

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN ĐẤT ĐÁ ĐẾN TỐC ĐỘ THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM BẰNG MÁY ĐÀO HẦM LOẠI NHỎ

TS. ĐẶNG TRUNG THÀNH
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Công nghệ thi công công trình ngầm (CTN) bằng máy đào hầm loại nhỏ rất phức tạp, đòi hỏi cơ giới hóa, công tác quản lý và tổ chức đào hợp lý. Trong khi đó tốc độ thi công phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như sự cố, điều kiện đất đá hay công tác tổ chức thi công... Chúng làm rối loạn quy trình thi công, giảm năng suất tăng giá thành thi công CTN. Quy trình tổ chức thi công hợp lý giúp kiểm soát, điều chỉnh và phối hợp để nâng cao tốc độ đào. Để giải quyết vấn đề này, trong bài báo phân tích ảnh hưởng của điều kiện đất đá khác nhau đến tốc độ thi công CTN. Từ đó có thể đưa ra giải pháp hợp lý để tăng tốc độ thi công, giảm giá thành xây dựng CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ.

Phương pháp mô hình hóa hệ thống được sử dụng rộng rãi hơn 40 năm qua. Bản chất của phương pháp là xây dựng mô hình mô phỏng lại trình tự thi công, các nguồn lao động, nhân công, nguyên vật liệu yêu cầu trong quá trình xây dựng. Từ đó có thể đưa ra được các giải pháp tối ưu để nâng cao tốc độ đào, giảm giá thành. Người đặt nền móng cho phương pháp này là Halpin (1970), tác giả giới thiệu ngôn ngữ mô hình hóa hoạt động CYCLONE (CYCLic Operations NETwork) [2].

CYCLONE đã làm cho phương pháp mô hình hóa hệ thống được biết đến một cách rộng rãi. Một số tác giả ứng dụng CYCLONE để xây dựng mô hình tối ưu hóa quá trình vận chuyển đất đá thải và phân tích ảnh hưởng của điều kiện địa chất khác nhau đến tốc độ thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ [1], [7]. Cuối năm 2012 đầu 2013 một số tác giả áp dụng ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống SysML kết hợp với phần mềm AnyLogic phân tích ảnh hưởng của sự cố đến tốc độ thi công trình ngầm bằng khiên cân bằng áp lực đất [4], [6].

Trong bài báo ảnh hưởng của điều kiện đất đá khác nhau đến tốc độ thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ được phân tích dựa trên mô đun mô phỏng. Mô đun này được xây dựng và phát triển

bằng sự kết hợp giữa ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống SysML và phần mềm AnyLogic.

1. Phân tích quá trình thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ

Trước khi xây dựng mô hình, các nguồn: nhân công, thiết bị, vật liệu và trình tự các bước thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ cần được phân tích. Tại đây, tác giả phân nguồn ra làm hai dạng:

- ❖ Nguồn chính gồm: các nhóm lao động làm việc, hệ thống kích đẩy, hệ thống trộn, tách bentonit, chất lỏng và hệ thống bơm;

- ❖ Nguồn khác (nguồn phụ) được phân tích nhưng chưa được xét đến trong bài báo gồm: một số thiết bị: máy cào xúc, máy cầu trục, chất đỡ tải, buồng điều khiển, hệ thống laser.

Tại đây, ba nhóm nhân công được chia ra đảm nhận các yêu cầu công việc khi thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ như sau:

- ❖ Nhóm 1 - vận hành thiết bị (1 người) có nhiệm vụ quản lý chung tại công trường thi công, đồng thời điều khiển toàn bộ thiết bị phục vụ thi công công trình ngầm như: buồng điều khiển, máy cào xúc, cầu trục;

- ❖ Nhóm 2 - làm việc trên mặt đất (1 người) phụ trách trộn chất lỏng, bentonit, chuẩn bị ống kích đẩy;

- ❖ Nhóm 3 - làm việc dưới giếng (3 người) và có nhiệm vụ ghép ống kích đẩy với nhau, nối và tháo cáp, ống vận chuyển đất đá thải trong giếng.

Quy trình thi công: Nhóm 1 và 2 nhận tín hiệu từ Nhóm 3 làm việc dưới giếng. Sau đó ống kích sẽ được huy động, vận chuyển từ bãi tập kết tại công trường đến miệng giếng và được hạ xuống hệ thống giá đỡ dưới giếng. Sau khi ống kích được đặt xuống hệ thống giá đỡ dưới giếng thì Nhóm 3 sẽ ghép các ống kích với nhau, nối cáp, ống nước và kiểm tra hệ thống laser... Khi các công đoạn này được hoàn tất thì quá trình kích đẩy có thể được

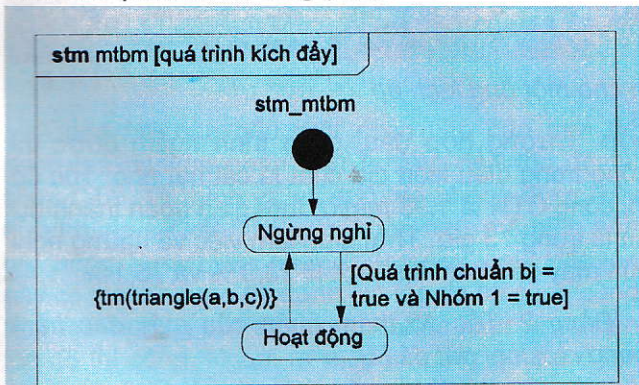
thực hiện. Quá trình kích đẩy được hoàn thành thì Nhóm 3 có nhiệm vụ tháo lắp các thiết bị cáp, ống nước và quá trình chuẩn bị được lặp lại từ đầu. Quy trình thi công như vậy được lặp đi lặp lại cho đến hết toàn bộ chiều dài CTN.

2. Xây dựng mô hình mô phỏng

Trong bài báo sử dụng ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống SysML để xây dựng mô hình mô phỏng. Về bản chất, ngôn ngữ này được dùng để phân tích, xây dựng mô hình của các quá trình thi công khác nhau. Trong khuôn khổ nghiên cứu, mô hình SysML được xây dựng miêu tả quá trình thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ. Mô hình SysML được xây dựng dựa trên ba dạng Sơ đồ: Sơ đồ khối (block definition diagram - bdd), sơ đồ trạng thái (state machine diagrams - stm) và sơ đồ trình tự (sequence diagram - sd).

2.1. Sơ đồ khối (bdd)

Một sơ đồ khối bao gồm một tập hợp các lớp, các phần tử, các giao diện, các mối quan hệ giữa các phần tử với nhau. Nó thể hiện mặt tĩnh của hệ thống. Trong bài báo sơ đồ khối được sử dụng để trình diễn cấu trúc các phần tử được sử dụng trong thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ. Mỗi phần tử trong sơ đồ khối được coi như là một khối riêng rẽ, có thể miêu tả trạng thái, thuộc tính, các liên kết ràng buộc và các yêu cầu. Áp dụng cho máy đào hầm loại nhỏ, trong sơ đồ khối tác giả phân ra làm hai lớp khác nhau. Lớp thứ nhất miêu tả các nguồn chính cung cấp cho quá trình thi công. Lớp thứ hai thể hiện các nguồn phụ cần thiết cho quá trình thi công (H.1).



H.1. Sơ đồ trạng thái cho máy đào hầm loại nhỏ

2.2. Sơ đồ trạng thái (stm)

Một sơ đồ trạng thái thể hiện trạng thái của một đối tượng trong thời gian sống của nó nhằm đáp ứng các sự kiện, các tác động từ bên ngoài. Nó đặc biệt quan trọng trong việc mô hình hóa hành vi của một lớp, giao diện hay mối quan hệ giữa các khối nhỏ trong sơ đồ khối với nhau. Nó nhấn mạnh vào các đáp ứng theo sự kiện của một đối tượng,

rất hữu ích khi mô hình hóa một hệ thống phản ứng. Áp dụng cho máy đào hầm loại nhỏ, sơ đồ trạng thái miêu tả trạng thái, quá trình làm việc của mỗi phần tử được trong sơ đồ khối. Trên H.1 miêu tả sự làm việc của máy đào hầm loại nhỏ.

2.3. Sơ đồ trình tự (sd)

Tổng quan, sơ đồ trình tự là một dạng biểu đồ tương tác (interaction), biểu diễn sự tương tác giữa các đối tượng theo thứ tự thời gian. Nó mô tả các đối tượng liên quan trong một tình huống cụ thể và các bước tuần tự trong việc trao đổi các thông báo (message) giữa các đối tượng đó để thực hiện một chức năng nào đó của hệ thống. Sơ đồ trình tự được áp dụng cho máy đào hầm loại nhỏ nhằm biết được sự tương tác giữa các phần tử trong sơ đồ khối. Thi công xây dựng CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ có thể chia làm 2 giai đoạn. Giai đoạn chuẩn bị cho quá trình kích đẩy và giai đoạn kích đẩy.

Giai đoạn chuẩn bị có thể chia ra làm ba bước:

- ❖ Bước 1 - Nhóm 2 đảm nhiệm công việc nối ống kích đẩy vào cấu trúc. Sau đó Nhóm 1 điều khiển cấu trúc vận chuyển ống kính đẩy từ bãi tập kết vật liệu đến miệng giếng và hạ ống kích đẩy xuống hệ thống giá đỡ dưới giếng. Sau đó Nhóm 3 làm việc dưới giếng sẽ lắp đặt cáp điện, nối ống nước, kiểm tra hệ thống laser... chuẩn bị cho quá trình kích đẩy;

- ❖ Bước 2 - Công việc pha trộn chất lỏng bentonit, kiểm tra hệ thống điện được thực hiện bởi Nhóm 2;

- ❖ Bước 3 - Sau khi quá trình kích đẩy được hoàn thành, Nhóm 3 tháo cáp điện, ống nước...

Giai đoạn kích đẩy được điều khiển bởi Nhóm 1. Nhóm 1 sử dụng buồng điều khiển để kiểm soát toàn bộ quá trình kích đẩy, vận chuyển đất đá thải.

3. Mô đun mô phỏng

Trong bài báo một mô đun mô phỏng được phát triển bằng cách sử dụng phần mềm AnyLogic. Phần mềm được phát triển bởi công ty XJ Technologies [7]. Để xây dựng mô đun mô phỏng toàn bộ các phần tử trong sơ đồ khối, sơ đồ trạng thái được sao chép và xây dựng lại trên AnyLogic. Các phần tử này trong phần mềm AnyLogic có cùng trạng thái, thuộc tính, các liên kết ràng buộc được miêu tả trong mô hình SysML.

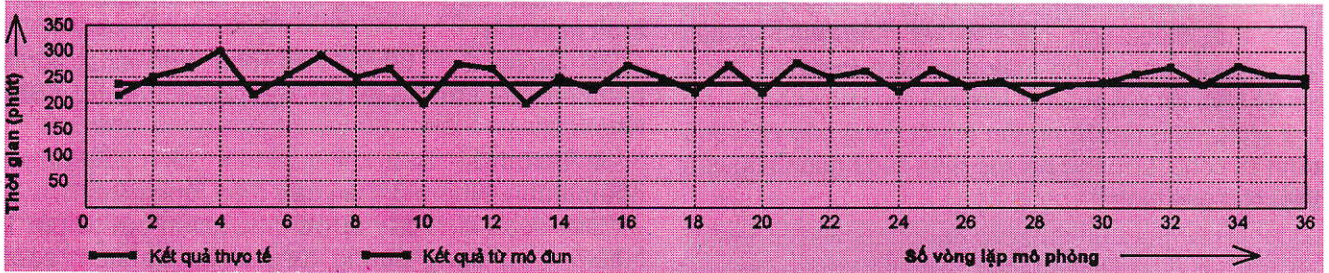
4. Thu thập số liệu

Số liệu thực tế được lấy từ dự án BV Recklinghausen V.8, tại thành phố Recklinghausen, CHLB Đức (Bảng 1). Dự án BV Recklinghausen V.8 nằm trong tổng thể dự án 11 km đường ống thoát và bảo vệ nguồn nước tại thành phố Recklinghausen. Chiều dài của dự án 145 m, toàn bộ dự án nằm trong đá vôi.

Bảng 1. Thời gian kết thúc từng công việc tại dự án BV Recklinghausen V.8

Tên công việc	Thời gian nhỏ nhất (phút)	Thời gian trung bình (phút)	Thời gian lớn nhất (phút)
Nối ống kích ép	0.42	0.5	1.0
Vận chuyển ống kích	0.5	0.7	1.0
Hạ ống	0.85	1.25	1.6
Đặt và điều chỉnh ống kích ép	1.2	1.65	2.7
Nối các ống kích ép	2.5	3.33	4.0
Nối cáp	43.0	52.3	82.3
Quá trình kích đẩy	120	155	271
Quá trình thu hồi hệ thống kích đẩy	3.33	4.5	5.5
Tháo cáp	15.0	19.0	22.3
Thời gian vận chuyển đất đá thải	18	23	25
Thời gian trộn bentonit	19.5	21.2	25.5

Chiều sâu công trình khoảng 8,7 m, độ dốc 2.6 độ và DN1200 là tên của ống kích ép. Đường kính bên trong 1,2 m, đường kính bên ngoài 1,56 m và



H.2. Thời gian thi công tính cho một ống kích ép

5.2. Xác định tốc độ thi công trong các điều kiện đất đá khác nhau

Sau khi mô đun được kiểm nghiệm, mô đun được nâng cấp để phân tích ảnh hưởng của điều kiện đất đá khác nhau đến tốc độ thi công CTN bằng máy đào hầm loại nhỏ. Giả định BV Recklinghausen V.8 thi công gặp các loại đất đá khác nhau. Kết quả của mô đun có thể được sử dụng để phân tích ảnh hưởng của điều kiện đất đá khác nhau đến tốc độ thi công. CTN thi công bằng máy đào hầm loại nhỏ thường nằm nông, điều kiện đất đá thường gặp là đất sét macrơ, cát hạt nhỏ, cát và cuội sỏi. Thời gian thi công CTN qua các loại đất đá trên được lấy theo [3] và được miêu tả trong Bảng 2.

Trong H.3 miêu tả tiến độ thi công và thời gian hoạt động của máy đào hầm loại nhỏ cho 3 trường

4,0 m là chiều dài của ống kích ép. Điều kiện thi công thuận lợi, thi công bằng máy AVN 1200T với hệ thống vận chuyển đất đá thải bằng thủy lực.

5. Kết quả mô phỏng

5.1. Kiểm tra mô đun

Trước khi sử dụng mô đun thì tính hợp lệ của mô đun cần được kiểm tra. Để kiểm tra, kết quả xuất ra từ mô hình mô phỏng được so sánh với số liệu thực tế (không xét đến sự cố và điều kiện đất đá khác nhau đến thời gian thi công CTN). H.3 biểu diễn sự biến đổi của năng suất thi công cho 36 vòng lặp.

Trong H.2 chỉ rõ rằng năng suất thực tế tại công trường và năng suất được xuất ra từ mô đun là tương đối giống nhau.

Thời gian trung bình để kích ép một ống 4,0 m dài tại công trường là 236,77 phút (đường màu đỏ). Thời gian trung bình để kích ép một ống được xuất ra từ mô đun là 249,35, nhiều hơn 5,045 % khi so sánh với năng suất trung bình có được tại công trường. Do đó có thể kết luận rằng mô đun này hoàn toàn hợp lệ và phản ánh đúng logistic học của quy trình thi công và mức độ chính xác của số liệu đầu vào.

hợp. Trường hợp đầu, công trình ngầm được thi công trong điều kiện địa chất là cát hạt nhỏ. Tốc độ thi công CTN là 1.98 m/giờ, thời gian hoàn thành dự án là trong 73 giờ. Thời gian làm việc và ngừng nghỉ của máy đào hầm lần lượt là 23,9 % và 76,1 %.

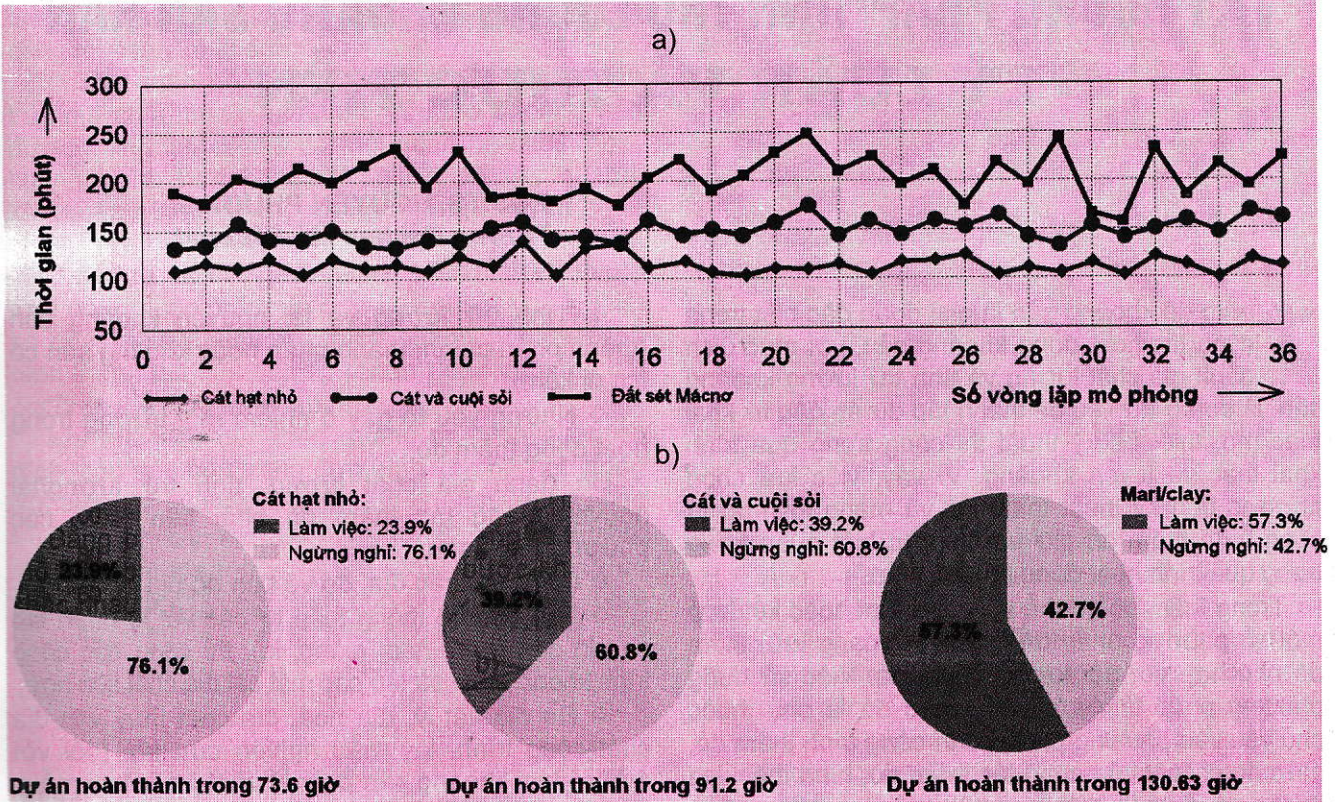
Bảng 2. Tốc độ thâm nhập của máy đào hầm trong mỗi loại đất đá [3]

Loại đất đá	Giá trị nhỏ nhất (phút)	Giá trị lớn nhất (phút)
Cát hạt nhỏ	19	45
Cát và cuội sỏi	35	157
Đất sét macrơ	69	292

Trường hợp thứ 2, công trình ngầm thi công trong điều kiện địa chất là cát và cuội sỏi. Tốc độ thi công CTN là 1,6 m/giờ, thời gian hoàn thành dự

án là trong 89,5 giờ. Thời gian làm việc và ngừng nghỉ của máy đào hầm lần lượt là 39,2 % và 60.8 %. Trường hợp thứ 3, công trình ngầm thi công trong điều kiện địa chất là đất sét macrơ. Tốc độ thi công CTN là 1,13 m/giờ, thời gian hoàn thành dự án là trong 127,7 giờ. Thời gian làm việc và

ngừng nghỉ của máy đào hầm lần lượt là 57,3 % và 42.7 %. Cho tất cả các trường hợp, các sự cố trong thi công không được xét đến, không có rối loạn trong quản lý thi công, nguyên vật liệu luôn đáp ứng đủ tại công trường, bảo dưỡng các trang thiết bị cũng chưa được xét đến.



H.3. Ảnh hưởng của điều kiện địa chất khác nhau đến tốc độ thi công: a - Tiến độ thi công công trình ngầm; 2 - Hệ số sử dụng máy đào hầm

6. Kết luận

Trong bài báo nêu một cách tiếp cận mới để đánh giá nguyên nhân ảnh hưởng đến tốc độ thi công CTN. Mô hình và mô đun mô phỏng được xây dựng bằng sự kết hợp giữa ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống SysML và phần mềm AnyLogic. Mô đun này có thể sử dụng để đánh giá tốc độ thi công cũng như ảnh hưởng của điều kiện đất đá khác nhau đến tốc độ thi công. Ngoài ra mô đun cũng có thể đánh giá được thời gian làm việc hay ngừng nghỉ của hệ thống máy đào hầm. Trong bài báo tiếp theo, mô đun sẽ được nâng cấp để có thể đánh giá ảnh hưởng của sự cố đến tốc độ thi công. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Alshibani and O. Moselhi. Crew optimization in planning and control of earthmoving operations using spatial technologies. Journal of Information Technology in Construction, ITcon, 13:121-137,2007.

13:121-137,2007.

2. D. W. Halpin. An investigation of the use of simulation networks for modeling construction operation. PhD thesis, The University of Illinois at Urbana Champaign, Illinois, 1973.

3. French Society for Trenchless Technology (FSTT). Microtunneling and Horizontal Drilling - Recommendations. John Wiley & Sons, 2006.

4. K. Sadri, T. Rahm, J. Duhme, M. Koenig and M. Thewes. Process simulation as an efficient tool for the planning of mechanized tunnelling logistics. Proc. of the International Symposium on Tunnelling and Underground Space Construction for Sustainable Development, 2013.

5. M. Marzouk, M. Abdallah and M. El-Said. Modelling microtunneling projects using computer simulation. Journal of Construction Engineering and Management, 136(6):670-682, 2010.

(Xem tiếp trang 13)

❖ Tỷ lệ 10 % bùn thải sau tuyển tách quặng tinh sắt (SVQ2-17) phối liệu với 90 % đất sét ruộng mới tạo thành nguyên liệu sản xuất gạch nung đạt TCVN 4353:1986;

❖ Khoảng 51 % lượng SVQ01 đem phối liệu với 49 % đất sét ruộng sẽ thu được nguyên liệu sản xuất gạch nung đạt TCVN 4353:1986. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Tạng và nnk. Đánh giá tác động môi trường Dự án đầu tư nhà máy tuyển quặng sắt công suất 500.000 tấn/năm tại Sơn Thọ - Vũ Quang - Hà Tĩnh. Viện Khoa học Vật liệu, Hà Nội 2008.
2. Phan Văn Tường, Trần Ngọc Tuyền. Nghiên cứu các mẫu gạch cổ ở Tháp Chàm Mỹ Khánh-Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN 2009.
3. Tô Xuân Thanh và nnk. Sổ tay kỹ thuật luyện gang lò cao - Tập 3: Nguyên nhiên liệu dùng trong luyện gang lò cao. Công ty Cổ phần Thương mại Cơ khí và Luyện kim Thái An, Hà Nội 2010.
4. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. Giáo trình kỹ thuật sản xuất gốm xây dựng, Hà Nội 2000.
5. Dr.Mohan Rai. Mining & Mineral Wastes for the Development of Building Materials. Central Building Research Institute, Roorkee, India 2010.
6. Ladin C_AMCI, S'uheyla AYDIN, C'üneyt ARSLAN. Reduction of Iron Oxides in Solid Wastes Generated by Steelworks. Istanbul Technical University, Metallurgical and Materials Engineering Department Istanbul, TURKEY 2000.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

SUMMARY

This paper presents the research results on treating for a solid waste which is appeared from Vũ Quang iron ore processing plant in Hà Tĩnh province. The results of analyzing the material composition for two samples showed that both rank -0.045 mm samples have over 90 %. The sample 1 has SiO₂ 46 %, Fe₂O₃ 15 %. The sample 2 has SiO₂ 11 %, Fe₂O₃ 56 %. After using 51 % of sample 1 weight with 49 % of clay weight we can produce bricks which achieved TCVN 4353: 1986. The wet magnetic processing for the sample 2 can receive 72.35 % fine pure iron which is a good material for smelting an iron and steel.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ...

(Tiếp theo trang 17)

6. T. Rahm, K. Sadri, C. Koch, M. Thewes and M. Koenig. Advancement simulation of tunnel boring machines. Proc. of the Winter Simulation Conference, 2012.

7. X.J. Technologies. Why AnyLogic simulation software?. <http://www.xjtek.com/anylogic/>, accessed: 27.11.2012.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Microtunnelling operations require the integration of different construction processes such as supply chain management for the machine or for material handling. Breakdowns of critical processes might directly affect the productivity of the microtunnelling project. The objective of this research is to analyze the different soil conditions that affect on productivity of microtunnelling. For this purpose, a SysML (System Modeling Language) model describing the microtunnelling process is developed in the first step. Subsequently, the simulation software AnyLogic is applied to create the simulation module based on the SysML formalization. An actual microtunnelling project at the city of Recklinghausen, Germany, is used for the validation of the developed simulation module. After validation, the simulation module is expanded with consideration between different soil compositions and used in order to evaluate the impact of the soil. As a result, the efficiency of microtunnelling is assessed by help of the developed simulation module for different ground conditions.

ĐỀ BÀI VÀ CHUYỆN ĐÁNG CHÚNG

1. Tình bạn là một tâm hồn trú ngụ trong hai cơ thể. *Aristotle*.
2. Nhu cầu cơ bản nhất của con người là nhu cầu thấu hiểu và được thấu hiểu. *Ralph Nichols*.
3. Khi trưởng thành, tôi ngày càng ít quan tâm đến những gì mọi người nói. Tôi chỉ xem những gì họ làm được. *Andrew Carnegie*.

VTH sưu tầm