguyên tắc cơ bản cơ bản của chạy mô phỏng Monte-Carlo được mô tả như sau:



Hình 4: Nguyên tắc mô phỏng monte-carlo

Ở bước này, trong mỗi lần chạy sẽ tạo ra 1 số ngẫu nhiên từ 0 đến 1, tương ứng với nó sẽ có

1 thời gian công việc dựa trên phân phối xác suất đã được thiết lập, từ đó xây dựng được tiến độ tương ứng, quá trình này được lặp đi lặp lại nhiều lần.

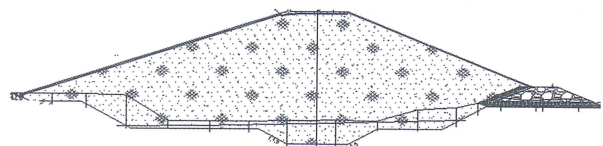
Bước 4. Kết quả

Trong mỗi lần chạy mô phỏng, công cụ mô phỏng đã ghi lại tất cả các tiến độ của dự án và các đường găng trong tiến trình mô phỏng để có thể đo lường mức độ nhạy của hoạt động của dự án. Các chỉ số độ nhạy này phản ánh mức độ chính xác của tiến độ theo lý thuyết độ tin cậy.

4. XÂY DỰNG TIẾN ĐỘ THI CÔNG CHO ĐẬP DARANA

4.1. Giới thiệu đập Darana

Đập Darana thuộc huyện Bù Đăng, tỉnh Bình Phước. Đập đất đồng chất, với hệ số mái thượng lưu $m = 2.5$, hạ lưu $m = 2.25$. Đập đất bằng máy đảm bảo độ chặt đất đắp $K \geq 0.95$. Xử lý thấm bằng khoan phụt vữa sét + xi măng, làm đáy chân khay chống thấm cho nền và thân đập. Gia cố mái thượng lưu bằng đá lát khan. Mặt đập: Chiều rộng +6,0m; Mái hạ lưu: Mái hạ lưu trồng cỏ và làm hệ thống lăng trụ thoát nước;



Hình 5: Mặt cắt ngang đập

4.2. Lập tiến độ thi công cơ sở theo định mức xây dựng

Tiến độ thi công được tính toán dựa trên cân đối cung ứng nhân lực và định mức xây dựng như sau:

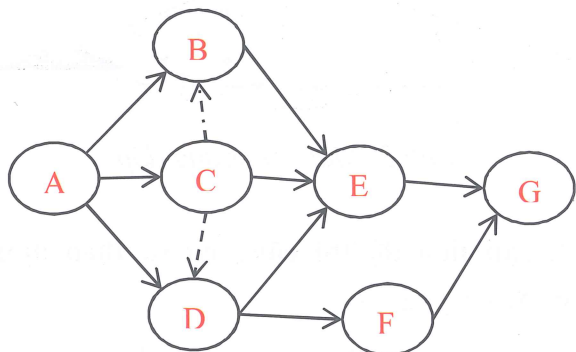
Bảng 1: Tính toán tiến độ cơ sở

TT	Mã hiệu	Tên công việc	Đơn vị	Khối lượng	Công định mức	Công thành phần	Thời gian (ngày)	Công/ngày
1	AA.11215	Chuẩn bị mặt bằng	100m ³	41.011	1.535	62.95	6.5	10
2	AB.27321	Đào móng vai trái	100m ³	41.011	4.19	171.83	9.0	20
3	AB.27321	Đào móng vai phải	100m ³	27.341	4.19	41.96	2.5	20
4	KH.10010	Khoan tạo lỗ để phụt vữa	m	1,020.	1.14	1162.8	39.0	30
5	PH.10010	Phụt vữa xử lý thấm	m	1,020.	0.466	475.32	24.0	20
6	AB.63114	Đắp đập vai trái	100m ³	247.383	1.48	366.12	38.5	20
7	AB.63114	Đắp đập vai phải	100m ³	164.922	1.48	244.08	32.5	20
8	AE.12110	Xếp đá lăng trụ thoát nước	m ³	1,153.73	1.2	1384.47	69.5	20
9	AK.96133	Làm tầng lọc bằng đá dăm 4x6	100m ³	8.665	8.6	74.52	4.0	20
10	AK.96111	Làm tầng lọc bằng cát	100m ³	9.056	5.87	53.15	3.0	20
11	AE.12120	Lát đá mái thượng lưu	m ³	557.28	1.4	780.19	39.5	20
	Tổng						157	

Kết quả, sau khi cân đối nguồn tài nguyên (biểu đồ nhân lực):

+ Thời gian khởi công: ngày 6/9/2019

+ Thời gian thi công: 157 ngày



Hình 6: Sơ đồ mạng cho các công tác chính

Bảng 2: Bảng tiến độ công tác chính

TT	Ký hiệu	Công việc	Mối quan hệ	Ngày
1	A	Chuẩn bị		7
2	B	Đào móng vai trái, đất cấp 2	Sau A,C	9
3	C	Khoan phụt xử lý thấm	Sau A	63
4	D	Đào móng vai phải, đất cấp 2	Sau A,C	3
5	E	Đắp đập vai trái	Sau B,C,D	38
6	F	Đắp đập vai phải	Sau D	32

4.3. Tác động của các yếu tố rủi ro và phân phối xác suất các công việc:

Bảng 3: Tác động của các rủi ro

TT	Ký hiệu	Tên rủi ro	Tần suất (%)	CV bị tác động						
				A	B	C	D	E	F	G
1	TK	Hồ sơ thiết kế (sai sót, lỗi...)	7.90					x	x	x
2	BN	Yếu tố bên ngoài (thủy văn, dòng chảy, địa chất, quyết định chậm của chủ đầu tư...)	24.80		x		x	x	x	
3	CN	Con người (thay đổi, không chuyên nghiệp...)	18.00			x				x
4	KT	Kỹ thuật (biện pháp thi công, máy móc thiết bị...)	18.50		x	x	x	x	x	x
5	PL	Pháp lý (hợp đồng không chặt chẽ...)	7.30	x						
6	QT	Quá trình thi công (chậm bán giao mặt bằng, chậm thanh toán...)	8.30	x						

Bảng 4: Xác suất các công việc

Tên công việc	Thấp hơn ĐM (%)		Cao hơn ĐM (%)	
	TB	Lệch chuẩn	TB	Lệch chuẩn
Chuẩn bị mặt bằng	85.50	4.58	111.62	3.57
Đào đất cấp 2	90.02	3.91	125.77	7.25
Khoan phụt	90.18	4.81	120.31	6.68
Đắp đất độ chặt k95	88.78	3.35	152.27	8.16
Lát đá mái nghiêng	88.43	4.30	122.04	9.16

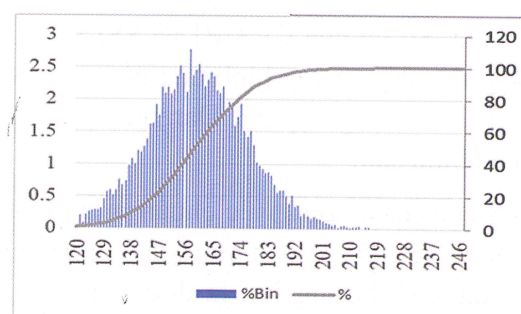
4.4. Tính toán tiến độ theo lý thuyết độ tin cậy sử dụng mô phỏng Monte-Carlo:

Bảng 5: Mô phỏng tiến độ thi công theo Monte-carlo

TT	Ký hiệu	Min	Dự kiến	Max	mean	SD	Ngày thi công	ESD	EFD	LSD	LFD
		(ngày)	(ngày)	(ngày)							
1	A	6.4	7	7.85383	7	0.72334	7	0	7	0	7
2	B	8.5	9	11.8122	9	1.7913	7	78	85	78	85
3	C	55.7	63	73.3213	63	8.83093	71	7	78	7	78
4	D	2.7	3	4.387	3	0.90479	2	78	80	83	85
5	E	33.0	38	57.2669	38	12.8178	37	85	122	85	122
6	F	29.7	32	48.3599	32	10.1654	31	80	111	91	122
	G	36.2	40	43.4816	40	3.64555	36	122	158	122	158

Bảng 6: Kết quả mô phỏng

Số lần mô phỏng:	10000	lần
Trung bình:	159.4222	ngày
Lớn nhất:	229	ngày
Nhỏ nhất:	92	ngày



Hình 7: Biểu đồ xác suất số lần mô phỏng và thời gian hoàn thành dự án

Biểu đồ tiến độ cho thấy thời gian hoàn thành dự án ở xác suất 95% là 185 ngày.

4.5. Tính toán chỉ số độ tin cậy

a. Chỉ số SP

Trong số 15 công việc cần thiết cần thực hiện việc thi công đập đất Darana, có 10 công việc có tầm quan trọng và có khối lượng lớn, trong đó có 8 công việc chính chính được xem xét lập tiến độ mô phỏng. Chỉ số SP cho việc xây dựng đập đất Darana: $SP = (8-1)/(11-1) = 0.7$.

Vậy chỉ số SP gần bằng 1 cho thấy tiến độ thi công được mô phỏng là dạng nối tiếp, có nghĩa là việc dự báo có độ chính xác cao. Ngoài ra trong mạng nối tiếp thì chỉ số SSI được chú ý hơn các chỉ số còn lại như CI, CRI.

b. Chỉ số CI, CRI và SSI

Bảng 7 liệt kê các kết quả từ việc phân tích mô phỏng cho chỉ số độ nhạy thời gian CI, CRI và SSI. Trước tiên muốn phân tích được độ nhạy về thời gian của các công việc, cần phải so sánh với giá trị trung bình của độ nhạy. Một

hành động cần thiết phải được thực hiện nếu công việc nào có độ nhạy thời gian lớn hơn giá trị trung bình.

Quan sát từ bảng 7 thấy rằng hoạt động chuẩn bị của dự án có chỉ số $CI = 100\%$ là một hoạt động quan trọng của dự án. Các nhiệm vụ chính khác có chỉ số độ nhạy tạm thời cao, đặc biệt công việc khoan phụt có $CI = 100\%$ cho thấy mức độ quan trọng của công việc này trong quá trình thi công.

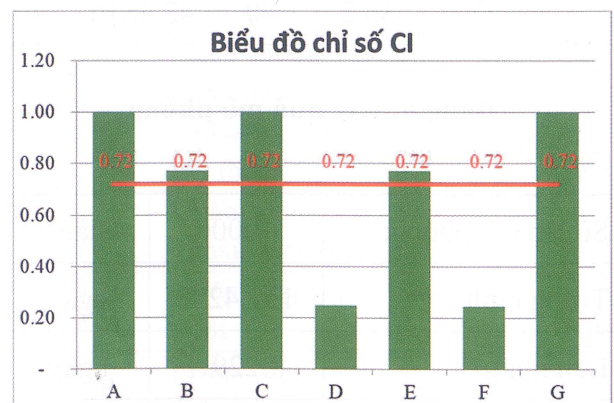
Mặc dù trong tiến độ thi công cơ sở đã chỉ ra chỉ có công việc chuẩn bị, khoan phụt, đào móng vai trái, đắp đập vai trái và lát đá mái thượng lưu nằm trên đường găng. Nhưng qua kết quả mô phỏng có thể thấy không phải lúc nào các công việc này cũng đều nằm trên đường găng. Việc rủi ro trong quá trình thi công đập đất làm chậm tiến độ thi công là điều không thể tránh khỏi. Vì vậy, biết trước, dự báo trước được thời gian thi công và nắm bắt được tầm quan trọng của từng công việc có ý nghĩa quan trọng trong lập và quản lý tiến độ thi công.

Bảng 7: Các chỉ số độ tin cậy

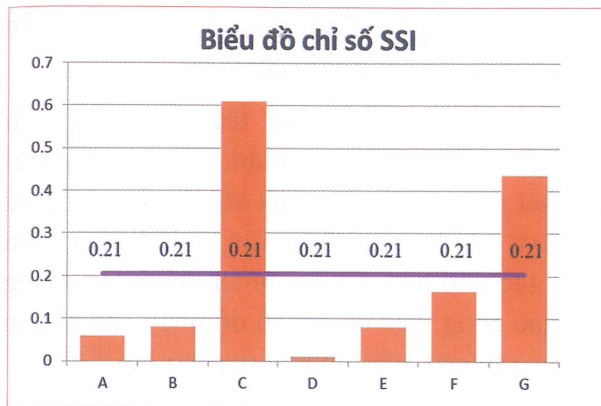
Công việc	A	B	C	D	E	F	G
CI	1.00	0.77	1.00	0.25	0.77	0.25	1.00
CRI	0.01213	0.01068	-0.0002	0.01489	0.00686	-0.001	-0.004539
SSI	0.05873	0.07944	0.60992	0.00936	0.07947	0.1633	0.4371084

Chỉ số ngưỡng độ nhạy trung bình cần được sử dụng để làm nổi bật tầm quan trọng của các công việc. Sơ đồ của CI, CRI và SSI và chỉ số ngưỡng độ nhạy trung bình của các công việc chính khi thi công đập đất Darana được mô tả như các hình sau:

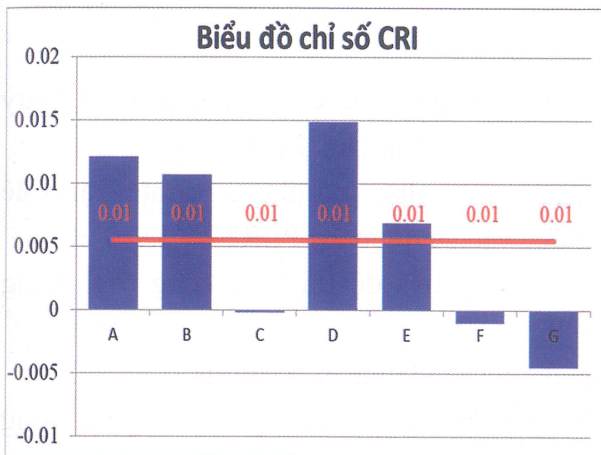
Hình 8 cho thấy, công việc chuẩn bị mặt bằng, đào móng vai trái, khoan phụt, đắp đập vai trái và lát đá mái thượng lưu là được ưu tiên cao nhất. Chỉ số CI của các hoạt động này lớn hơn chỉ số CI trung bình = 72%.



Hình 8: Chỉ số CI



Hình 9: Chỉ số SSI



Hình 10: Chỉ số CRI

Hình 9 cho thấy SSI cho các nhiệm vụ của việc xây dựng đập đất và giá trị SSI trung bình = 21%. Các công việc: khoan phụt và lát đá mái thượng lưu có trị số SSI theo thứ tự là 61% và 44%. Dựa vào các giá trị SSI trung bình ở trên, chúng được xếp hạng ưu tiên cao nhất, trong khi đó các công việc khác xếp hạng ưu tiên thứ 2.

Hình 10 cho thấy giá trị CRI cho các công việc chính của dự án xây dựng đập đất là kết quả từ việc nhân các chỉ số CI và DS. Giá trị trung bình của CRI bằng 1%. Mặt khác, các công việc: chuẩn bị mặt bằng, đào móng vai trái, đắp đập vai trái, đắp đập vai phải có giá trị CRI cao hơn giá trị CRI trung bình và được xếp hạng ưu tiên cao nhất về trị số CRI.

Các chỉ số cho thấy hoạt động đắp đập vai trái có chỉ số CI lớn tức là nằm trên đường găng

khá nhiều, nhưng chỉ số SSI lại nhỏ hơn giá trị trung bình, nên nếu bỏ qua rủi ro liên quan đến công việc này sẽ gây ảnh hưởng đến các công việc khác.

Bảng 8: Các hoạt động có độ nhạy nhất đối với xây dựng đập đất Darana

Công việc chính	Nhiệm vụ cần chú ý
Công tác chuẩn bị	Chuẩn bị máy móc, thiết bị
	Chuẩn bị mặt bằng
	Chuẩn bị nhân lực
	Xây dựng đường thi công (nếu cần)
Đào móng vai trái	Máy móc, nhân lực
	Phối hợp xe máy
	Thủy văn, dòng chảy
Khoan phụt	Công tác khoan
	Bố trí tổ đội
	Công tác kiểm tra, theo dõi
Đắp đất vai trái	Bãi vật liệu
	Bãi thí nghiệm
	Thi công dây chuyền
	Kiểm tra, theo dõi
	Phối hợp xe máy, thiết bị
	Khí tượng thủy văn
Lát đá mái thượng lưu	Chuẩn bị vật liệu
	Tổ thợ chuyên môn, kỹ thuật, tay nghề

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã trình bày các hạn chế của phương pháp lập tiến độ theo CPM và PERT, từ đó cho thấy phương pháp lập tiến độ theo lý thuyết độ tin cậy là cần thiết. Trên cơ sở các nghiên cứu trước đây của tác giả, thời gian thi công các công tác được xác định một cách

ngẫu nhiên dựa trên phân phối xác suất có xét đến ảnh hưởng của các yếu tố rủi ro. Lập tiến độ thi công công trình thủy lợi theo lý thuyết độ tin cậy sử dụng mô phỏng Monte-carlo được thực hiện qua 4 bước: Lập tiến độ cơ sở, xác định rủi ro và phân phối xác suất các công việc, chạy mô phỏng, phân tích độ tin cậy.

Các kết luận đã được đưa ra dựa trên kết quả của nghiên cứu này:

Thời gian hoàn thành công việc ở xác suất

95% là 185 ngày. Thời gian dự kiến ban đầu (157 ngày) chỉ đạt độ tin cậy 47%.

Các công việc như công tác chuẩn bị, giải phóng mặt bằng, khoan phụt, đắp đập vai trái cần hết sức chú ý, đặc biệt cần lưu ý các điều kiện về khí tượng thủy văn ảnh hưởng đến công tác đắp đập. Chú ý hoàn thành tập trung vào các công việc có chỉ số độ nhạy cao khoan phụt xử thấm và lát đá mái thượng lưu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Sơn, “Phân tích các yếu tố gây chậm tiến độ trong công trình thủy lợi, thủy điện ở Việt Nam”, Tạp chí khoa học thường niên Đại học Thủy lợi, 2018.
- [2] TS. Đặng Công Thuật, “Nghiên cứu ứng dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để phân tích khả năng hoàn thành tiến độ thi công dựa vào sơ đồ mạng PERT”
- [3] ThS.Lê Hải Đăng ThS. Lưu Trường Văn, “Mô phỏng tiến độ thi công công trình bằng phương pháp Monte Carlo”
- [4] Averill M.Law & W.David Kelton – 2nd ed. Simulation Modeling & Analysis.
- [5] Nguyễn Hữu Huế, Nguyễn Văn Sơn, “Xử lý thống kê thời gian thi công các công tác trong công trình thủy lợi”