

Phân tích chiều sâu hố đào có xét đến chuyển vị giới hạn của tuyến tunnel ở khu vực lân cận

Lê Trần Anh Toàn¹, Lại Văn Quý^{2*}, Lê Thanh Bình¹, Trần Quốc Việt²

¹ Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Giao Thông Vận Tải TP.Hồ Chí Minh.

² Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa - Đại Học Quốc Gia TP.Hồ Chí Minh

TỪ KHOẢ

Hố đào sâu
 Tunnel
 Chuyển vị giới hạn Tunnel

TÓM TẮT

Bài báo phân tích chiều sâu hố đào có xét đến chuyển vị giới hạn của công trình hầm đường sắt (Tunnel) trong quá trình thi công của dự án có tầng hầm sâu nằm gần tuyến Tunnel bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Trường hợp phân tích là một công trình thực tế tại phường Bến Nghé, Quận 1, TP.HCM. Dự án quy mô 5 hầm (chiều sâu đào lên đến 23m) và khoảng cách công trình đến tuyến Tunnel là 40 m. Toàn bộ quá trình thi công của dự án được mô phỏng bằng phương pháp FEM với sự trợ giúp của mềm Plaxis 2D và mô hình đất được sử dụng là mô hình Hardening soil. Bước đầu, bài báo kiểm chứng việc lựa chọn các thông số đầu vào của mô hình bằng việc so sánh kết quả phân tích chuyển vị tương vẩy giữa mô hình và quan trắc ở hiện trường. Tiếp theo đó, mô hình Tunnel cạnh công trình hố đào sâu được đưa vào quá trình mô phỏng để tiến hành phân tích ảnh hưởng của quá trình thi công hố đào sâu đến chuyển vị của tuyến Tunnel. Khoảng cách từ hố đào đến Tunnel được thay đổi để đưa ra những đánh giá về chiều sâu đào tối đa, khoảng cách tối thiểu để đảm bảo những yêu cầu nghiêm ngặt về giới hạn chuyển vị của tuyến Tunnel. Kết quả cho thấy chiều sâu đào tối đa cho phép giảm đáng kể khi hố đào sâu đặt gần khu vực Tunnel. Khoảng cách tối thiểu để đảm bảo dự án hố đào sâu tương tự có thể được thực hiện trong tương lai là 40 m.

KEYWORDS

Deep excavation
 Tunnel
 Limit lateral displacement

ABSTRACT

The paper presents an analysis of the depth of a deep excavation considering the limit displacement of adjacent tunnels. This case study is a real project located in Ben Nghe, District 1, Ho Chi Minh City. The building has five basements with an excavation depth of 23 meters. The distance between excavation and Tunnel is 40 meters. The excavation progress is simulated by the finite element method (using Plaxis 2D software). The Hardening soil model is adopted to describe the behavior of soil. The back analysis is implemented to propose the suitable input parameters of soil model by comparing lateral displacements of retaining-wall from FEM results and measurement. Then, the Tunnel model is added with different distances to the excavation for analyzing the relationship between depth of the excavation and limit displacement of Tunnel. The results show that the limit depth of excavation is strongly reduced to satisfy the requirements of limit displacement of adjacent tunnel. Additionally, the limit distance between a deep excavation and an adjacent tunnel is 40 meters.

1 Đặt vấn đề

Hiện nay, tại các đô thị lớn của Việt Nam như thủ đô Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh ... tốc độ phát triển kinh tế và đô thị hóa rất lớn, diện tích đất xây dựng cơ sở hạ tầng càng ngày càng hẹp đi, cùng với nhu cầu sử dụng lớn khi phần lớn nguồn lao động đều tập trung về các đô thị này. Tình hình giao thông trong thành phố gia tăng khiến chính quyền phải xem xét các khả năng tăng cường năng lực của hệ thống vận tải bằng cách xây dựng các tuyến tàu điện hoặc đường bộ mới. Phương án hiện nay đang được thực hiện tại thủ đô Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh là xây dựng tuyến Tunnel để thỏa mãn nhu cầu vận chuyển.

Đi kèm theo những yêu cầu đó chính là việc thiết kế và thi công các dự án hầm gần tuyến Tunnel phải đảm bảo an toàn cho các kết cấu trong hầm và kết cấu của tuyến Tunnel. Bởi vì tuyến Tunnel đã được thi công trước và hình dạng ống tròn đều suốt chiều dài nên việc thi công hố đào sâu sẽ làm xáo trộn ứng suất tác dụng lên thành tuyến Tunnel và có nguy cơ sẽ gây các hậu quả lớn nếu không được thiết kế và tính toán kỹ càng.

Đã có nhiều nghiên cứu trong nước [1-3] và ngoài nước [4-7] về hố đào sâu. Tuy nhiên, nghiên cứu này tập trung vào phân tích thông số đầu vào của mô hình đất và ứng xử hố đào sâu. Việc xem xét tương quan giữa chiều sâu của hố đào sâu gần khu vực Metro và

*Liên hệ tác giả: vqui@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 16/12/2021, sửa xong ngày 11/02/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI:

chuyển vị giới hạn của Tunnel, đặc biệt là khu vực thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam vẫn rất giới hạn.

Bài báo tiến hành phân tích một công trình hố đào sâu thực tế tại công trình “Viet Capital Center” tọa lạc tại số 3A-3B Tôn Đức Thắng, Quận 1, HCM có tuyến Tunnel trong khu vực lân cận. Mặc dù tuyến Tunnel hiện tại cách công trình 44 m, nằm ngoài hành lang an toàn bảo vệ tuyến Tunnel (40 m) và không cần phải xem xét ảnh hưởng của hố đào sâu tác dụng lên tuyến Tunnel. Tuy nhiên với mật độ xây dựng hiện nay, việc có nhiều công trình nằm trong hành lang an toàn bảo vệ tuyến Metro (< 40 m) vẫn có thể xảy ra. Việc thiết kế các công trình như vậy sẽ cần đến những tài liệu tham khảo hữu ích. Do đó, bài báo tiến hành giảm khoảng cách giữa Tuyến Metro và công trình “Viet Capital Center” để phân tích tương quan giữa chiều sâu hố đào (khi công trình nằm trong hành lang an toàn bảo vệ tuyến Tunnel) và khoảng cách từ công trình đến tuyến Tunnel có xét đến chuyển vị giới hạn của Tuyến Tunnel.

2 Giới thiệu dự án và biện pháp thi công hố đào sâu

2.1 Thông tin dự án

Dự án “Viet Capital Center” tọa lạc tại số 3A-3B Tôn Đức Thắng, Quận 1, HCM được sử dụng để phân tích trong bài báo này. Phối cảnh và vị trí dự án được thể hiện ở Hình 1.

Công trình có diện tích đất 3341 m² với quy mô 6 hầm + 41 tầng cao với tổng diện tích sàn xây dựng 73000 m². Mặt bằng tổng thể thi công phần hầm được thể hiện ở Hình 2.

2.2 Phương án và trình tự thi công đào đất

Phần hầm dự án được thi công theo phương pháp semi – topdown. Hệ tường làm kết cấu chắn giữ hố đào sử dụng tường barrette dày 1000 mm, với hai loại chiều dài là 50 m và 44 m từ mặt đất tự nhiên. Các sàn hầm có độ cứng theo phương ngang lớn, đóng vai trò như hệ giằng chống trong giai đoạn đào đất tầng hầm. Cao độ của các sàn hầm: +2,600 m (tầng trệt), -1,970 m (hầm B1), -6,870 m (hầm B2), -11,070 m (hầm B3), -15,270m (hầm B4), -19,470 m (hầm B5) và -24,070 m (hầm B6) được thể hiện như Hình 3.

Trình tự thi công phần hầm được thể hiện qua mặt cắt tổng thể ở Hình 3, và được thực hiện như sau:

- + Bước 1: Thi công hệ tường vây barrette
- + Bước 2: Đào đất console đến cao độ -0,500 m và thi công dầm mũ
- + Bước 3: Thi công sàn trệt cao độ +2,600 m
- + Bước 4: Thi công đào đất từ cao độ -0,500 m đến cao độ -3,200 m
- + Bước 5: Thi công sàn hầm B1 ở cao độ -1,970 m
- + Bước 6: Thi công đào đất từ cao độ -2,300 m đến cao độ -7,300 m
- + Bước 7: Thi công sàn hầm B2 ở cao độ -6,87 m
- + Bước 8: Thi công đào đất từ cao độ -7,300 m đến cao độ -11,500 m
- + Bước 9: Thi công sàn hầm B3 ở cao độ -11,070 m
- + Bước 10: Thi công đào đất từ cao độ -11,500 m đến cao độ -15,570 m
- + Bước 11: Thi công sàn hầm B4 ở cao độ -15,270 m
- + Bước 12: Thi công đào đất từ cao độ -15,570 m đến cao độ -23,085 m

+ Bước 13: Thi công sàn hầm B5 ở cao độ -19,470 m

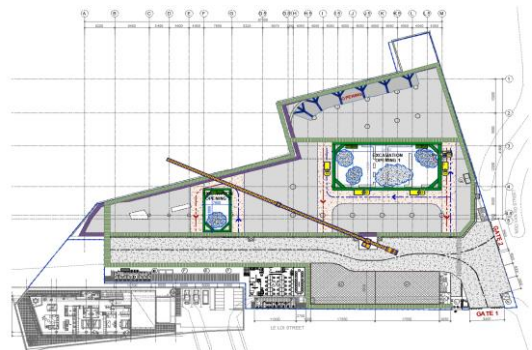
VỊ TRÍ DỰ ÁN



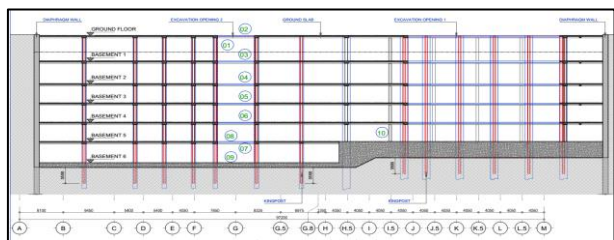
METRO



Hình 1. Vị trí và phối cảnh dự án.



Hình 2. Mặt tổng thể thi công phần hầm.



Hình 3. Mặt cắt tổng thể.

3. Mô phỏng phân tích chuyển vị của dự án trong quá trình thi công

3.1. Đặc trưng tính chất vật liệu và mô hình bài toán mô phỏng Plaxis

Mô hình Hardening Soil (HS) cho vật liệu đất nền được sử dụng để mô phỏng cho nền đất tại khu vực dự án và thông số mô hình được thể hiện ở Bảng 1 với 7 lớp đất. Trong khi thông số độ cứng của sàn hầm và tường vây được thể hiện ở Bảng 2, Bảng 3. Lưu ý rằng, trong bảng 3, giá trị thông số độ cứng của sàn được xác định từ độ cứng làm việc tổng thể của cả sàn hầm. Đối với đất dính sử dụng phân tích Undrained A. Các thông số hữu hiệu c' , φ' , E' được xác định từ thí nghiệm nén 3 trục trong phòng CD hoặc CU.

Bảng 1. Thông số đất nền các lớp đất được đề xuất mô phỏng trong Plaxis.

Lớp đất	Lớp san lấp, bê tông, gạch đá	Lớp 1: Bụi sét	Lớp 2: Sét gầy, dẻo mềm	Lớp 3-1: Cát sét - Cát bụi	Lớp L1-1: Cát bụi, chặt vừa	Lớp L1-2: Cát bụi, chặt vừa	Lớp 3-2: Cát sét - Cát bụi	Lớp 3: Cát sét - Cát bụi, chặt vừa	Lớp 4-1: Cát bụi, chặt vừa	Lớp 4-2: Cát bụi, chặt vừa	Lớp 5-1: Sét béo - Sét gầy, nửa cứng - cứng	Lớp 5-2: Sét béo - Sét gầy, nửa cứng - cứng	Lớp 6: Cát sét - Cát bụi, chặt vừa	Lớp 7: Cát bụi, chặt vừa - chặt
Type	HSM UnDrained													
γ_{unsat} (kN/m ³)	10,3	10,3	16,1	17,2	18	18	17,2	17,2	17,7	17,7	17,6	17,6	17,2	18
γ_{sat} (kN/m ³)	16	16,3	20	20,4	20,7	20,7	20,4	20,4	20,7	20,7	20,8	20,8	20,6	20,7
E_{50}^{ref} (kN/m ²)	5000	6210	7595	16500	18000	18600	16500	16500	22500	23250	98438	109375	43500	94000
E_{ur}^{ref} (kN/m ²)	15000	18630	22785	49500	54000	55800	49500	49500	67500	69750	295313	328125	130500	282000
P_{ref} (kN/m ²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
m	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5
ν_{ur}	0,3	0,2	0,2	0,25	0,2	0,2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,25
c (kN/m ²)	5	11,6	64	26	9	9	26	26	11	11	62	62	12	18
φ (°)		3,36	15,15	21,47	35,11	35,11	21,47	21,47	35	35	17,51	17,51	30,31	27,27
ψ (°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R_{inter}	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8
Đáy lớp (m)	1	0	-4,5	-8,5	-14	-19	-24,5	-24,5	-29	-33,1	-40	-46,5	-53,5	-100,45

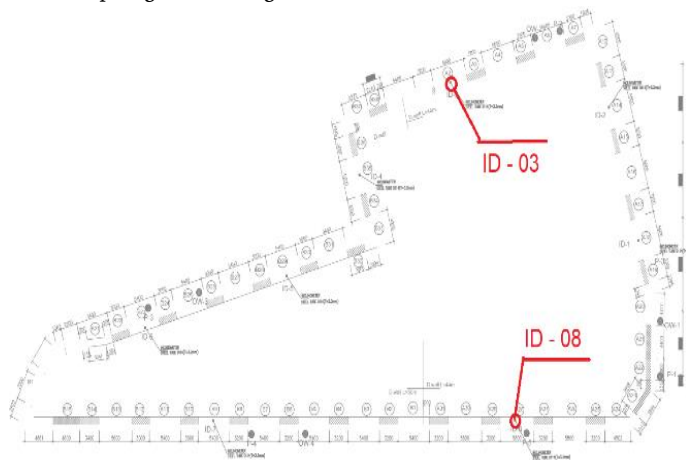
Bảng 2. Thông số đầu vào của tường vây.

Thông số	Tường DW1000	Thông số	Tường DW1000
Bề rộng b (m)	1	Độ cứng kháng nén EA (kN/m)	29,000,000
Chiều dày h (m)	1	Trọng lượng đơn vị w (kN/m ² /m)	15
Độ cứng kháng uốn EI (kNm ² /m)	2,417,000	Hệ số poisson ν	0,2

Bảng 3. Thông số đầu vào của sàn tầng hầm.

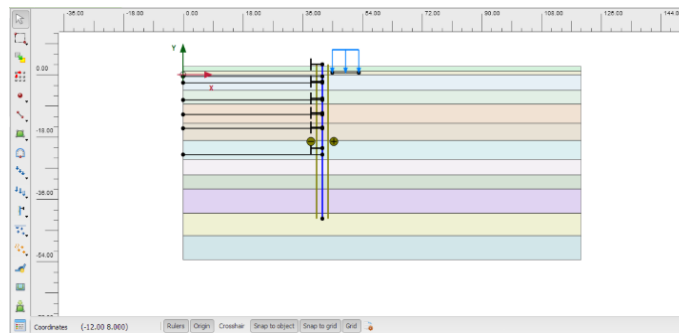
Loại tường chắn/ sàn hầm	Sàn hầm B4	Sàn hầm B3	Sàn hầm B2	Sàn hầm B1	Sàn trệt
Chiều dày (m)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Lực (T)	254	214	190	149	33,4
Chuyển vị tuyệt đối (mm)	15,84	13,34	11,93	8,92	3,35
Chiều dài mặt cắt	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
EA tương đương (kNm)	6975379	6978261	6927913	7266256	4337015
Hệ số giảm độ cứng (%)	72 %	72 %	71 %	75 %	44 %
Chọn hệ số giảm độ cứng (%)	70 %	70 %	70 %	70 %	45 %
Module E_{bt} (kN/m ²) (chưa giảm hệ số)	32500000	32500000	32500000	32500000	32500000
Module E_{bt} (kN/m ²) (đã giảm hệ số)	22750000	22750000	22750000	22750000	14625000
Tiết diện A (m ²)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Momen quán tính I (m ⁴)	0,00225	0,00225	0,00225	0,00225	0,00225
EA (kN/m dài)	6825000	6825000	6825000	6825000	4387500
EI (kN,m ² /m)	51,188	51,188	51,188	51,188	32,906
w (kN/m ²)	0	0	0	0	0
v	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

3.2. Mô phỏng hố đào trong Plaxis 2D



Hình 4. Vị trí Inclinometer ID-03 và ID-08.

Để tiến hành mô phỏng phân tích hố đào sâu bằng phần mềm Plaxis 2D, vị trí mặt cắt có chuyển vị lớn nhất từ quá trình quan trắc ID-08 (Hình 4) được lựa chọn. Việc lựa chọn vị trí có chuyển vị ngang lớn nhất sẽ giảm được ảnh hưởng của hiệu ứng góc hố đào sâu. Bên cạnh đó, vị trí có chuyển vị quan trắc ngang lớn nhất là phù hợp cho bài toán mô phỏng 2D được đề cập trong các nghiên cứu gần đây [1-8]. Mô hình mô phỏng bằng Plaxis 2D cho mặt cắt hố đào sâu đi qua điểm qua trắc ID-08 được thể hiện ở Hình 5.



Hình 5. Mô hình phân tích hố đào bằng plaxis 2D (phương án thi công thực tế).

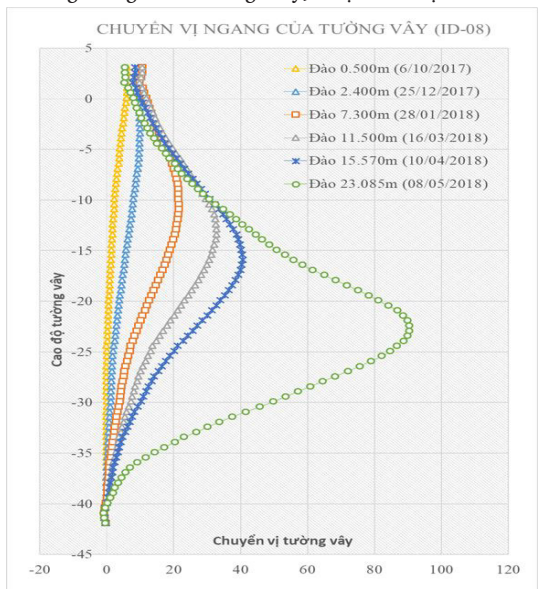
Mô hình hố đào sâu bằng phần mềm Plaxis 2D gồm các bộ phận kết cấu như: tường vây được mô phỏng bằng phần tử Plate, sàn tầng hầm được đơn giản hóa thành phần tử Anchor, tiếp xúc giữa tường và đất được thể hiện bằng phần tử Interface, quá trình thi công được mô phỏng bằng thủ thuật giai đoạn phân tích Construction Stage, cũng đã được thực hiện chi tiết trong rất nhiều nghiên cứu trước đây sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn [1-8], nên trong phần này nội dung bài báo sẽ không đi sâu giải thích về thủ thuật mô hình trong Plaxis.

4. Phân tích kết quả - Nhận xét

4.1. Kết quả quan trắc tường vây

Xét mặt cắt tính toán của mô hình Plaxis tại 2 vị trí như Hình 4, ta có dữ liệu quan trắc chuyển vị ngang tường vây vị trí ID 08 được thể hiện ở Hình 6.

Thực tế mặt bằng thi công ở bước đào nguy hiểm nhất (độ sâu 23 m, thi công móng và lõi thang máy) được thể hiện ở Hình 7.



Hình 6. Kết quả quan trắc chuyển vị ngang tường vây barrette (vị trí ID – 08) theo từng giai đoạn thi công.



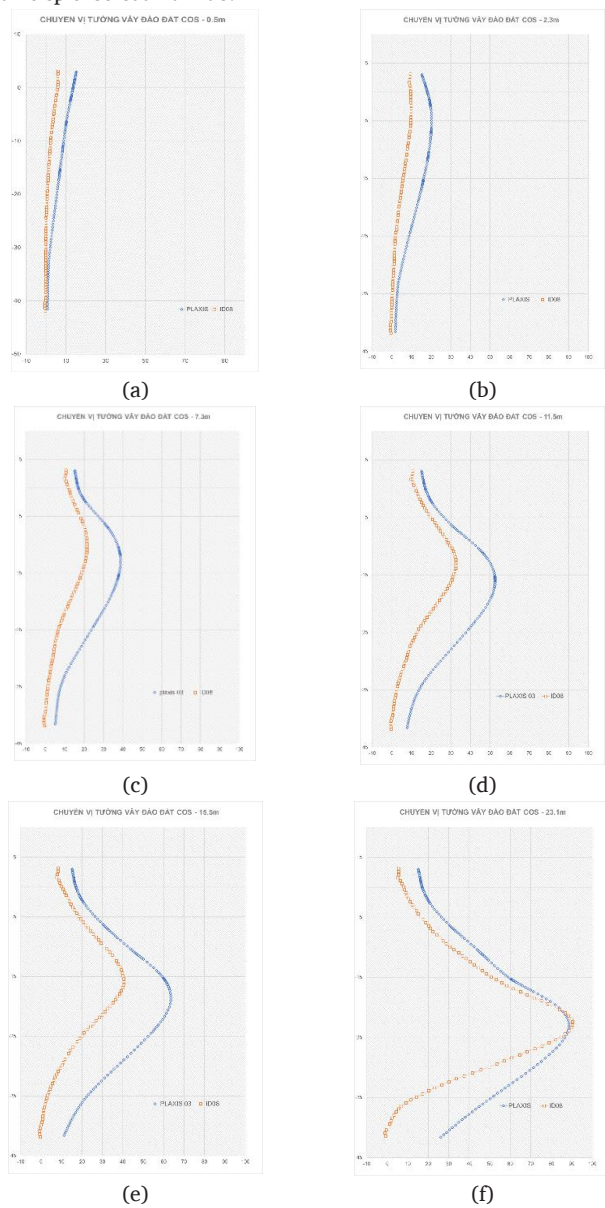
Hình 7. Thực tế thi công ở giai đoạn thi công kết cấu móng – sàn B5.

4.2. Bài toán phân tích ngược xác định độ cứng E50 của mô hình đất HS

Trong quá trình phân tích ngược này, kết quả chuyển vị ngang của tường từ quá trình quan trắc và mô phỏng được so sánh. Giá trị độ cứng E₅₀ của mô hình đất được thay đổi cho đến khi kết quả chuyển vị của mô hình phù hợp với giá trị thực tế.

Để đạt được kết quả của quá trình phân tích ngược một cách nhanh chóng, đầu tiên nên bắt đầu phân tích tại thời điểm chuyển vị quan trắc thực tế của trường hợp có chuyển vị lớn nhất (ứng với thời điểm có bước đào sâu nhất -23 m) để tiến hành so sánh với kết quả tính toán của mô hình trên cùng một biểu đồ (Hình 8.f). Sau khi so sánh ta rút ra được bộ thông số E₅₀ phù hợp với trường hợp có chuyển vị lớn nhất, tiếp theo ta tiến hành kiểm chứng cho các trường

hợp đào đất còn lại như Hình 8.a - e. Bằng việc sử dụng thông số đất nền tại Bảng 1 để tính toán, so sánh chuyển vị tính toán với giá trị quan trắc tương ứng (INC-08) trên cùng một biểu đồ, ta có kết quả như Hình 8. Theo như Hình 8, ta nhận thấy kết quả so sánh giữa quan trắc thực tế và mô hình là tương đối phù hợp, đường ứng xử của mô hình là tương đồng và độ chênh lệch so với quan trắc thực tế là chấp nhận được. Sự chênh lệch giữa mô hình và thực tế đến từ nhiều yếu tố như: chưa xét đến sức ảnh hưởng của hệ cọc bên trong hố đào, các thông số độ cứng sàn trệt mô phỏng chưa phù hợp ... Vì thế bộ thông số module cát tuyến E₅₀ đã được đề xuất trong bảng 1 của dự án là phù hợp và đủ độ tin cậy để dùng trong các phân tích ở phần tiếp theo của bài báo.



Hình 8. So sánh chuyển vị ngang tường vây barrette ở từng giai đoạn thi công so với giá trị quan trắc tương ứng (INC-08).

5. Giới thiệu công trình hầm Tunnel

Đường hầm metro được cấu tạo từ xi măng (Xi măng pooclang PCB40), TCVN 6260-2009 và thép cường độ cao: JIS G3137, TCXDVN 4506:2012. Cường độ betong là 480 MPa (khối hình trụ 150x300 mm). Ngoài ra chi tiết thông số tuyến hầm metro sử dụng cho mô hình phân tích được thể hiện ở bảng 4. Bên cạnh đó, một hình ảnh thực tế khi thi công tuyến Metro cũng được thể hiện ở hình 9.

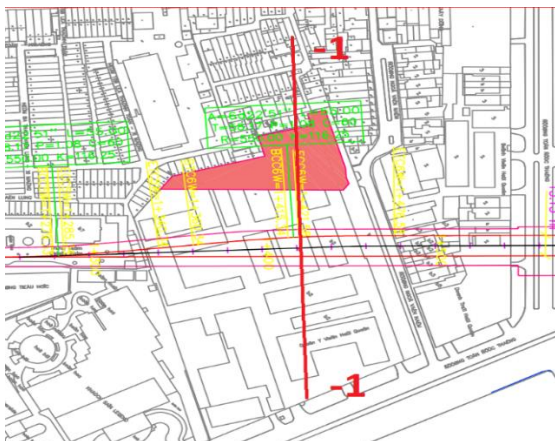


Hình 9. Hình ảnh thi công thực tế tuyến Tunnel.

Bảng 4. Thông số tuyến hầm Tunnel sử dụng cho mô hình.

STT No.	ĐK Ngoài (mm)	ĐK Trong (mm)	Bề Rộng (mm)	Bê Tông (mm)	Khối Lượng (T)	Tải Trọng
01	6650	6050	1200	C48	18,4	

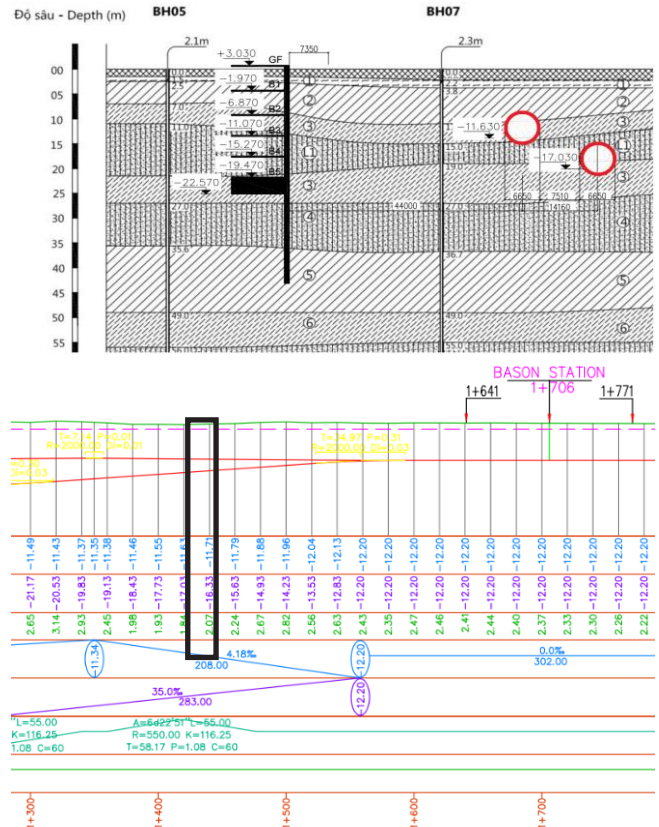
Theo Phụ lục II - Nghị Định số 56/2018/NĐ-CP [9] được thể hiện như Hình 12 thì dự án VietCapital Central không nằm trong phạm vi bảo vệ công trình hầm, tuy nhiên như đã trình bày ở phần giới thiệu, với mật độ xây dựng như hiện nay, việc có thêm những công trình như VietCapital Central nằm trong phạm vi bảo vệ của công trình Tunnel là điều không thể tránh khỏi. Do đó, trong phần tiếp theo, bài báo phân tích sự ảnh hưởng của việc thi công hố đào sâu đến chuyển vị của Tunnel với các trường hợp giả định khi hố đào sâu được thi công gần tuyến Tunnel ứng những khoảng cách khác nhau và nhỏ hơn 40 m.



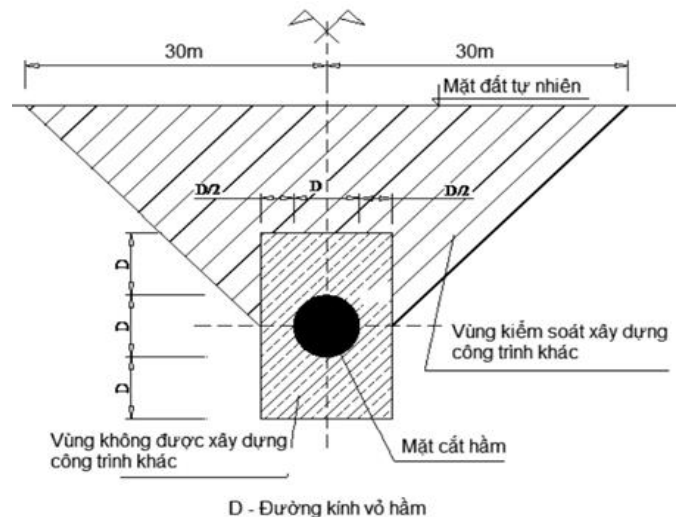
Hình 10. Vị trí thực tế dự án và tuyến Tunnel.

Thực tế dự án VietCapital Center tọa lạc tại 3A – 3B Tôn Đức Thắng với khoảng cách từ biên hầm dự án đến đường biên tuyến Tunnel là 40 m (Hình 10) và cao độ lần lượt của 2 lines ngầm của tuyến Tunnel lần lượt là -17,030 m và -11,630 m (Hình 11).

Để chuẩn bị cho quá trình phân tích ảnh hưởng của hố đào sâu đến chuyển vị của Tunnel, tiêu chuẩn về chuyển vị giới hạn của Tunnel trong “Singapore Code of Practice for railway” [10] được tìm hiểu và thể hiện ở Hình số 13.



Hình 11. Mặt cắt thực tế và cao độ thực tế của hầm Tunnel.



Hình 12. Phạm vi bảo vệ công trình hầm đường sắt.

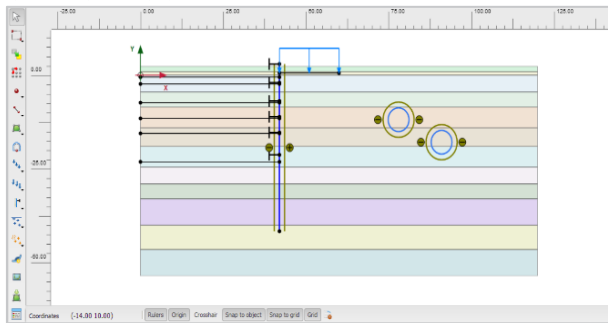
RAPID TRANSIT SYSTEM LINES*	TYPES OF RAPID TRANSIT SYSTEM STRUCTURES	MOVEMENT (mm)	
		TOTAL MOVEMENT IN ANY DIRECTION	DIFFERENTIAL MOVEMENT IN ANY PLANE
East West Line (except Expo station to Changi Airport station) and North South Line	Bored Tunnel	15	15 or 1:1000 (whichever is lesser)
	Cut & Cover Tunnel and Station		
Expo station to Changi Airport station	Bored Tunnel	15	15 or 1:1000 (whichever is lesser)
	Cut & Cover Tunnel and Station		
North-East Line	Bored Tunnel	15**	15 or 1:1000** (whichever is lesser)
	Cut & Cover Tunnel and Station		
Circle Line	Bored Tunnel	15	15 or 1:1000 (whichever is lesser)
	Cut & Cover Tunnel and Station		

Hình 13. Giới hạn chuyển vị của Hầm Metro trong từng trường hợp. “Singapore Code of Practice for railway” [10]

Trong Hình 13 thể hiện giới hạn chuyển vị cho phép cho các hệ thống ngầm khác nhau ở Singapore (về phương thức vận chuyển, hình dạng tuyến hầm). Ở tiêu chuẩn này của Singapore có kể đến trường hợp tuyến tunnel ngầm hình dạng tròn, tương ứng với trường hợp tuyến Tunnel Bến Thành – Suối Tiên, vì vậy việc ta sử dụng giới hạn này để tính toán và so sánh là tương đối hợp lý trong phạm vi nghiên cứu của bài báo. Dựa theo tiêu chuẩn này, giá trị 15 mm được sử dụng làm tiêu chuẩn giới hạn chuyển vị hầm Tunnel trong phân tích của bài báo này.

6. Phân tích các yếu tố của tường vây ảnh hưởng chuyển vị của tuyến Tunnel

Mô hình phân tích ảnh hưởng của hố đào sâu đến chuyển vị của Tunnel được thể hiện ở Hình 14. Khoảng cách từ mép tường vây đến Tunnel được thay đổi với 7 trường hợp lần lượt là 33 m, 28 m, 23 m, 18 m, 13 m, 7 m, 4 m và thể hiện ở Bảng 5. Bề dày tường vây đang được giữ nguyên với thiết kế ban đầu là 1 m.



Hình 14. Mô phỏng hố đào và Tunnel bằng phần mềm Plaxis 2D.

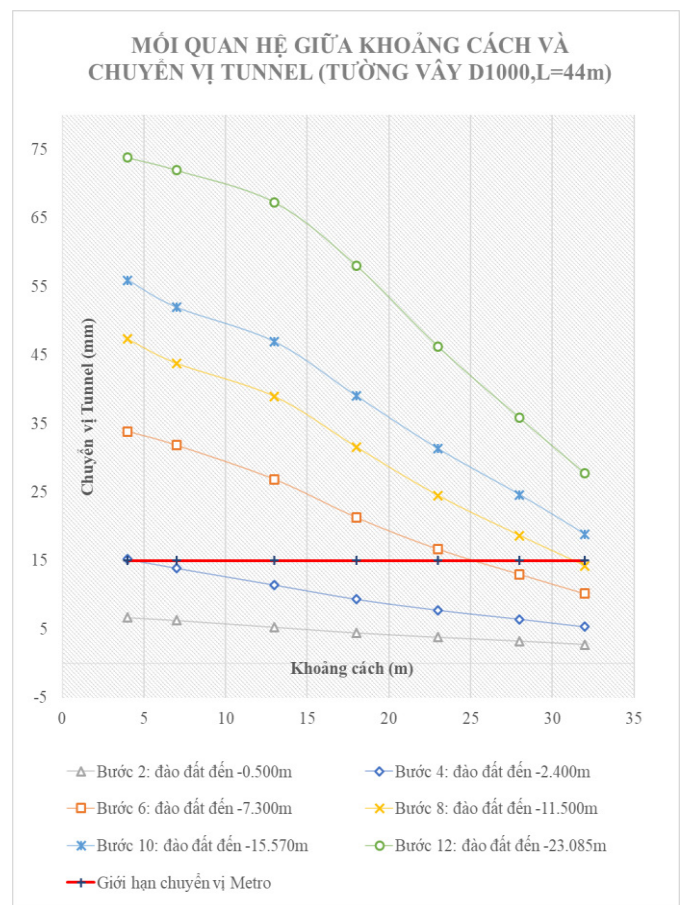
Bảng 5. Các trường hợp thay đổi khoảng cách giữa tường vây và Hầm Metro.

Các trường hợp	Khoảng cách (m)	Bề dày tường vây (m)	Chiều sâu tường vây (m)
TH1	33m	1m	-44.00
TH2	28m	1m	-44.00
TH3	23m	1m	-44.00
TH4	18m	1m	-44.00
TH5	13m	1m	-44.00
TH6	7m	1m	-44.00
TH7	4m	1m	-44.00

Lưu ý rằng việc tiến hành thiết lập mặt cắt hình học của hệ tường vây và hầm Tunnel theo từng trường hợp trong Bảng 5 và mô hình bằng phần mềm plaxis 2D dựa trên các thông số tường vây Bảng 2, thông số các sàn Bảng 3, thông số hầm Tunnel Bảng 4 và trình tự thi công dự án theo Mục 2 (như đã phân tích trước đó).

Để thể hiện rõ tương quan của chiều sâu hố đào sâu đến chuyển vị của Tunnel ở khu vực lân cận nằm trong hành lang an toàn đường sắt Tunnel, kết quả mối quan hệ giữa ba thông số bao gồm khoảng cách hố đào, chiều sâu hố đào, chuyển vị của tường vây được thể hiện ở Hình 15 và Hình 16.

Ở Hình 15 cho thấy sự tương quan giữa khoảng cách của hố đào sâu có biện pháp thi công tương tự công trình Viet Capital Center và chuyển vị của tuyến Tunnel. Với chuyển vị giới hạn của Tunnel là 15 mm và thiết kế tường vây D1000, thì giới hạn chiều sâu đào là 2,3 m (bước đào đầu tiên) cho hố đào có khoảng cách nhỏ hơn 25 m so với Tunnel. Chiều sâu đào tối đa là 7,3 m (bước đào thứ 2) khi hố đào trong khoảng cách từ 26 m-33 m so với Tunnel. Chiều sâu đào tối đa là 11,5 m (bước đào thứ 3) nếu hố đào cách Tunnel lớn hơn 33 m.

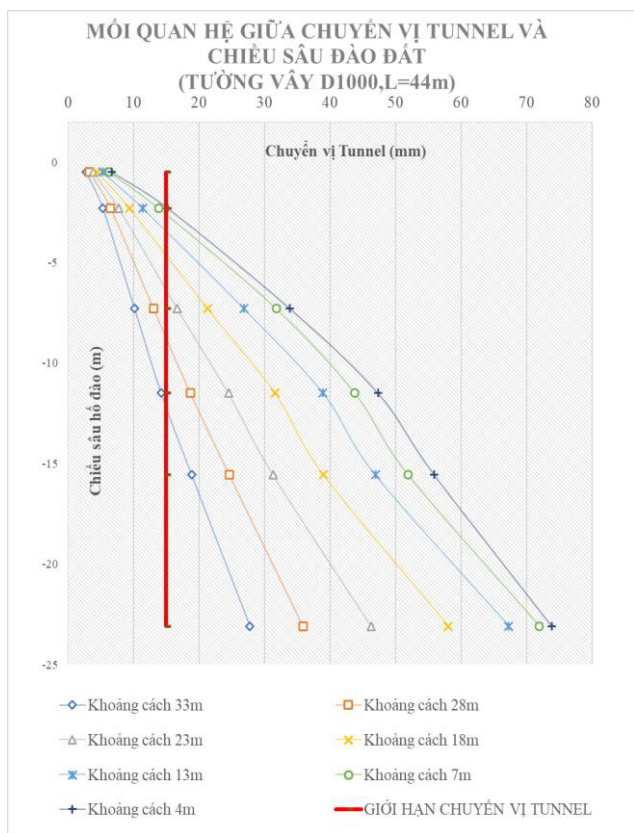


Hình 15. Chiều sâu đào tối đa cho công trình tương tự nằm trong phạm vi bảo vệ của Tunnel.

Ở Hình 16 thể hiện một góc nhìn khác về tương quan giữa chiều sâu tối đa của hố đào và chuyển vị của tuyến Tunnel, khi công

trình có hố đào sâu ở những vị trí khác nhau trong phạm vi bảo vệ của Tunnel (0 – 35 m). Từ mối tương quan giữa chiều sâu hố đào và chuyển vị giới hạn của tuyến Tunnel là 15 mm, chiều sâu đào tối đa của các hố đào sâu có biện pháp thi công tương tự công trình Viet Capital Center với khoảng cách 4 m, 7 m, 13 m, 18 m, 23 m, 28 m, 33 m so với Tunnel lần lượt là 2,3 m, 2,6 m, 3,45 m, 4,7 m, 6,3 m, 8,8 m, 12,1 m.

Bên cạnh đó, từ kết quả phân tích trên cho thấy rằng để đạt được chiều sâu đào đất mong muốn là 23 m, thì phương án tường vây D1000 và L = 44 m là không phù hợp để làm tường chắn thi công cho công trình nằm trong phạm vi bảo vệ của Tunnel. Nên tác giả kiến nghị khi xây dựng hố đào sâu trong phạm vi bảo vệ của Tunnel cần có phương pháp tăng độ cứng của tường vây để có thể đảm bảo thỏa mãn điều kiện chuyển vị của Tunnel là 15 mm. Bên cạnh đó, cũng cần có những nghiên cứu sâu hơn về độ cứng tường vây để thỏa mãn các yêu cầu về chuyển vị của hố đào sâu trong phạm vi bảo vệ của Tunnel.



Hình 16. Chiều sâu đào tối đa cho các công trình tương tự với khoảng cách giữa mép tường vây và Tunnel lần lượt là 33 m, 28 m, 23 m, 18 m, 13 m, 7 m, 4 m.

7. Kết luận

Bài nghiên cứu đã đưa ra bộ thông số địa chất phù hợp được mô phỏng trong mô hình Plaxis 2D sau khi áp dụng phương pháp phân tích ngược giữa kết quả tính toán trong mô hình Plaxis và quan trắc

chuyển vị thực tế. Đây là cơ sở tiền đề để bài nghiên cứu đi đến việc đánh giá, phân tích và tính toán ảnh hưởng của hố đào sâu với tuyến hầm Metro – line số 1 (Bến Thành – Suối Tiên).

Thông qua bài nghiên cứu được thực hiện dựa trên số liệu của công trình “Viet Capital Center” tọa lạc tại số 3A-3B Tôn Đức Thắng, Quận 1, thành phố Hồ Chí Minh, với biện pháp thi công semi-topdown thiết kế tường vây D1000, chiều sâu 44 m và sử dụng chuyển vị ngang giới hạn của tuyến Tunnel do bị ảnh hưởng của quá trình thi công của các công trình lân cận là 15 mm, tác giả rút ra một số kết luận như sau:

- Khi giảm khoảng cách giữa hố đào sâu có biện pháp thi công tương tự công trình Viet Capital Center và tuyến hầm Metro – line theo phương vuông góc với hầm ta có giá trị chuyển vị của hầm Metro càng ngày càng tăng và ngược lại. Giới hạn chiều sâu đào là 2,3 m (bước đào đầu tiên) cho hố đào có khoảng cách nhỏ hơn 25 m so với Tunnel. Chiều sâu đào tối đa là 7,3 m (bước đào thứ 2) khi hố đào trong khoảng cách từ 26 m – 33 m so với Tunnel. Chiều sâu đào tối đa là 11,5 m (bước đào thứ 3) nếu hố đào cách Tunnel lớn hơn 33 m.
- Ở phân tích cụ thể hơn, chiều sâu đào tối đa của các công trình có hố đào sâu có biện pháp thi công tương tự công trình Viet Capital Center với khoảng cách 7 m, 13 m, 18 m, 23 m, 28 m, 33 m so với Tunnel lần lượt là 2,3 m, 2,6 m, 3,45 m, 4,7 m, 6,3 m, 8,8 m, 12,1 m. Khoảng cách tối thiểu để đảm bảo dự án hố đào sâu tương tự có thể được thực hiện trong tương lai là giới hạn của hành lan an toàn tuyến Tunnel 40 m.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn tập đoàn cổ phần đầu tư xây dựng Ricons đã cung cấp tài liệu thi công của dự án VietCapital Center để chúng tôi hoàn thành bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lại Văn Quý, Huỳnh Quốc Thiện, Trà Hữu Thời, Trần Duy Tân. Phân tích ứng xử hố đào sâu trong nền sét bão hòa nước bằng phương pháp FEM, *Tạp chí Địa Kỹ Thuật Xây Dựng*, 3, 2021
- [2]. Nguyễn Hà Đăng, Lại Văn Quý, Bùi Trường Sơn. Mô phỏng phân tích ảnh hưởng của trụ xi măng đất xử lý nền lên sự gia tăng khả năng ổn định của tường cọc vây bê tông hố đào sâu trong đất yếu, *Tạp chí Địa Kỹ Thuật Xây Dựng*, 7, 2021
- [3]. Lại Văn Quý, Huỳnh Quốc Thiện, Đỗ Thanh Hải. Phân tích hiệu quả làm việc của hệ tường chắn kết hợp- tường vây và tường cọc cát- trong việc tăng chiều sâu tầng hầm, *Tạp Chí Xây Dựng*, 6, 73, 2020
- [4]. Jian Jia, Xiaolin Xie, ChuanPing Liu, JieQun Zhai, Yu Zhang “Design and Research of Circular Diaphragm Wall for Deep Excavation of Shanghai Tower” *GeoShanghai 2010 International Conference*, pp. 24-36. 2010.

- [5]. Quoc Thien Huynh, Van Qui Lai, Tirawat Boonyatee and Suraparb Keawsawasvong “Behavior of a Deep Excavation and Damages on Adjacent Buildings: A Case Study in Viet Nam” *Transportation Infrastructure Geotechnology*, 8(3), 361-389, 2021
- [6]. Quoc Thien Huynh, Van Lai Qui, Viet Thai Tran, Minh Tam Nguyen “Back Analysis on Deep Excavation in the Thick Sand Layer by Hardening Soil Model”, *ICSEA 2019*, pp 659-668, 2020
- [7]. Van Qui Lai, Minh Nhan Le, Quoc Thien Huynh, Thanh Hai Do. Performance analysis of a combination between D-wall and Secant pile wall in upgrading the depth of basement by Plaxis 2D: A case study in Ho Chi Minh city. In *ICSCEA 2019*, pp. 745-755, 2020
- [8]. Quoc Thien Huynh, Van Qui Lai, Tirawat Boonyatee, Suraparb Keawsawasvong. Verification of soil parameters of hardening soil model with small-strain stiffness for deep excavations in medium dense sand in Ho Chi Minh City, Vietnam, *Innovative Infrastructure Solutions*, 12, 2021
- [9]. Theo Phụ lục II - Nghị Định số 56/2018/NĐ-CP
- [10]. Singapore Code of Practice for railway.

Ứng dụng sơ đồ chuỗi giá trị (value stream mapping -vsm) trong giai đoạn thi công nhà thép công nghiệp bằng phương thức thực hiện dự án thiết kế - thi công (design - build) và đề xuất giảm thiểu phí phạm (wastes)

Lương Đức Long¹, Dương Xuân Sang¹

¹ Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP HCM, Đại học Quốc Gia TP HCM

TỪ KHOÁ

Phí phạm
 Xây dựng nhà thép công nghiệp
 Xây dựng tinh gọn
 VSM

TÓM TẮT

Phí phạm trong giai đoạn triển khai thi công dự án xây dựng là một trong các nhân tố làm giảm hiệu quả đạt được của dự án, đồng thời là nguyên nhân gây trở ngại tới ngân sách, tiến độ, sử dụng tài nguyên và nhân lực để hoàn thành dự án đúng chi phí so với ước tính ban đầu. Trong bối cảnh thị trường xây dựng ngày một cạnh tranh gay gắt về giá, việc áp dụng phương thức thực hiện dự án có hiệu quả so với từng loại dự án cũng đang là vấn đề đáng quan tâm của nhà đầu tư cũng như các nhà thầu xây dựng.

Với việc áp dụng triết lý xây dựng tinh gọn bằng công cụ VSM (Value Stream Mapping), dựa theo dòng giá trị để tìm ra các hoạt động tạo ra giá trị và các hoạt động không tạo ra giá trị nhằm loại bỏ hoặc giảm thiểu chúng để góp phần mang lại hiệu quả cho dự án.

KEYWORDS

Waste
 Industrial steel building construction
 Lean construction
 VSM

ABSTRACT

Waste during the execution of a construction project is one of the causes of reducing the project's efficiency, as well as a cause of obstacles to the budget, schedule, use of resources and human resources in order to complete the project within budget to compared with the original cost estimate. In the context of increasingly fierce price competition in the construction market, the application of effective project implementation methods compared to each type of project is also a matter of concerning for investors and contractors.

With the application of lean philosophy with VSM (Value Stream Mapping) tool, based on the value stream to find out creating value-added activities and non-value-added activities to eliminate or minimize them to contribute to the effectiveness of the project. The study was conducted in Vietnam.

1. Giới thiệu

Các công tác không tạo ra giá trị còn được gọi là phí phạm, là thách thức chính mà ngành xây dựng phải đối diện trong một thời gian dài [1]. Do đó nhiều nghiên cứu trước đây đã tìm ra nguồn gốc của các vấn đề về phí phạm. Một số công cụ, thiết bị mới đã được giới thiệu để thúc đẩy quá trình xây dựng và nâng cao hiệu quả thực hiện của dự án. Những công nghệ này dựa trên các triết lý và tư tưởng của lý thuyết tinh gọn trong Hệ thống sản xuất Toyota (TPS). Tuy nhiên, có một số quan điểm khác nhau giữa TPS và lĩnh vực xây dựng. Vì vậy, trước khi áp dụng các triết lý của TPS vào ngành xây dựng, các đặc thù của nó phải được tìm hiểu một cách chu đáo. Những điều này có thể đưa ra các phương án khác nhau để đạt được tư duy tinh gọn trong quản lý xây dựng.

Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho đưa ra rằng một lượng giá trị đáng kể của dự án đã bị mất do công tác triển khai quản lý yếu kém, quản lý chất lượng dự án kém, thiết kế bị lỗi, điều kiện làm

việc kém, bố trí mặt bằng thi công kém, v.v. Những vấn đề kinh điển này đã tạo ra sự lãng phí cho số tiền mà chủ sở hữu đã thực sự chi trả để đáp ứng được kế hoạch đặt ra và chất lượng yêu cầu của dự án. Ngày nay, xây dựng tinh gọn được coi là cơ hội để giải quyết các vấn đề phổ biến về phí phạm trong ngành xây dựng và ước tính tác động của nó đối với hiệu suất tổng thể của dự án. Thật không may, các khái niệm mới về xây dựng tinh gọn, đặc biệt là về lãng phí và mất giá trị thời gian, vẫn chưa được các nhân viên xây dựng hiểu rõ. Đặc biệt, các nhân viên xây dựng thường nghĩ rằng phí phạm thường liên quan đến chất thải vật liệu trong thời gian triển khai thi công, trong khi các hoạt động không mang lại giá trị gia tăng như kiểm tra, trì hoãn, vận chuyển vật liệu và các hoạt động khác không được coi là phí phạm. Vì vậy việc giảm thiểu các công việc không tạo ra giá trị, lợi nhuận là một trong những điều nền tảng trong chiến lược cải thiện năng suất xây dựng.

Trong năm 2021, đại dịch Covid-19 sẽ gây ra nhiều trở ngại cho các doanh nghiệp trong ngành khi nhu cầu mua và xây dựng nhà ở sụt giảm, cùng với áp lực cạnh tranh tăng lên một cách mạnh mẽ hơn

*Liên hệ tác giả: duongsanghcmut@gmail.com

Nhận ngày 21/01/2022, sửa xong ngày 15/02/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.313>