

LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM BẰNG KHOAN NỔ THEO TIÊU CHÍ HẠ GIÁ THÀNH VÀ ĐẨY NHANH TIẾN ĐỘ TRONG ĐIỀU KIỆN TRANG THIẾT BỊ CHO TRƯỚC BẰNG CÔNG CỤ MÔ PHỎNG EZSTROBE

SELECT UNDERGROUND CONSTRUCTION PLANS USING DRILLING AND BLASTING ACCORDING TO THE CRITERIA OF LOWERING COSTS AND SPEEDING UP PROGRESS UNDER GIVEN EQUIPMENT CONDITIONS USING THE EZSTROBE SIMULATION TOOL

➤ TS. Nguyễn Tiến Tinh - Email: nguyentientinh@qdtu.edu.vn

➤ TS. Vũ Trọng Hiếu - Email: hieu.vutrong94@gmail.com

Tóm tắt: Trong thi công công trình nói chung và công trình ngầm nói riêng, yêu cầu về đẩy nhanh tiến độ và giảm chi phí thi công luôn được đặt ra hàng đầu. Bài báo trình bày những kết quả chính của việc sử dụng công cụ mô phỏng đánh giá ảnh hưởng của việc lựa chọn trang thiết bị thi công công trình ngầm đến hiệu quả tổng hợp của việc thi công xét trên cả 2 tiêu chí giá thành và tiến độ thi công, trong trường hợp mỗi yếu tố được xác định mức độ quan trọng và được gán cho một trọng số cụ thể. Những kết quả của bài báo góp phần đưa ra gợi ý cho việc lựa chọn phương tiện thi công trong những yêu cầu cụ thể để mang lại hiệu quả cao nhất.

Từ khóa: Công trình ngầm, trang thiết bị, tiến độ, giá thành.

Abstract: In construction works in general and underground works in particular, the requirement to speed up progress and reduce construction costs is always top priority. This article presents the main results of using simulation tools to evaluate the impact of the selection of underground construction equipment on the overall efficiency of construction in terms of both cost and performance criteria. construction progress, in which case each factor is determined in importance and assigned a specific weight. The results of the article contribute to providing suggestions for choosing construction means within specific requirements to bring the highest efficiency.

Keywords: Underground works, equipment, schedule, price.

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh tốc độ đô thị hóa tăng nhanh, thiếu kiểm soát, đã dẫn đến tình trạng ách tắc giao thông, ô nhiễm môi trường, gây ảnh hưởng cho quá trình phát triển kinh tế, văn hóa, xã hội của đất nước. Việc xây dựng hệ thống công trình ngầm như hệ thống Tuynel kỹ thuật, hầm đi bộ, bãi xe ngầm, bể chứa nước ngầm, không gian thương mại, dịch vụ ngầm, tàu điện ngầm... là một nhu cầu bức thiết được đặt ra đối với các thành phố lớn

Bên cạnh đó, trong một số lĩnh vực đặc thù như thủy điện, khai khoáng, quân sự... thì các đường hầm hầm như là một thành phần không thể thiếu. Chính vì vậy công trình ngầm ngày càng phát triển và đóng góp một vai trò không nhỏ trong ngành xây dựng cả trên thế giới và ở Việt Nam.

Cũng giống như các công trình xây dựng nói chung, luôn đặt ra yêu cầu về chất lượng, tiến độ, giá thành đối với việc xây dựng các công trình ngầm. Tuy vậy với đặc thù về không gian chật hẹp, điều kiện thi công thiếu ánh sáng, không khí sạch... thì việc xây dựng công trình ngầm cũng mang những đặc điểm riêng.

Trong mỗi điều kiện cụ thể của công trường xây dựng các công trình ngầm, với lực lượng thi công, trang thiết bị đang có thì người chỉ huy sẽ phải nghiên cứu lựa chọn các phương án sử dụng nhân lực, thiết bị để mang lại hiệu quả cao nhất xét trên

các tiêu chí đặt ra, và những tiêu chí hàng đầu sẽ vẫn là hạ giá thành thấp nhất và đẩy tiến độ thi công lên cao nhất.

Ngày nay, với việc trợ giúp của các phần mềm mô phỏng quá trình thi công, thì việc nghiên cứu lựa chọn phương án thi công phù hợp, hiệu quả nhất đã được tiến hành tương đối thuận lợi, dễ dàng định hướng phương án và lựa chọn các thông số thi công phù hợp với từng điều kiện thi công cụ thể.

2. Cơ sở lý thuyết của phương pháp mô phỏng

Mô phỏng là quá trình xây dựng mô hình toán học của hệ thống thực và sau đó tiến hành tính toán thực nghiệm trên mô hình để mô tả, giải thích và dự đoán hành vi của hệ thống thực [2].

Như vậy, mô phỏng phải đạt được các yêu cầu là có mô hình toán học tốt, có khả năng làm thực nghiệm trên mô hình, có khả năng dự đoán hành vi của hệ thực.

Bản chất của phương pháp mô phỏng là xây dựng một mô hình số (Model Numerically), tức là mô hình được thể hiện bằng các chương trình máy tính, sau đó tiến hành các “thực nghiệm” trên mô hình để tìm ra các đặc tính của hệ thống được mô phỏng. Số lần “thực nghiệm” về lý thuyết được tăng lên vô cùng lớn [1], nhưng lại không tốn kém chi phí và dễ dàng thay đổi cấu trúc và thông số của mô hình, đây chính là ưu điểm hàng đầu của mô phỏng.

3. Giới thiệu về phần mềm mô phỏng EzStrobe

3.1. Cơ sở của phần mềm

Một ngôn ngữ lập trình mô phỏng đa năng, có khả năng mô hình hóa và mô phỏng các hoạt động xây dựng phức tạp là Stroboscope [3]. Các khối xây dựng tương tự như CYCLONE được sử dụng trong mô hình. Stroboscope giữ lại cơ chế mô phỏng AS (quét hoạt động - Activity Scanning), nhưng sử dụng ngôn ngữ mục đích chung (hàm, ràng buộc, biến...) để tăng cường khả năng mô phỏng. Trong Stroboscope, không cần bổ sung chu kỳ hoạt động riêng biệt để mô hình hóa các hoạt động với các tài nguyên tương tự.

EZStrobe [4] là phần mềm mô phỏng sử dụng công cụ của Stroboscope và cũng tuân theo mô thức mô phỏng quét hoạt động ba pha. Một mô hình mô phỏng EZStrobe được thể hiện hoàn toàn bằng một mạng đồ họa, có các nút và liên kết được xây dựng bằng đồ họa kéo và thả từ khuôn mẫu EZStrobe. Logic hoàn chỉnh của một mô hình EZStrobe được thể hiện hoàn toàn bởi mạng ACD và luôn hiển thị. Tất cả các liên kết được chú thích để hiển thị các điều kiện khởi động cho các hoạt động và định tuyến tài nguyên. Với một mạng đồ họa ban đầu, EZStrobe tạo ra mô hình tương đương bằng cách sử dụng các câu lệnh Stroboscope và gửi nó đến Stroboscope để thực hiện mô phỏng. Quá trình đó là tự động hóa và hoàn toàn ẩn đối với người dùng. Do đó, học và sử dụng EZStrobe không yêu cầu kiến thức về Stroboscope cũng như không sử dụng Stroboscope trực tiếp. Kết quả một mô phỏng EZStrobe được hiển thị trong cửa sổ đầu ra của Stroboscope và trong Visio bằng cách nhấp chuột phải vào từng nút. Như vậy khi sử dụng EZStrobe các thao tác rất trực quan và thuận lợi, dễ dàng thay đổi điều chỉnh các dữ liệu đầu vào và kiểm soát kết quả mô phỏng.

3.2. Đầu ra của mô phỏng

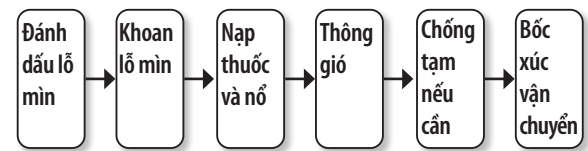
Một ACD EZStrobe được chú thích là một miêu tả hoàn chỉnh của một hoạt động, trong hầu hết các trường hợp, không cần thêm đầu vào cơ bản nào để chạy mô phỏng. Đối với các mô phỏng không dừng lại một cách tự nhiên (tức là, có khả năng có thể chạy mãi mãi), cần phải chỉ định một điều kiện kết thúc mô phỏng. Trong EZStrobe, điều kiện này có thể được chọn bằng cách chỉ định giới hạn về thời gian mô phỏng hoặc số lần diễn ra một hoạt động cụ thể. Mục đích của việc mô phỏng một hoạt động là để có được các số liệu thống kê của năng suất. Theo mặc định, EZStrobe sẽ tạo một báo cáo bao gồm thời gian mô phỏng và thông tin về các hoạt động của mô hình

4. Mô phỏng quá trình khoan, bốc xúc và vận chuyển đất đá ra khỏi đường hầm

4.1. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu để lựa chọn phương sử dụng trang thiết bị trong điều kiện hiện có để mang lại hiệu quả cao nhất theo tiêu chí tổng hợp Giá thành+Tiến độ.

Quy trình các bước thi công công trình ngầm bằng khoan nổ được thể hiện như sau:



Hình 1: Chu trình thi công công trình ngầm bằng khoan nổ

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo này, chỉ lựa chọn 3 nội dung chiếm trọng số lớn về thời gian và chi phí để đưa vào mô phỏng, gồm: Khoan, bốc xúc và vận chuyển.

Đối với chỉ tiêu giá thành và tiến độ, mong muốn chung là tìm ra được phương án thi công có giá thành thấp nhất và tiến độ nhanh nhất, trong điều kiện thực tế, tuy nhiên điều đó không phải lúc nào cũng khả thi. Chính vì vậy cần gắn trọng số cho theo mức độ quan trọng của mỗi tiêu chí, và lựa chọn theo điểm tổng hợp như sau:

- Gán B là tiến độ đào và vận chuyển được $1m^3$ đất đá ra khỏi đường hầm, đơn vị tính h/m^3 . Trọng số của B là b.

- Gán C là giá thành đào và vận chuyển được $1m^3$ đất đá ra khỏi đường hầm, đơn vị tính $1.000đ/m^3$. Trọng số của C là c.

Điểm tổng hợp để đánh giá là A:

$$A=b.B+c.C$$

Phương án nào có A tối thiểu sẽ là phương án được chọn

4.2. Chuẩn bị dữ liệu cho mô hình

Các biến đầu vào được xác định như sau:

- Đường hầm có khẩu độ 8m, diện tích gương $36m^2$ được thi công bằng phương pháp khoan nổ. Số lượng lỗ khoan 89, chiều dài lỗ khoan 1,12m, bước tiến gương 0,9m. Mỗi chu kỳ khoan nổ được một lượng đất đá là $42.0m^3$, lượng thuốc nổ sử dụng trong một chu kỳ 40kg, Khoảng cách từ vị trí thi công đến cửa hầm là 1km. Đất đá được vận chuyển từ vị trí gương thi công ra bên ngoài sau khi nổ và thông gió xong, khoảng cách từ cửa hầm đến bãi đổ là 1,5km.

- Giá trị các trọng số như sau:

$$+ b = 0,7$$

$$+ c = 0,3$$

- Các giá trị B và C chương trình tự xác định theo các kịch bản.

- Cho danh mục thiết bị thi công công trình ngầm như sau:

Trong mô hình này thì quãng đường vận chuyển trong và ngoài hầm là đủ rộng cho các xe tránh nhau. Quá trình vận chuyển bắt đầu sau khi nổ và thông gió xong (do bài báo tập trung vào quá trình khoan, vận chuyển đất đá do vậy biến Nap/Thuoc, No/Thong bằng 0).

Mô hình đã thiết lập được kiểm tra lỗi bằng chạy mô hình hoạt hình, báo cáo kết quả các quá trình chi tiết. Kết quả cho thấy mô hình đã hoạt động chính xác, có thể sử dụng để tiến hành mô phỏng.

Tiến hành mô phỏng với 27 trường hợp với các loại xe máy khác nhau.

4.4. Kết quả mô phỏng

Bảng 3. Kết quả mô phỏng

TT	Loại xe máy sử dụng			Kết quả		
	Máy khoan	Máy xúc	Xe tải	Tiến độ (m ³ /h)	Chi phí/1m ³ (1000đ)	Điểm tổng hợp
1	Máy 1	Xe 1	Xe 1	6,44322972	292,246364	87,7825798
2			Xe 2	7,77830357	256,572569	77,0617963
3			Xe 3	8,25283915	246,369476	73,9956932
4	Máy 2	Xe 1	Xe 1	6,63980705	287,360721	86,3136697
5			Máy 1	Xe 2	8,04992606	251,029900
6	Máy 3	Xe 3	Xe 3	8,60494159	239,193490	71,8394252
7			Xe 1	6,66358462	291,972007	87,6966821
8			Xe 2	8,08685824	254,522311	76,4432867
9	Máy 1	Xe 3	Xe 3	8,67024874	241,724806	72,5982092
10			Xe 1	6,61300577	288,538727	86,6675040
11			Xe 2	8,01612615	252,089385	75,7141731
12	Máy 2	Xe 3	Xe 3	8,51966012	241,584998	72,5576912
13			Xe 1	6,8071981	283,984906	85,2983384
14			Máy 2	Xe 2	8,31150527	246,152218
15	Máy 3	Xe 3	Xe 3	8,90165379	234,040970	70,2909601
16			Xe 1	6,84453147	287,911651	86,4757991
17			Xe 2	8,36722254	248,994791	74,7821331
18	Máy 1	Xe 3	Xe 3	8,98057677	236,168258	70,9284576
19			Xe 1	6,68843637	289,012869	86,8085483
20			Xe 2	8,12096253	251,924171	75,6634844
21	Máy 2	Xe 3	Xe 3	8,64422916	241,006709	72,3830234
22			Xe 1	6,88980878	284,211587	85,3651098
23			Máy 3	Xe 2	8,42395617	245,844711
24	Máy 3	Xe 3	Xe 3	9,04081591	233,206896	70,0395279
25			Xe 1	6,92263280	288,273130	86,5830875
26			Xe 2	8,47426652	248,806014	74,7244444
27	Máy 3	Xe 3	Xe 3	9,10391301	235,714352	70,7912288
			Xe 1			

5. Nhận xét và kiến nghị

Với kết quả đã nhận được, có thể thấy rằng mỗi phương án lựa chọn thiết bị, nhân lực sẽ mang tới một kết quả thi công khác nhau về tiến độ và giá thành tính trên một đơn vị thể tích đất đá. Có những phương án đẩy nhanh được tiến độ nhưng lại tốn kém về mặt chi phí và ngược lại, hoặc cũng có những phương án bất lợi cả về mặt tiến độ và giá trị, điều này phù hợp với thực tế thi công xây dựng khi việc sử dụng những máy móc thiết bị hiện đại thì có thể đẩy nhanh tiến độ nhưng đơn giá cao máy móc dẫn đến chi phí lớn, hoặc cũng có những loại máy móc thiết bị đã cũ, năng suất thấp và tiêu hao nhiên liệu lớn thì cũng dẫn đến bất lợi cả về mặt chi phí cũng như mặt tiến độ thi công.

Mỗi phương án lựa chọn đều xác định được điểm tổng hợp (giá trị A), phương án chọn sẽ là phương án có giá trị A nhỏ nhất. Trong các kịch bản đã chạy, giá trị A nhỏ là 70,0395279 tương ứng với phương án lựa chọn máy khoan loại 3, xe tải 3 và máy bốc xúc loại 2

Trong kịch bản chạy của bài toán, giá trị mặt định của các trọng số b và c được chọn lần lượt là 0,7 và 0,3 căn cứ trên mối tương quan về mức độ quan trọng của hai tiêu chí giá thành và tiến độ, nếu mối tương quan này thay đổi thì phương án lựa chọn tối ưu dựa trên điểm tổng hợp có thể thay đổi, điều này giúp cho người chỉ huy thi công có thể xác định được phương án tối ưu, từ đó có kế hoạch chuẩn bị thiết bị, vật tư, nhân lực để thi công hiệu quả nhất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Công Hiền, Nguyễn Thị Thục Anh (2006). Mô hình hóa hệ thống và mô phỏng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.
- Hoover, S. V., & Perry, R. F. (1989). Simulation: a problem-solving approach (p. 300). Reading, MA: AddisonWesley.
- Martinez, J. C. (1996). STROBOSCOPE: State and Resource Based Simulation of Construction Process, Ph.D. Dissertation. University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA.
- Martinez, J. C. (2001, December). EZStrobe-general-purpose simulation system based on activity cycle diagrams. In Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference (Cat. No. 01CH37304) (Vol. 2).