

TẠP CHÍ **V**ẬT LIỆU & XÂY DỰNG

TẠP CHÍ CỦA VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG - BỘ XÂY DỰNG

TẬP 12 SỐ 3 | 06 - 2022



ISSN 1859-381X



VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG

VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS

Trụ sở chính: Số 235 đường Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, TP. Hà Nội
Điện thoại: 024.3858.1111 * Fax: 024.3858.1112 * Email: vienvlxd@vibm.vn * Website: www.vibm.vn
Phân viện Vật liệu xây dựng miền Nam: Lô I- 3b-5, đường N6, Khu Công nghệ cao, phường Tân Phú, Tp. Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh
Điện thoại: 028.37402343 * Fax: 028.37402343
Cơ sở 2 Hà Nam: Khu Tiểu thủ công nghiệp, xã Trung Lương, huyện Bình Lục, tỉnh Hà Nam



Trụ sở chính của VIBM tại Hà Nội

Viện Vật liệu xây dựng (VIBM) trực thuộc Bộ Xây dựng, được thành lập ngày 4/11/1969, là viện nghiên cứu khoa học và công nghệ Quốc gia về vật liệu xây dựng và các lĩnh vực khác bao gồm: cơ khí xây dựng, hạ tầng kỹ thuật và môi trường xây dựng; phục vụ công tác quản lý Nhà nước và phát triển ngành công nghiệp vật liệu xây dựng trên phạm vi toàn quốc.

Chức năng nhiệm vụ:

- Xây dựng chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chính sách phát triển, quy chuẩn, tiêu chuẩn;
- Nghiên cứu khoa học – công nghệ;
- Phân tích, thí nghiệm, kiểm định, chứng nhận hợp chuẩn – hợp quy;
- Khảo sát, thăm dò tài nguyên khoáng sản;
- Tư vấn đầu tư sản xuất, thẩm định, thiết kế và chuyển giao công nghệ;
- Sản xuất, xuất – nhập khẩu; đầu tư sản xuất, kinh doanh;
- Tổ chức thi công xây dựng;
- Đào tạo, bồi dưỡng kỹ thuật viên, công nhân vận hành; phổ biến tiêu chuẩn, quy chuẩn và văn bản pháp quy;
- Nghiên cứu thị trường, xúc tiến thương mại.

Đơn vị thành viên:

- Phân viện Vật liệu xây dựng miền Nam
- Trung tâm Nghiên cứu chiến lược phát triển VLXD
- Trung tâm Tư vấn và Dịch vụ kỹ thuật xây dựng
- Văn phòng chứng nhận chất lượng sản phẩm VLXD
- Trung tâm Xi măng và Bê tông
- Trung tâm Vật liệu chịu lửa và Chống cháy
- Trung tâm Gốm sứ – Thủy tinh
- Trung tâm Thiết bị, môi trường và An toàn lao động
- Trung tâm Vật liệu hữu cơ và Hóa phẩm xây dựng
- Trung tâm Kiểm định VLXD



Viện trưởng Lê Trung Thành báo cáo Tổng Bí thư Nguyễn Phú Trọng, Phó Thủ tướng Trịnh Đình Dũng và Bộ trưởng Bộ Xây dựng Phạm Hồng Hà về một số hoạt động nghiên cứu khoa học trọng điểm của Viện Vật liệu xây dựng



Thừa ủy quyền của Thủ tướng Chính phủ, Bộ trưởng Phạm Hồng Hà trao Bằng khen của Thủ tướng Chính phủ cho Viện Vật liệu xây dựng



Phó Thủ tướng Trịnh Đình Dũng và Đoàn công tác của Chính phủ đến thăm và làm việc tại Viện VLXD về Chiến lược phát triển VLXD thời kỳ 2021-2030, định hướng đến năm 2050

- 1** Đánh giá hệ số hiệu quả của tro bay đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng-tro bay
Lưu Xuân Lộc, Bùi Phương Trinh, Bùi Nguyễn Thanh Bình, Phạm Thiên Vũ
- 6** Nghiên cứu tham số động của hỗn hợp cát cao su với tỷ lệ khác nhau bằng thí nghiệm nén ba trục động
Hồ Đình Nguyên, Vũ Văn Tuấn, Phạm Đức Tiệp
- 13** Một số tính chất cơ học và độ bền lâu của bê tông sử dụng cát biển và tro bay
Lê Việt Hùng
- 22** Tính toán và kiểm soát độ võng ngắn hạn sàn bê tông cốt thép toàn khối
Nguyễn Quang Tuấn, Bùi Trường Giang
- 27** Ứng xử cắt của dầm bê tông cốt thép gia cường TRC
Trần Cao Thanh Ngọc, Lê Huỳnh Quang Hậu, Ngô Hữu Cường, Nguyễn Hoàng Phương, Lê Hữu Huy
- 33** Phương pháp thiết kế đơn giản trụ đất xi măng trong gia cố nền đường đất yếu
Nguyễn Ngọc Thắng
- 38** Phân tích chiều sâu hố đào có xét đến chuyển vị giới hạn của tuyến tunnel ở khu vực lân cận
Lê Trần Anh Toàn, Lại Văn Quý, Lê Thanh Bình, Trần Quốc Việt
- 47** 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 Long, Dương Xuân Sang
- 56** Hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị trên địa bàn tỉnh Tiền Giang
Nguyễn Thanh Phước, Lê Hoài Long
- 62** Nhận diện các nhân tố gây rủi ro trong các điều khoản ký kết và thực hiện hợp đồng thi công xây dựng trong điều kiện ở Việt Nam
Lê Hữu Vy
- 67** Phân tích việc bố trí, lựa chọn van khí trên đường ống cấp nước
Nguyễn Tiến Dũng
- 71** Ứng dụng mạng neuron nhân tạo để tính toán sự thay đổi áp suất của dòng chảy đa pha trong môi trường liên tục
Phạm Sơn Tùng, Võ Trâm Oanh
- 77** Vấn đề thi công lan can cầu sử dụng xe đúc
Nguyễn Văn Mạnh
- 81** Một số đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả dự án nhà ở xã hội tại Tiền Giang
Lê Minh Quang, Lê Hoài Long
- 87** Mô hình hỗ trợ ra quyết định đầu tư trong các dự án xây dựng nhà máy năng lượng tái tạo
Phạm Vũ Hồng Sơn, Nguyễn Thanh Huy

Tổng biên tập
TS. Lưu Thị Hồng
Phó Tổng biên tập
TS. Vũ Văn Dũng

Hội đồng khoa học
PGS.TS. Lê Trung Thành (Chủ tịch)
GS.TS. Nguyễn Việt Anh
PGS.TS. Huỳnh Đăng Chính
PGS.TS. Tạ Ngọc Dũng
GS.TS. Thái Hoàng
TS. Ứng Quốc Hùng
GS.TS. Trần Đại Lâm
GS.TS. Nguyễn Tố Lăng
PGS.TS. Lương Đức Long
PGS.TS. Bùi Công Quang

PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn
GS.TS. Ngô Tuấn
TS. Trần Bá Việt
TS. Dirk Schwede
GS.TS. E.B.Korolev
GS.TS. Ippei Maruyama
GS.TS. Johann Plank
GS.TS. Marios Soutsos
TS. Michael A. Waibel
GS.TS. Shunsuke Hanehara

Tòa soạn và trị sự
235 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội
Tel: 024 3 8582217
Fax: 024 3 8581112
E-mail: contact@jomc.vn
Website: <https://jomc.vn>
Giấy phép xuất bản:
Số 564/GP-BTTTT ngày 13/12/2020

- 1 Evaluation of efficiency factor of fly ash on compressive strength of fly ash-cement paste with age
Luu Xuan Loc, Bui Phuong Trinh, Bui Nguyen Thanh Binh, Pham Thien Vu
- 6 Research on the dynamic properties of granulated rubber and sand mixtures at several different percentages by dynamic triaxial tests
Ho Dinh Nguyen, Vu Van Tuan, Pham Duc Tiep
- 13 Some mechanical properties and durability of concrete using sea sand and fly ash
Le Viet Hung
- 22 Calculation and control the short-term deflection of reinforced concrete slab
Nguyen Quang Tuan, Bui Truong Giang
- 27 Shear behavior of reinforced concrete beams strengthening by TRC
Tran Cao Thanh Ngoc, Le Huynh Quang Hau, Ngo Huu Cuong, Nguyen Hoang Phuong, Le Huu Huy
- 33 The simple design method in the soft ground improved by deep cement mixing supported road embankment
Nguyen Ngoc Thang
- 38 Analyzing the depth of a deep excavation considering the limit lateral displacement of adjacent tunnel
Le Tran Anh Toan, Lai Van Qui, Le Thanh Binh, Tran Quoc Viet
- 47 Applying value stream mapping in construction phase of industrial steel buildings by implementing design-build projects and proposing for waste minimization
Lương Đức Long, Dương Xuân Sang
- 56 A review of documentuention process for urban development area in Tien Giang
Nguyen Thanh Phuoc, Le Hoai Long
- 62 Identify the risks in signing contents and contract implementation in Vietnam
Le Huu Vy
- 67 Analysis of the placement and selection of air valve on water supply pipe
Nguyen Tien Dung
- 71 Using artificial neural network to calculate pressure drop in multiphase flow
Pham Son Tung, Vo Tram Oanh
- 77 Formwork for the construction of bridge parapets by cantilever method
Nguyen Van Manh
- 81 Improvement of the efficiency of social housing projects in Tien Giang
Le Minh Quang, Le Hoai Long
- 87 Decision support models for the investment of renewable energy plant project
Pham Vu Hong Son, Nguyen Thanh Huy

Tổng biên tập
TS. Lưu Thị Hồng
Phó Tổng biên tập
TS. Vũ Văn Dũng

Hội đồng khoa học
PGS.TS. Lê Trung Thành
(Chủ tịch)
GS.TS. Nguyễn Việt Anh
PGS.TS. Huỳnh Đăng Chính
GS.TS. Tạ Ngọc Dũng
GS.TS. Thái Hoàng
TS. Ứng Quốc Hùng
GS.TS. Trần Đại Lâm
GS.TS. Nguyễn Tổ Lăng
PGS.TS. Lương Đức Long
PGS.TS. Bùi Công Quang

PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn
GS.TS. Ngô Tuấn
TS. Trần Bá Việt
TS. Dirk Schwede
GS.TS. E.B.Korolev
GS.TS. Ippei Maruyama
GS.TS. Johann Plank
GS.TS. Marios Soutsos
TS. Michael A. Waibel
GS.TS. Shunsuke Hanehara

Tòa soạn và trị sự
235 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội
Tel: 024 3 8582217
Fax: 024 3 8581112
E-mail: contact@jomc.vn
Website: <https://jomc.vn>
Giấy phép xuất bản:
Số 564/GP-BTTTT ngày 13/12/2020

Đánh giá hệ số hiệu quả của tro bay đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng - tro bay

Lưu Xuân Lộc^{1,2*}, Bùi Phương Trinh^{1,2}, Bùi Nguyễn Thanh Bình^{1,2}, Phạm Thiên Vũ^{1,2}

¹ Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, số 268 đường Lý Thường Kiệt, quận 10, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

TỪ KHOẢ

Cường độ nén
 Hệ nền xi măng
 Hệ số hiệu quả
 Tro bay

TÓM TẮT

Gần đây, tro bay đang ngày càng được sử dụng như một vật liệu thay thế một phần xi măng trong việc chế tạo bê tông. Để tận dụng hiệu quả tro bay thay thế xi măng trong bê tông, hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng-tro bay được nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, hệ nền xi măng-tro bay với tỷ lệ nước trên chất kết dính (bao gồm xi măng Portland và tro bay loại F) là 0,40. Hai loại xi măng được lựa chọn và tro bay loại F được sử dụng thay thế từ 0; 5; 10; 15; 20; 30; 40 và 50 % theo khối lượng của xi măng. Kết quả cho thấy rằng tro bay đã làm giảm cường độ nén của hệ nền xi măng tro bay ở mỗi độ tuổi cụ thể, tức ở độ tuổi 7; 14; 28 và 56 ngày. Hệ số k của tro bay ở độ tuổi 7 ngày nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,59 và dần gia tăng theo thời gian. Giá trị k gia tăng càng lớn khi hàm lượng tro bay càng ít.

KEYWORDS

Compressive strength
 Cement paste
 Efficiency factor
 Fly ash

ABSTRACT

In recent years, fly ash is increasingly used as a partial replacement of cement for concrete production. Effect of efficiency factor (k) of fly ash on compressive strength of fly ash-cement paste was investigated in order to effectively utilize fly ash. In the experiment, fly-ash cement paste with a water-to-cementitious materials (including Portland cement and Class-F fly ash) ratio of 0.40. Two types of cement were prepared and the replacement ratios of Portland cement by Class-F fly ash were 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 và 50% by mass. Results show that fly ash reduced the compressive strength of the hardened fly-ash cement paste at each age (i.e., at 7, 14, 28, and 56 days). The efficiency factor (k) of fly ash at the age of 7 days was in the range from 0.10 to 0.59 and gradually increased with time. The lower the replacement of cement by fly ash, the higher the value of the efficiency factor (k).

1. Giới thiệu

Gần đây, tro bay đang được Chính phủ Việt Nam khuyến khích đem vào sử dụng như một loại phụ gia khoáng hoạt tính thay thế một phần xi măng trong việc chế tạo bê tông. Việc sử dụng này đã mang lại một số lợi ích về mặt môi trường, kinh tế và kỹ thuật, cụ thể như làm giảm hàm lượng khí CO₂ thải ra từ công nghiệp sản xuất xi măng; làm giảm diện tích bãi chứa tro bay phế thải từ các nhà máy nhiệt điện; làm giảm chi phí xây dựng do giá thành tro bay thấp hơn xi măng rất nhiều; làm nâng cao một số tính chất của hỗn hợp bê tông và cải thiện độ bền cho các công trình xây dựng ở các độ tuổi về sau [4]. Do đó, cần phải có tầm nhìn bao quát và hiểu biết sâu rộng về hiệu quả thật sự của tro bay trong công nghệ bê tông để có thể tận dụng hiệu quả loại phụ gia khoáng này.

Trên thế giới, có rất nhiều nghiên cứu đã đưa ra khái niệm về hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến tính chất của bê tông tro bay bao gồm cường độ cũng như độ bền [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9]. Hệ số k của tro bay đến

tính chất của bê tông được định nghĩa là một phần tro bay thay thế xi măng trong bê tông nhưng vẫn đảm bảo tính chất tương đương với tính chất của bê tông khi sử dụng 100 % xi măng [7, 10]. Hệ số k đặc biệt còn đóng vai trò là một trong những tham số đặc trưng khi tính toán thiết kế cấp phối bê tông tro bay theo tiêu chuẩn EN 206-1 [11]. Nhận thấy rằng hệ số k của tro bay đến cường độ của hệ nền xi măng ở Việt Nam hầu như chưa được nghiên cứu nhiều. Do đó, mục tiêu của đề tài là đánh giá hệ số hiệu quả k của tro bay đến cường độ nén của hệ nền xi măng-tro bay theo thời gian để từ đó, có cái nhìn toàn diện về hiệu quả của tro bay khi tận dụng thay thế xi măng trong bê tông. Để thực hiện mục tiêu trên, hệ nền xi măng với ba tỷ lệ nước trên xi măng (N/X) được khảo sát là 0,30, 0,40 và 0,50 nhằm tìm được mối quan hệ giữa cường độ nén và tỷ lệ X/N. Hệ nền xi măng-tro bay được nghiên cứu với tỷ lệ nước trên chất kết dính (bao gồm xi măng và tro bay) (N/CKD) là 0,40; đồng thời hai loại xi măng portland và một tro bay loại F được sử dụng. Tro bay được sử dụng thay thế từ 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 đến 50 % theo khối lượng của xi măng.

*Liên hệ tác giả: lxloc@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 15/01/2022, sửa xong ngày 23/11/2021, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.325>

2. Thực nghiệm

2.1 Nguyên vật liệu

Xi măng sử dụng trong đề tài này bao gồm hai loại xi măng, đó là xi măng Portland Hà Tiên (PC40) đáp ứng theo TCVN 2682:2009 [12] và xi măng Nghi Sơn loại I đáp ứng theo ASTM C150 [5]. Để đánh giá hệ số hiệu quả của tro bay đến cường độ nén của hệ nền xi măng-tro bay theo thời gian, tro bay loại F được lấy từ nhà máy nhiệt điện Duyên Hải đáp ứng theo TCVN 10302:2014 [14]. Khối lượng riêng của xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn lần lượt là 2,93 và 2,96 g/cm³. Độ nghiền mịn theo phần trăm còn sót lại trên sàng 0,09 mm của xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn lần lượt là 0,93 và 0,75 %. Trong khi, tro bay Duyên Hải có khối lượng riêng là 2,56 g/cm³ và độ nghiền mịn theo phần trăm còn sót lại trên sàng 0,09 mm là 3,38 % và sàng 0,045 mm là 13,0 %. Thành phần hóa học của hai loại xi măng và tro bay được thể hiện ở Bảng 1. Nước sử dụng là nước không chứa các thành phần hóa học, tạp chất gây ảnh hưởng bất lợi đến xi măng và tro bay, phù hợp theo TCVN 4506:2012 [13].

Bảng 1. Thành phần hóa học của hai loại xi măng và tro bay loại F.

Thành phần hóa học (%)	Xi măng Hà Tiên	Xi măng Nghi Sơn	Tro bay
SiO ₂	21,98	22,46	49,68
Al ₂ O ₃	4,28	4,16	23,97
Fe ₂ O ₃	2,53	1,98	10,63
CaO	62,57	64,05	8,50
Na ₂ O	0,37	0,08	0,13
K ₂ O	0,01	0,55	0,88
MgO	1,56	1,38	2,25
SO ₃	1,89	2,51	1,24
Mất khi nung	2,89	1,56	2,10

2.2. Tỷ lệ thành phần hỗn hợp xi măng-tro bay

Để khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ X/N đến cường độ nén của hệ nền xi măng không tro bay, ba tỷ lệ N/X là 0,30; 0,40 và 0,50 được lựa chọn và hai loại xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn được chuẩn bị. Đối với hệ nền xi măng-tro bay, một tỷ lệ N/CKD là 0,40 được chuẩn bị để tiến hành đúc mẫu. Để đánh giá hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến cường độ nén của hệ nền xi măng-tro bay, tro bay Duyên Hải được sử dụng thay thế từ 5, 10, 15, 20, 30, 40 đến 50 % theo khối lượng của hai loại xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn. Dựa trên các tỷ lệ thành phần trên, hai mươi cấp phối được thiết kế cho quá trình thực nghiệm.

2.3. Chuẩn bị mẫu

Hỗn hợp hồ xi măng được nhào trộn trong máy nhào trộn vữa ELE theo trình tự sau: (1) cho xi măng Hà Tiên hoặc Nghi Sơn vào giữa cối trộn và dùng bay trộn đều hỗn hợp khô, (2) cho nước nhào trộn vào cối trộn và trộn cùng với hỗn hợp khô trong 30 giây ở tốc độ

chậm, (3) dừng máy trộn và vét hỗn hợp dính ở thành cối trộn và cánh trộn trong 15 giây, (4) trộn tốc độ nhanh trong 90 giây, (4) dừng máy trộn và tiến hành đúc vào khuôn để thí nghiệm cường độ nén. Hỗn hợp hồ xi măng-tro bay cũng được nhào trộn theo quy trình tương tự như trên với hỗn hợp hồ xi măng trong máy nhào trộn vữa ELE sau khi trộn khô hỗn hợp xi măng Hà Tiên hoặc Nghi Sơn và tro bay trong cối trộn.

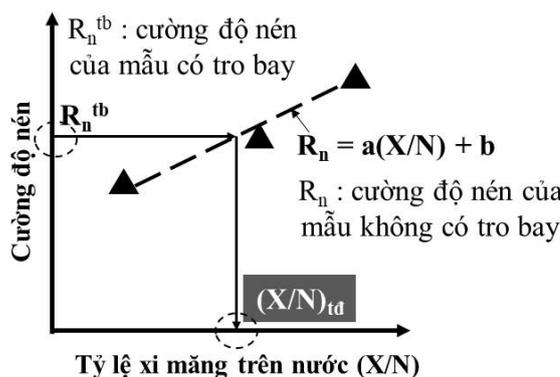
2.4. Quy trình thí nghiệm

Sau khi nhào trộn, hỗn hợp hồ được đưa vào trong khuôn lãng trụ có kích thước 40×40×160 mm mà được làm sạch và bôi dầu khuôn. Sau đó, tiến hành dưỡng hồ mẫu trong khuôn ở nhiệt độ 29±1 °C và độ ẩm tương đối 90±5 %. Sau 24 h trong khuôn, các mẫu lần lượt được tháo khuôn và được dưỡng hồ trong bể dưỡng hồ nước cho đến ngày tuổi thí nghiệm nén.

Cường độ nén của các mẫu sau khi gẫy từ các mẫu 40×40×160 mm ứng với mỗi cấp phối được tiến hành kiểm tra bằng máy nén thủy lực ở từng độ tuổi quy định, cụ thể ở các độ tuổi 7, 14, 28 và 56 ngày.

2.5 Hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến cường độ nén

Theo Huỳnh và các cộng sự [6], hệ số hiệu quả (k) của tro bay được xác định dựa trên mối quan hệ giữa cường độ của mẫu xi măng không sử dụng tro bay và tỷ lệ X/N. Mối quan hệ giữa cường độ của mẫu xi măng không sử dụng tro bay và tỷ lệ X/N được thể hiện trên Hình 1, giúp xác định tỷ lệ xi măng trên nước tương đương (X/N)_{td} theo cường độ nén của mẫu có sử dụng tro bay.



Hình 1. Mối quan hệ giữa cường độ nén và tỷ lệ X/N.

Khi đó, hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến cường độ nén được xác định theo công thức (1)

$$k = \left(\frac{(X/N)_{td}}{(X/N)} - 1 \right) \times \left(\frac{1-r}{r} \right) \tag{1}$$

trong đó:

(X/N)_{td} là tỷ lệ X/N tương đương

X/N là tỷ lệ X/N

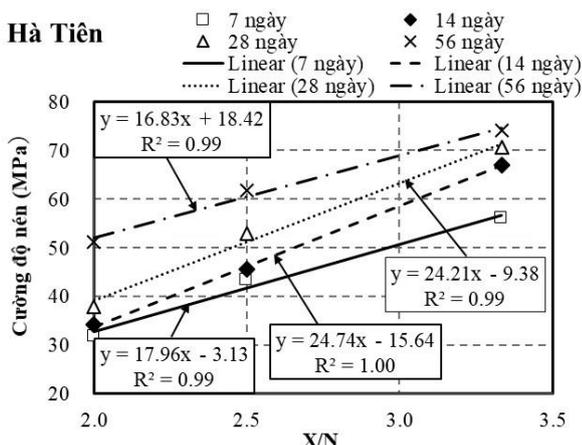
r: hàm lượng tro bay thay thế xi măng (%)

- + $k < 0$ chứng tỏ tro bay trở về mặt phản ứng.
- + $0 < k < 1$ chứng tỏ tro bay bắt đầu phản ứng nhưng hiệu suất thấp hơn xi măng.
- + $k > 1$ chứng tỏ tro bay có hiệu suất phản ứng cao hơn xi măng.

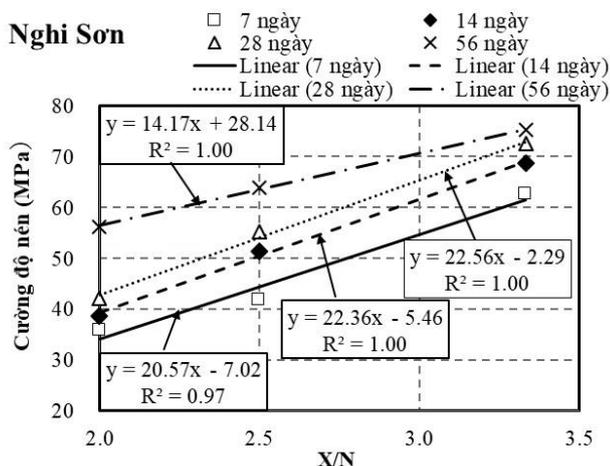
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Cường độ nén của hệ nền xi măng không tro bay

Kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ X/N đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Hà Tiên không sử dụng tro bay được thể hiện ở Hình 2. Kết quả cho thấy rằng cường độ nén gia tăng theo thời gian ứng với mỗi tỷ lệ X/N. Hơn thế, cường độ nén của hệ nền xi măng Hà Tiên không sử dụng tro bay tỷ lệ thuận với tỷ lệ X/N ứng với mỗi độ tuổi cụ thể, tức độ tuổi 7, 14, 28, và 56 ngày. Mỗi quan hệ này được thể hiện ở dạng phương trình bậc nhất có dạng $y = ax + b$ theo từng độ tuổi tương ứng như được nhìn thấy trên Hình 2. Xu hướng này cũng được quan sát trên hệ nền xi măng Nghi Sơn không sử dụng tro bay và được thể hiện trên Hình 3.



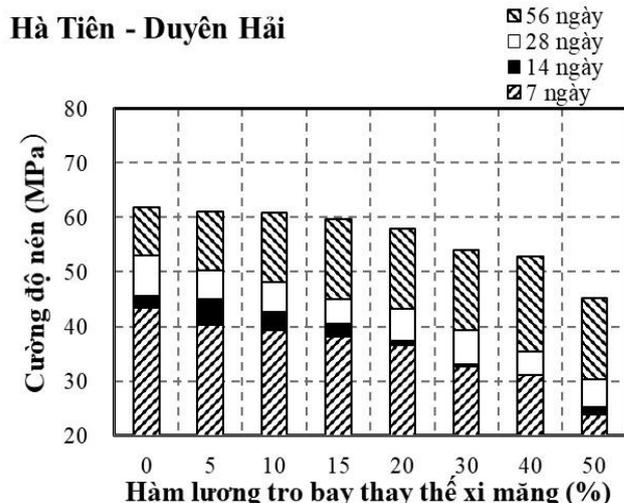
Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ X/N đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Hà Tiên không sử dụng tro bay.



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ X/N đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Nghi Sơn không sử dụng tro bay.

3.2. Cường độ nén của hệ nền xi măng-tro bay

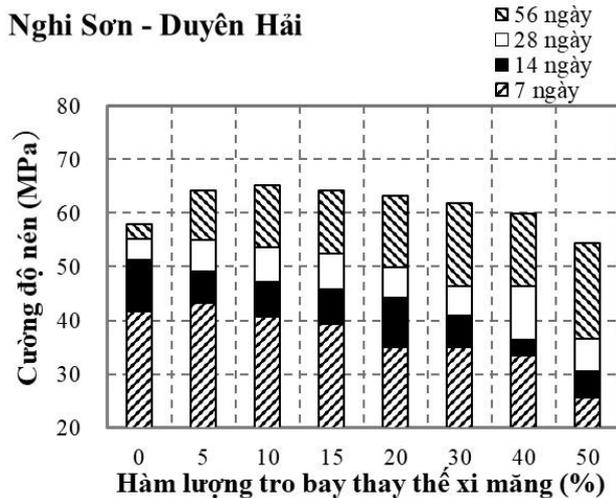
Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Hà Tiên-tro bay Duyên Hải có tỷ lệ N/CKD là 0,40 được thể hiện ở Hình 4. Nhận thấy rằng cường độ nén của tất cả các mẫu sử dụng xi măng Hà Tiên phát triển theo thời gian, không phụ thuộc vào việc sử dụng tro bay Duyên Hải. Tuy nhiên, khi sử dụng tro bay, cường độ nén của mẫu thấp hơn so với mẫu không sử dụng tro bay ở tất cả độ tuổi (tức 7, 14, 28, và 56 ngày), và giá trị càng thấp khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng càng lớn. Điều này là do phản ứng pozzolan của tro bay xảy ra rất chậm khi trong hệ nền có nồng độ kiềm OH⁻ thấp vì hàm lượng xi măng thấp. Tuy nhiên, quan sát thấy rằng cường độ nén về sau (ở tuổi 56 ngày) của hệ nền xi măng Hà Tiên sử dụng từ 5 đến 15 % tro bay thay thế cũng được cải thiện do phản ứng pozzolan của tro bay và đạt giá trị xấp xỉ gần bằng với giá trị cường độ nén của mẫu không sử dụng tro bay (xem Hình 4).



Hình 4. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Hà Tiên-tro bay Duyên Hải có tỷ lệ N/CKD là 0,40.

Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Nghi Sơn-tro bay Duyên Hải có tỷ lệ N/CKD là 0,40 được thể hiện ở Hình 5. Tương tự xi măng Hà Tiên, cường độ nén của tất cả các mẫu sử dụng xi măng Nghi Sơn cũng phát triển theo thời gian, không phụ thuộc vào việc sử dụng tro bay Duyên Hải. Tuy nhiên, khi sử dụng tro bay, cường độ nén của mẫu thấp hơn so với mẫu không sử dụng tro bay ở các độ tuổi ban đầu (tức ở độ tuổi 7 và 14 ngày), và giá trị càng thấp khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng càng lớn. Điều này cũng được giải thích là do phản ứng pozzolan của tro bay trong hệ nền xảy ra chậm. Tuy nhiên, ở độ tuổi 28 ngày, cường độ nén của mẫu Nghi Sơn sử dụng 5 % tro bay có cường độ xấp xỉ cường độ nén của mẫu không sử dụng tro bay. Không

những thể, cường độ của các mẫu Nghi Sơn sử dụng từ 5-40% tro bay thay thế có giá trị lớn hơn cường độ của mẫu không sử dụng tro bay ở độ tuổi 56 ngày (xem Hình 5). Điều này có thể là do phản ứng pozzolan của tro bay đã góp phần cải thiện hệ nền xi măng Nghi Sơn, làm gia tăng cường độ về sau cho hệ nền xi măng Nghi Sơn.



Hình 5. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến cường độ nén theo thời gian của hệ nền xi măng Nghi Sơn-tro bay Duyên Hải có tỷ lệ N/CKD là 0,40.

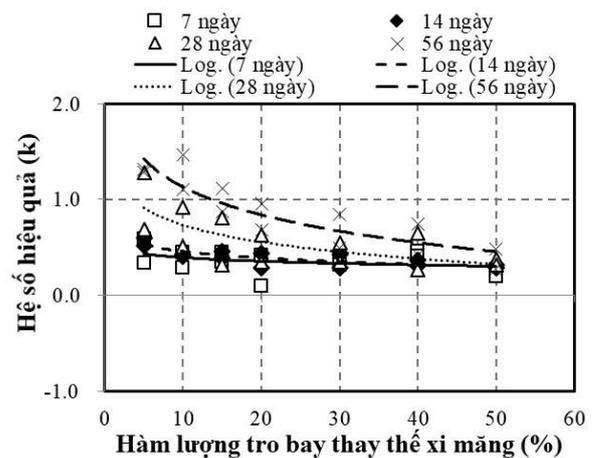
So sánh hai kết quả cường độ nén của Hình 4 và 5, nhận thấy rằng mặc dù cường độ ban đầu của cả hai hệ nền xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn đều thấp nhưng cường độ về sau của hệ nền Nghi Sơn được cải thiện đáng kể khi sử dụng tro bay Duyên Hải thay thế một phần xi măng. Kết luận tro bay Duyên Hải đã làm giảm cường độ ban đầu của hệ nền đá xi măng nhưng đã cải thiện cường độ về sau.

3.3. Hệ số hiệu quả (k) của tro bay đến cường độ nén

Bảng 2 thể hiện kết quả hệ số hiệu quả (k) được xác định dựa trên công thức (1) như đã trình bày trong phần 2.5. Mối quan hệ giữa hệ số hiệu quả (k) và hàm lượng tro bay thay thế hai loại xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn được thiết lập trên Hình 6. Nhận thấy rằng hệ số hiệu quả (k) của tro bay ở độ tuổi 7 ngày nằm trong khoảng từ 0.10 đến 0,59; xem thêm Bảng 2. Điều đó chứng tỏ rằng tro bay đã bắt đầu phản ứng ở tuổi 7 ngày nhưng hiệu suất phản ứng thấp hơn quá trình hydrat hóa của xi măng. Hơn thế, hệ số hiệu quả (k) không cố định là một hằng số mà thay đổi, tức gia tăng dần theo thời gian. Ngoài ra, giá trị k càng lớn khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng càng ít. Ngược lại, giá trị k càng thấp khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng càng nhiều. Giá trị k lớn hơn 1 trong một số trường hợp ở tuổi 56 ngày như được nhìn thấy ở Bảng 2 và Hình 6, chứng tỏ rằng tro bay có hiệu suất phản ứng cao hơn quá trình hydrat hóa của xi măng.

Bảng 2. Hệ số hiệu quả (k) của tro bay Duyên Hải.

Hàm lượng tro bay thay thế xi măng (%)	X/N	Hệ số hiệu quả (k) ở độ tuổi			
		7 ngày	14 ngày	28 ngày	56 ngày
Xi măng Hà Tiên					
5	2,38	0,34	0,60	0,69	1,28
10	2,25	0,45	0,41	0,51	1,10
15	2,13	0,45	0,39	0,32	0,88
20	2,00	0,42	0,29	0,35	0,69
30	1,75	0,32	0,29	0,35	0,49
40	1,50	0,41	0,31	0,26	0,42
50	1,25	0,20	0,32	0,31	0,27
Xi măng Nghi Sơn					
5	2,38	0,59	0,52	0,51	1,32
10	2,25	0,29	0,43	0,49	1,46
15	2,13	0,35	0,46	0,50	1,12
20	2,00	0,10	0,44	0,36	0,95
30	1,75	0,40	0,43	0,33	0,85
40	1,50	0,46	0,37	0,49	0,75
50	1,25	0,27	0,29	0,19	0,48



Hình 6. Mối quan hệ giữa hệ số hiệu quả (k) và hàm lượng tro bay thay thế hai loại xi măng Hà Tiên và Nghi Sơn.

4. Kết luận

Từ những kết quả thực nghiệm, những kết luận sau có thể được rút ra:

- Cường độ nén phụ thuộc vào tỷ lệ X/N và phát triển theo thời gian.
- Tro bay đã làm giảm cường độ ban đầu của hệ nền xi măng-tro bay. Điều này là do phản ứng pozzolan của tro bay xảy ra chậm. Mặc dù cường độ ban đầu của cả hai hệ nền xi măng Hà Tiên và

Nghi Sơn đều thấp nhưng cường độ về sau của hệ nền xi măng Nghi Sơn được cải thiện đáng kể khi sử dụng tro bay Duyên Hải thay thế một phần xi măng.

- Hệ số hiệu quả (k) của tro bay ở độ tuổi 7 ngày nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,59; chứng tỏ tro bay đã bắt đầu phản ứng nhưng hiệu suất thấp hơn quá trình hydrat hóa của xi măng. Hệ số hiệu quả (k) gia tăng dần theo thời gian. Giá trị k càng lớn khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng càng ít, và thậm chí lớn hơn 1 ở độ tuổi 56 ngày trong một số trường hợp tro bay thay thế xi măng từ 5 đến 15 % theo khối lượng.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này. Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Ông Lê Đại Thành thuộc công ty xi măng Hà Tiên 1, Ông Trần Quốc Thọ thuộc nhà máy xi măng Nghi Sơn và Ông Lâm Quan Bửu Lộc thuộc Công ty xi măng Sài Gòn đã hỗ trợ nguyên vật liệu.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Aponte D.F., Barra M. và Vazquez E., Durability and cementing efficiency of fly ash in concretes, *Construction Building Materials*, 2012, Vol. 30, 537-546.
- [2]. Babu K.G. và Rao S.N., Efficiency of fly ash in concrete with age, *Cement Concrete Research*, 1996, Vol. 26, 465-474.
- [3]. Bijen J. và Selst R.V., Cement equivalence factors for fly ash, *Cement Concrete Research*, 1993, Vol. 23, 1029-1039.
- [4]. Hemalatha T. và Ramaswamy A., A review on fly ash characteristics – towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete, *Cleaner Production*, 2017, 546-559.
- [5]. Hiệp hội Thí nghiệm và Vật liệu Hoa Kỳ, ASTM C 150 Standard specification for Portland cement, 2004.
- [6]. Huynh T.P., Hajiri M., Bui P.T., Ogawa Y. và Kawai K., An evaluation of cementing efficiency of fly ash on strength development of mortar by ratio of SiO_2/C_3S , *Proceedings of the 2nd ACF symposium 2017 Innovations for sustainable concrete infrastructures*, 2017, Chiangmai, Thailand.
- [7]. Khan A.N., Magar R.B. và Chore H.S., Efficiency factor of supplementary cementitious materials: A state of art, *International Journal of Optimization in Civil Engineering*, 2018, Vol. 8, 247-253.
- [8]. Papadakis V.G. và Tsimas S., Supplementary cementing materials in concrete Part I: efficiency and design, *Cement Concrete Research*, 2002, Vol. 32, 1525-1532.
- [9]. Papadakis V.G., Antiohos S. và Tsimas S., Supplementary cementing materials in concrete Part II: A fundamental estimation of the efficiency factor, *Cement Concrete Research*, 2000, Vol. 32, 1533-1538.
- [10]. Smith I.A., The design of fly-ash concretes, *P I Civil Engineering*, 1967, 769-790.
- [11]. Tiêu chuẩn Châu Âu, EN 206-1 Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity (English version), European standard, 2000.
- [12]. Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 2682:2009 – Xi măng Portland – Yêu cầu kỹ thuật, 2009.
- [13]. Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 4506:2012 – Nước cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật, 2012.
- [14]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10302:2014 – Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng, 2014.

Nghiên cứu tham số động của hỗn hợp cát cao su với tỷ lệ khác nhau bằng thí nghiệm nén ba trục động

Hồ Đình Nguyên¹, Vũ Văn Tuấn¹, Phạm Đức Tiệp¹

¹ Học viện Kỹ thuật quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, Cổ Nhuế, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

TỪ KHOẢ

Tham số động
 Mô đun trượt
 Tỷ số cản
 Cao su hạt
 Thí nghiệm nén ba trục động
 Góc ma sát trong
 Lực dính
 Thí nghiệm cắt phẳng

TÓM TẮT

Về mặt định tính cao su có khả năng giảm chấn nên khi kết hợp với vật liệu cát sẽ tạo thành hỗn hợp vật liệu vừa có khả năng chịu lực và vừa có khả năng giảm xung động. Để khẳng định các nhận định trên nghiên cứu này sẽ tiến hành xác định các tham số động (mô đun trượt, tỷ số cản) của hỗn hợp cát cao su với các hàm lượng cao su khác nhau bằng thí nghiệm nén ba trục động dưới điều kiện biến dạng cắt lớn. Đồng thời để đánh giá về khả năng chịu lực của hỗn hợp cát cao su, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu đặc trưng chống cắt của hỗn hợp dựa vào thiết bị thí nghiệm cắt phẳng tự động Shearmatic. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy hỗn hợp cát cao su phù hợp để làm vật liệu đắp hay làm nền cho các công trình chịu tải trọng động.

KEYWORDS

Dynamic property
 Shear modulus
 Damping ratio
 Granulated rubber
 Waste tire
 Mixture
 Dynamic triaxial tests
 Direct shear test

ABSTRACT

Rubber has the ability to absorb shock thus waste tires mixed with soil has the ability to reduce vibration while still having a high bearing capacity. This paper will study the dynamic property (shear modulus and damping ratio) of granulated rubber and sand mixtures at several different percentages by dynamic triaxial tests in the laboratory. The strength characteristics of granulated rubber and sand mixtures will also be determined by Automatic Shear Testing equipment. The results show that the granulated rubber and sand mixtures are suitable for filling material that may be subjected to seismic loads.

1. Đặt vấn đề

Sự gia tăng nhanh chóng số lượng lốp xe phế liệu mỗi năm trên toàn thế giới đang là một vấn đề lớn được quan tâm của nhiều quốc gia. Sự tích tụ quá mức này đe dọa đến cả môi trường và sức khỏe con người. Mặc dù đã có những nghiên cứu để tái sử dụng lốp xe phế liệu như: nghiên cứu cao su phế thải để sử dụng làm vật liệu mặt đường [2, 4]; nghiên cứu cao su phế thải làm vật liệu đắp cho nền đường cao tốc, gia cố đất – tường chắn [1, 3, 5] được thực hiện nhưng dường như là không đủ để giảm lượng chất thải này. Do đó, việc nghiên cứu xác định các đặc tính địa kỹ thuật chung của hỗn hợp cát - cao su nhằm phát triển các phương pháp mới tái sử dụng lốp xe phế liệu đã trở thành một mục tiêu cấp thiết quan trọng nhằm giảm tác động của chúng đến môi trường, cũng như sức khỏe cộng đồng.

Thời gian gần đây nhiều nghiên cứu thực nghiệm khác nhau về đặc tính động học của hỗn hợp cát - cao su đã được tiến hành. Pistolas [9] đã chỉ ra rõ ràng rằng biến dạng cắt có ảnh hưởng đáng kể đến tỷ số cản. Sarajpoor [10] báo cáo rằng ở biên độ biến dạng cắt nhỏ hơn 0,1 % sự gia tăng hàm lượng thể tích cao su dẫn đến tỷ số cản cao hơn, trong khi ở biên độ biến dạng cắt lớn hơn khoảng 0,1 %, xu hướng ngược lại. Trong khi Okur [8] thu được những phát hiện trái ngược bằng cách sử dụng các thử nghiệm cột cộng hưởng, chỉ ra rằng biên độ biến dạng cắt nhỏ hơn khoảng 0,05 %, sự gia tăng hàm lượng thể tích cao su dẫn đến tỷ số cản thấp hơn và ngược lại.

Madhusudhan [7] thậm chí còn báo cáo rằng tỷ lệ giảm chấn của hỗn hợp cát - cao su giảm khi biến dạng cắt tăng lên.

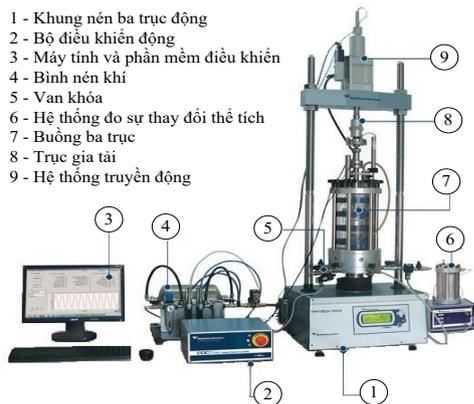
Từ các tổng hợp trên cho thấy, mặc dù các nghiên cứu đã thu được kết quả sơ bộ nhưng vẫn còn một số kết quả chưa mang tính thuyết phục và toàn diện như tỷ lệ trộn cao su trong hỗn hợp, sự ảnh hưởng của mức độ biến dạng cắt đến tính chất hỗn hợp... Vì vậy trong nội dung nghiên cứu, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xem xét sự thay đổi tham số động (mô đun trượt G, tỷ số cản D) của hỗn hợp cát - cao su với tỷ lệ cao su khác nhau bằng thí nghiệm nén ba trục động. Kostas Senetakis và đồng nghiệp [11] đã tổng hợp các nghiên cứu về hỗn hợp cát cao su cho thấy các nghiên cứu trước đây thường đưa ra 2 phương pháp lựa chọn hàm lượng cao su (kiểm soát theo khối lượng hoặc theo thể tích) và lựa chọn hàm lượng cao su ở mức độ từ thấp đến trung bình ($\leq 35\%$ về mặt khối lượng hoặc $\leq 55\%$ về mặt thể tích). Trong nghiên cứu này các mẫu hỗn hợp cát - cao su được kiểm soát về mặt thể tích với các tỷ lệ khác nhau là: 0 %, 20 %, 40 %, 50 %. Ứng với mỗi hỗn hợp cùng 1 tỷ lệ cao su (hệ số rỗng $e=0,6$) tiến hành thí nghiệm 2 mẫu với áp lực nén đẳng hướng khác nhau (100 kPa, 150 kPa) trong điều kiện biến dạng cắt lớn (biến dạng tương đối $\gamma > 0,1\%$). Ngoài ra để đánh giá về mặt chịu lực các tác giả sử dụng thiết bị cắt phẳng tự động Shearmatic để xác định các tham số chống cắt của hỗn hợp cát cao su theo tỷ lệ khác nhau.

*Liên hệ tác giả: dinhnguyen18088@gmail.com

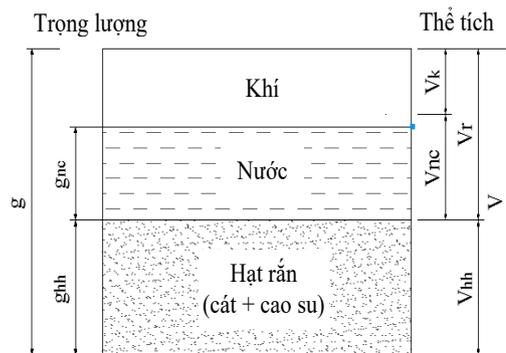
Nhận ngày 02/11/2021, sửa xong ngày 09/12/2021, chấp nhận đăng 11/05/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.306>

2. Thí nghiệm nén ba trục động xác định các tham số động của hỗn hợp cát cao su

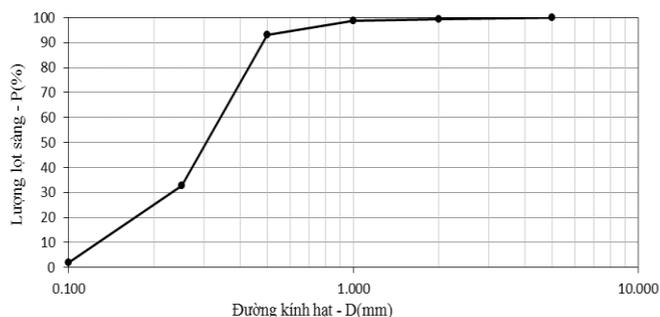


Hình 1. Hệ thống thiết bị máy nén ba trục động.

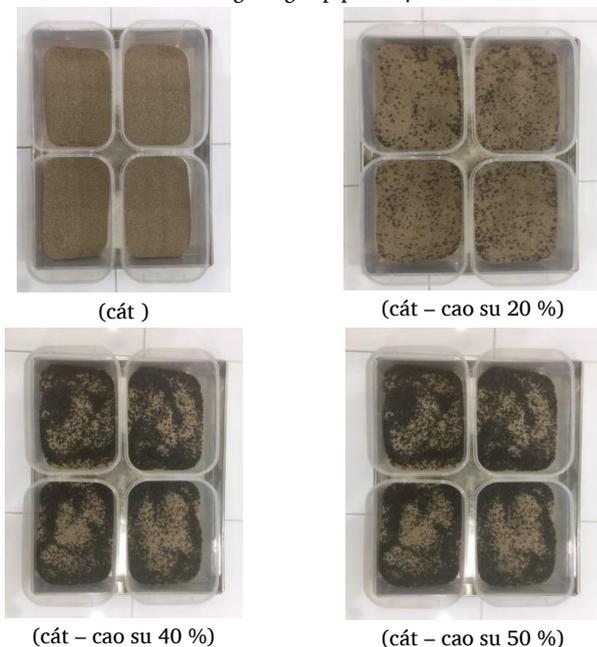


Hình 2. Sơ đồ 3 pha của hỗn hợp cát cao su.

2.1. Vật liệu thí nghiệm



Hình 3. Đường cong cấp phối hạt của cát.



Hình 4. Mẫu cát cao su với tỷ lệ thể tích cao su khác nhau.

Cát thí nghiệm sử dụng loại cát tiêu chuẩn Sông Hồng có cấp phối như Hình 3. Các hạt cao su thải được cung cấp bởi một công ty

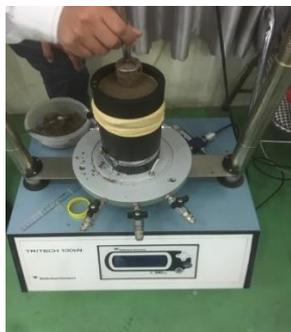
tại Hà Nội chuyên cung cấp sản phẩm phân hủy từ lốp xe cao su phế thải có kích thước khá đồng đều đường kính trung bình 2 mm. Khối lượng thể tích cao su 1,1 g/cm³. Tỷ lệ cao su trong hỗn hợp được kiểm soát về mặt thể tích so với tổng thể tích hỗn hợp hạt rắn. Mẫu thí nghiệm được phân làm 4 loại khác nhau về hàm lượng cao su là: 0 %; 20 %; 40 % và 50 %, mỗi loại sử dụng 2 mẫu tiến hành thí nghiệm. Các tổ mẫu này có cùng một hệ số rỗng e=0,6=constant (Hình 4).

2.2. Mô tả sơ bộ quy trình thí nghiệm

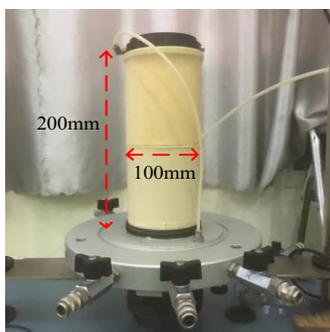
Mẫu thí nghiệm có kích thước hình trụ tròn đường kính D=100 mm, chiều cao H=200 mm, khi đầm lên từng lớp mẫu cần kiểm soát đồng đều về độ chặt (mẫu được chia làm 4 phần bằng nhau, đầm ướt và ứng với mỗi lớp đầm đến khi đạt được chiều dày mẫu là bội số của H/4=50 mm). Mẫu thí nghiệm được sục khí CO₂ trong vòng 30 phút. Dòng khí CO₂ qua mẫu có trọng lượng riêng lớn hơn khí trong mẫu nên nó dễ dàng chiếm chỗ của các hạt khí và đẩy các hạt khí ra ngoài mẫu. Sau khi kết thúc sục CO₂ thì trong các lỗ rỗng gần hoàn toàn được chiếm bởi CO₂, sau đó cho dòng nước sạch (đã khử khí) qua mẫu. Nước sẽ hòa tan CO₂ và lỗ rỗng chỉ còn nước. Quá trình thí nghiệm chính theo các giai đoạn sau đây:

- Giai đoạn bão hòa: mẫu được bão hòa qua việc điều chỉnh áp lực buồng và áp lực ngược. Kết thúc bão hòa khi hệ số bão hòa B ≥ 0,95.
- Giai đoạn cố kết mẫu: thiết lập áp lực buồng và áp lực ngược theo giá trị áp lực buồng hữu hiệu mong muốn (σ₃=100 kPa hoặc σ₃=150 kPa), sau đó đợi để áp lực nước lỗ rỗng dư tiêu tán về bằng áp lực ngược thì quá trình cố kết dừng lại.
- Giai đoạn gia tải động: tải trọng được thiết lập theo tiêu chuẩn ASTM D3999 [[12]]

Tải trọng hình sin và gia tải theo áp lực trên đầu mẫu: tần số gia tải f=1 Hz, biên độ gia tải theo tỷ số ứng suất CSR=0,1 ÷ 0,3.



Hình 5. Đầm mẫu theo độ chặt yêu cầu.



Hình 6. Mẫu sau khi chế bị xong.



Hình 7. Tiến hành sục khí CO₂ và cấp nước đi qua mẫu thí nghiệm.



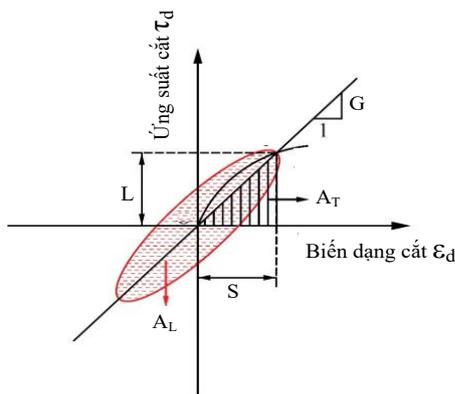
Hình 8 trình bày đặc tính ứng suất - biến dạng của đất khi chịu tải trọng dọc trục theo chu kỳ, các tham số mô đun trượt G và hệ số cản D cũng sẽ tự động tính toán và tự động ghi lại theo tiêu chuẩn ASTM D3999 [12], cụ thể như sau:

- Biến dạng cắt động trong mẫu thử:

$$\gamma_{SA} = \frac{\epsilon_{SA}}{1 + \nu} \cdot 100\% \quad (1)$$

trong đó:

- + $\epsilon_{DA} = S_{DA}/L_S$ là biến dạng dọc trục biên độ kép;
- + $\epsilon_{SA} = \epsilon_{SA}/2$ là biến dạng dọc trục biên độ đơn;
- + ν là hệ số Poisson;
- + S_{DA} là chuyển dịch biên độ kép (mm);
- + L_S là chiều cao mẫu sau khi cố kết (mm).



Hình 8. Biểu đồ xác định mô đun cắt động và tỷ số cản của hỗn hợp cát-cao su.

- Mô đun đàn hồi động được tính toán như sau:

$$E = \frac{L_{DA}}{S_{DA}} \cdot \frac{L_S}{A} \quad (2)$$

trong đó:

- + L_{DA} là tải biên độ kép (kN);
- + S_{DA} là chuyển dịch biên độ kép (mm);
- + L_S là chiều cao mẫu sau khi cố kết (mm);
- + A là diện tích mặt cắt ngang của mẫu.

- Mô đun cắt động của một mẫu được xác định:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad (3)$$

- Tỷ số cản là một tham số động lực học quan trọng của đất thể hiện đặc tính trễ của ứng suất - biến dạng của đất khi chịu tải theo chu kỳ. Nó cũng phản ánh sự tiêu tán năng lượng. Tỷ số cản D có thể được xác định với công thức:

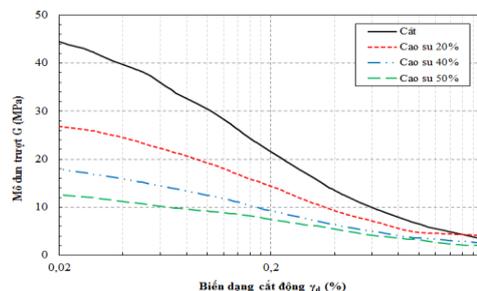
$$D = \frac{A_L}{4\pi \cdot A_T} \cdot 100\% \quad (4)$$

trong đó:

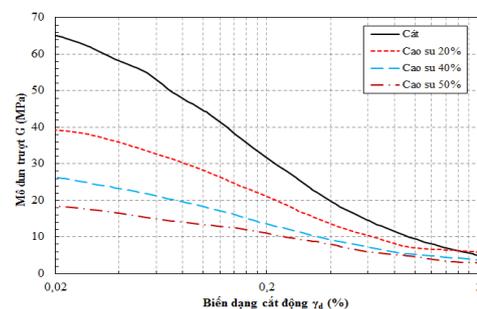
- + A_L là diện tích bên trong vòng lặp trễ (kN - m);
- + $A_T = 0,5 \cdot L \cdot S$

2.3. Kết quả thí nghiệm và bàn luận

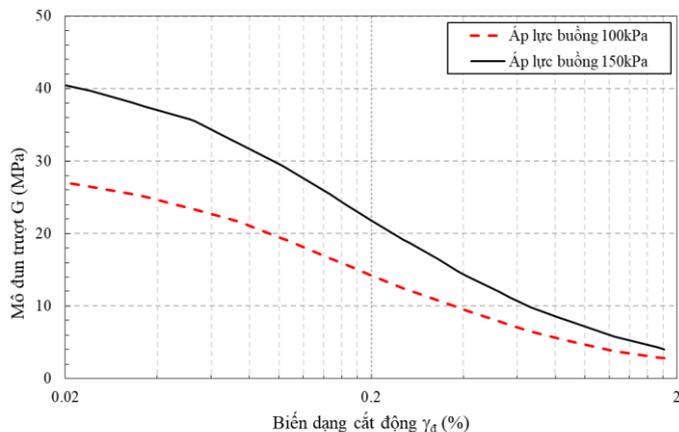
Kết quả thí nghiệm được thể hiện từ Hình 9 đến Hình 14.



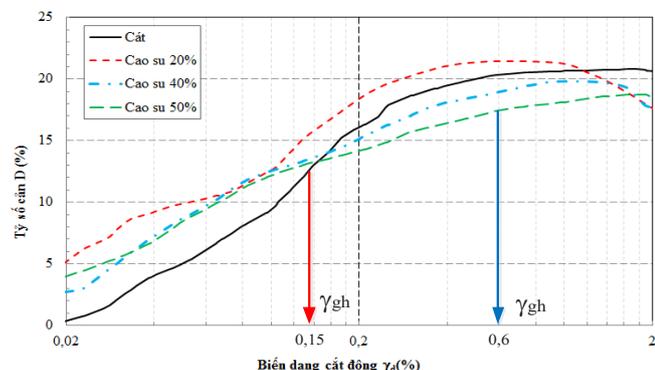
Hình 9. Quan hệ Mô đun trượt G – Biến dạng cắt động dưới áp lực buồng hữu hiệu $\sigma_3 = 100$ kPa.



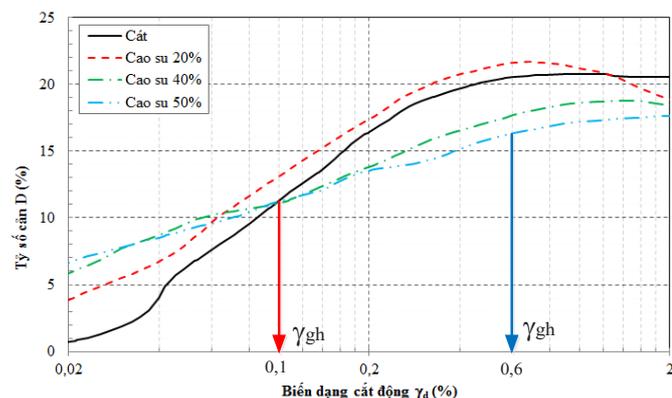
Hình 10. Quan hệ Mô đun trượt G – Biến dạng cắt động dưới áp lực buồng hữu hiệu $\sigma_3 = 150$ kPa.



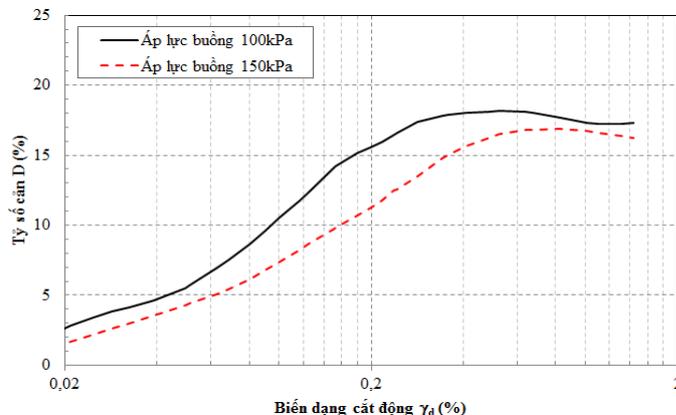
Hình 11. Quan hệ Mô đun trượt G – Biến dạng cắt động mẫu chứa 20 % cao su dưới áp lực buồng hữu hiệu khác nhau.



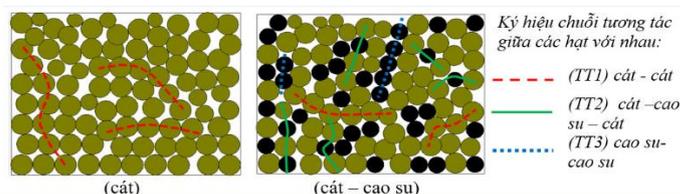
Hình 12. Quan hệ tỷ số rỗng D – Biến dạng cắt động dưới áp lực buồng hữu hiệu $\sigma_3 = 100$ kPa.



Hình 13. Quan hệ Tỷ số rỗng D – Biến dạng cắt động với áp lực buồng hữu hiệu $\sigma_3 = 150$ kPa.



Hình 14. Quan hệ Tỷ số rỗng D – Biến dạng cắt động của mẫu chứa 20 % cao su dưới áp lực buồng hữu hiệu khác nhau.



Hình 15. Sơ đồ minh họa các chuỗi tương tác trong hỗn hợp cát cao su.

Hạt cao su có độ cứng nhỏ, khả năng biến dạng lớn và tính đàn hồi cao, do đó rất dễ dàng thay đổi hình dạng. Ngược lại các hạt cát lại rất cứng (đặc biệt so với các hạt cao su). Hình 15 là sơ đồ hóa hỗn hợp cát (0 % cao su) và hỗn hợp cát - cao su, có thể hiện 3 chuỗi tương tác giữa các nhóm hạt với nhau [[6]]. Trong đó chuỗi tương tác cát - cao su - cát và cao su - cao su có xu hướng giống tính chất của cao su (biến dạng lớn và đàn hồi cao). Khi hàm lượng cao su cao thì chuỗi tương tác TT2 và TT3 tăng lên và giảm chuỗi tương tác TT1. Do vậy mẫu có hàm lượng cao su càng tăng thì mô đun đàn hồi động và mô đun trượt động giảm đi.

- Khi áp lực buồng 100 kPa, hàm lượng thể tích cao su lần lượt là 20 %, 40 % và 50 % thì mô đun cắt động ban đầu suy giảm lần lượt là 40,30 %; 59,25 % và 71,67 %.

- Khi áp lực buồng 150 kPa, hàm lượng thể tích cao su lần lượt là 20 %, 40 % và 50 % thì mô đun cắt động ban đầu suy giảm lần lượt là 38,54 %; 57,77 % và 72,77 %.

- Khi tăng áp lực buồng (từ 100 kPa lên 150 kPa) thì sẽ ngăn cản sự dịch chuyển của các hạt chính vì vậy làm tăng mô đun cắt động (Hình 11).

Tính rỗng của hỗn hợp cát - cao su được biểu hiện bởi sự rỗng của các thành phần riêng biệt như: bản thân các hạt cao su, sự dịch chuyển của hạt và ma sát giữa các hạt. Mức độ rỗng phụ thuộc độ lớn của biến dạng cắt:

- Khi biến dạng cắt nhỏ hơn 0,6 % thì tỷ số rỗng tăng lên, biến dạng cắt lớn hơn 0,6 % thì ngược lại, tỷ số rỗng lại giảm. Điều này được giải thích là do ở mức độ biến dạng lớn mẫu bị hóa lỏng hoàn toàn

nên mẫu ứng xử như chất lỏng. Do vậy tỷ số cản của nó suy giảm về giá trị của chất lỏng tương ứng.

- Mẫu với hàm lượng cao su 20 % với áp lực bùồng khác nhau đều cho thấy tỷ số cản luôn cao hơn mẫu cát với sự thay đổi của biến dạng cắt. Còn với các mẫu hàm lượng cao su cao hơn (40 %, 50 %) thì tỷ số cản của hỗn hợp cát cao su chỉ lớn hơn tỷ số cản của cát khi biến dạng cắt nhỏ hơn giá trị biến dạng cắt giới hạn ($\gamma_{gh} = 0,15$ % với áp lực bùồng bằng 100 kPa, $\gamma_{gh} = 0,1$ % với áp lực bùồng bằng 150 kPa). Sự thay đổi này có thể được giải thích như sau: khi biến dạng nhỏ hơn biến dạng cắt giới hạn, đặc tính cản của hỗn hợp chủ yếu là do bản thân các hạt cao su còn khi biến dạng lớn hơn thì đặc tính cản chủ yếu do thành phần ma sát giữa các hạt, mà sự có mặt của cao su làm suy giảm góc ma sát trong của hỗn hợp, chính vì vậy tính cản của hỗn hợp này nhỏ hơn so với cát.

- Tóm lại xét về mặt động học thì việc bổ sung các hạt cao su vào hỗn hợp cát làm tăng hệ số cản cho hỗn hợp ở mọi mức độ biến dạng ứng với hàm lượng cao su 20 %. Còn với hàm lượng 40 %-50 % chỉ có ý nghĩa với mức độ biến dạng trung bình.

3. Thí nghiệm máy cắt phẳng xác định các tham số chống cắt của hỗn hợp cát cao su.

Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của hàm lượng cao su đến góc ma sát trong của hỗn hợp cát cao su, tác giả đã sử dụng máy cắt phẳng tự động Shearmatic tiến hành nghiên cứu thực nghiệm để xác định các tham số chống cắt của hỗn hợp này với các tỷ lệ cao su thay đổi 0 %; 20 % và 40 %. Ngoài ra kết quả nghiên cứu này cũng là cơ sở để đánh giá về mặt sức chịu tải của các giải pháp móng đặt trên nền hỗn hợp cát – cao su.

Thí nghiệm xác định tham số chống cắt của mẫu cát cao su khi gia tải dưới cùng độ chặt (cùng hệ số rỗng $e = 0,6$), tiến hành thí nghiệm cắt 3 mẫu tương ứng với các cấp tải nén được cài đặt là $\sigma = 50$ kPa; 100 kPa; 150 kPa. Thí nghiệm được tiến hành trên cơ sở tiêu chuẩn TCVN 4199:1995 [13], trình tự thí nghiệm cho 1 mẫu cát cao su 20 % ứng với tải trọng nén $\sigma = 100$ kPa như sau:

- Bước 1: Xác định khối lượng thể tích cát và cao su cần để thiết kế hỗn hợp thí nghiệm.
- Bước 2: Tạo mẫu chế bị trong hộp cát. Mẫu được tạo trong hộp cát với dạng hình trụ có kích thước không đổi (đường kính $D = 6,35$ cm; chiều cao mẫu $h = 2,0$ cm).
- Bước 3: Lắp hộp cát với mẫu đã chế bị vào máy cắt phẳng kỹ thuật số tự động Sheramatic.
- Bước 4: Đổ nước vào khay đựng hộp cát tiến hành giai đoạn bão hòa mẫu.
- Bước 5: Cài đặt các thông số ban đầu trước khi tiến hành thí nghiệm

- Bước 6: Tiến hành giai đoạn cố kết mẫu.
- Bước 7: Tiến hành giai đoạn cắt trực tiếp.
- Bước 8: Lấy số liệu đo và kết thúc thí nghiệm cho mẫu chế bị đầu tiên.

Với các mẫu còn lại cũng được tiến hành như trình tự trên.

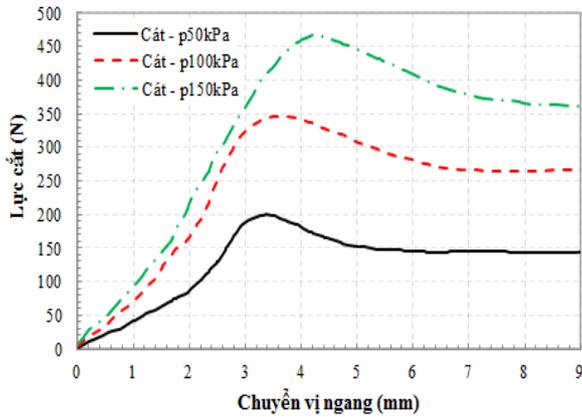


Hình 16. Các bộ phận chính máy cắt phẳng kỹ thuật số tự động Shearmatic.

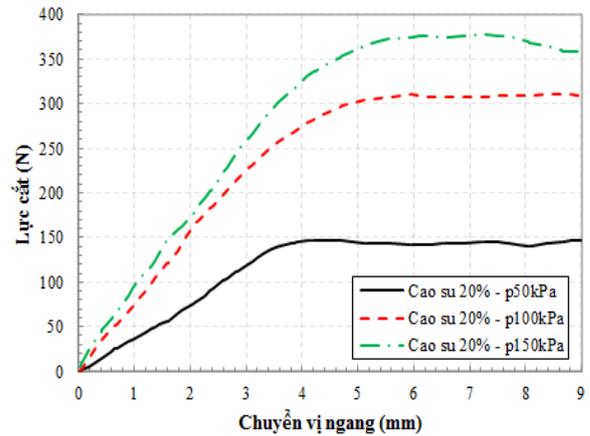


Hình 17. Chế bị mẫu cắt phẳng.

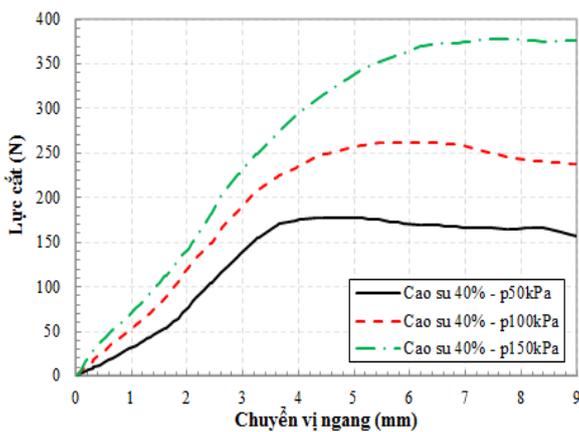
Từ Hình 18 đến Hình 23 thể hiện kết quả thí nghiệm cắt phẳng. Quy luật chung đường cong quan hệ chuyển dịch ngang giữa 2 thớt cát và ứng suất cắt của 3 loại mẫu đều như sau: mặc dù cùng mức độ đầm chặt nhưng hỗn hợp cát – cao su không có ứng xử hóa mềm sau cực đỉnh như cát chặt. Khi hàm lượng cao su tăng lên thì cường độ chống cắt và góc ma sát trong giảm ($\varphi = 40,2^\circ$ – mẫu cát; $\varphi = 36,2^\circ$ – mẫu cát cao su 20%; $\varphi = 32,3^\circ$ – mẫu cát cao su 40 %).



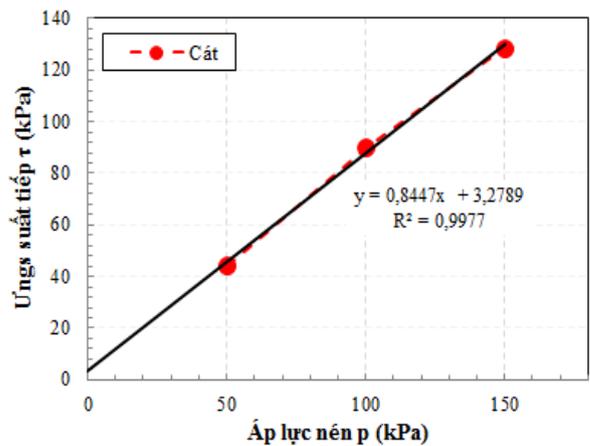
Hình 18. Quan hệ Lực cắt – Chuyển vị ngang mẫu cát.



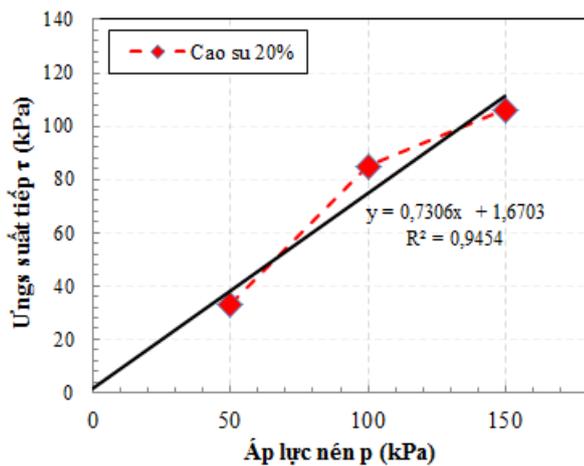
Hình 19. Quan hệ Lực cắt – Chuyển vị ngang mẫu cát – su 20 %.



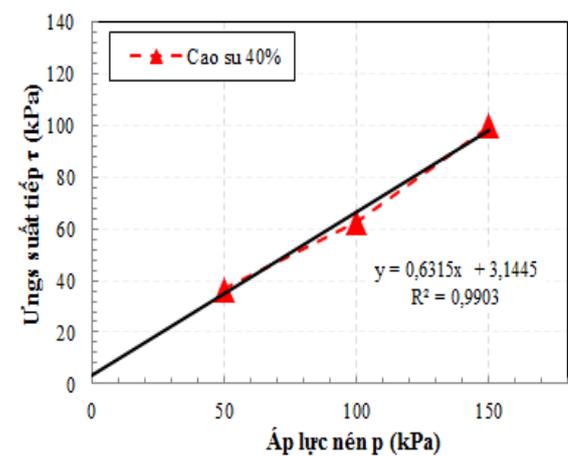
Hình 20. Quan hệ Lực cắt – Chuyển vị ngang mẫu cát – cao su 40 %.



Hình 21. Sức kháng cắt của cát.



Hình 22. Sức kháng cắt của hỗn hợp cát – cao su 20 %.



Hình 23. Sức kháng cắt của hỗn hợp cát – cao su 40 %.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm bằng thiết bị 3 trục động để xác định các tham số động của hỗn hợp cát – cao su với tỷ lệ khác nhau (0 ÷ 50 %). Kết quả nghiên cứu cho thấy tham số động không những phụ thuộc vào hàm lượng hạt cao su mà còn phụ thuộc vào áp lực ban đầu trong mẫu (áp lực bùồng) và mức

độ biến dạng cát. Mặc dù số lượng mẫu thử không nhiều nhưng tác giả cũng mạnh dạn đề xuất sử dụng mẫu cát cao su tỷ lệ 20 % để làm vật liệu đắp nền, cũng như lớp đệm nhân tạo cho các công trình chịu tải trọng động. Cấp phối này đảm bảo tỷ số cân luôn lớn hơn tỷ số cân của vật liệu cát ở mọi cấp độ biến dạng trượt khác nhau. Mật khác cấp phối này cũng đảm bảo mô đun trượt động không bị suy

giảm quá nhiều so với cát, và các tham số kháng cắt của nó cũng tương đối cao.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Ahmed, I., & Lovell, C. W. (1993). *Rubber soils as lightweight geomaterials*. Transportation research record, (1422).
- [2]. Eleazer, W. E., & Barlaz, M. A. (1992, September). Technologies for utilization of waste tires in asphalt pavement. In *Utilization of Waste Materials in Civil Engineering Construction* (pp. 193-201). ASCE.
- [3]. Humphrey, D. N., Sandford, T. C., Cribbs, M. M., & Manion, W. P. (1993). *Shear strength and compressibility of tire chips for use as retaining wall backfill*. Transportation research record, (1422).
- [4]. Liang, R. Y., & Lee, S. (1996). *Short-term and long-term aging behavior of rubber modified asphalt paving mixture*. Transportation research record, 1530(1), 11-17.
- [5]. Lee, J. H., Salgado, R., Bernal, A., & Lovell, C. W. (1999). *Shredded tires and rubber-sand as lightweight backfill*. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 125(2), 132-141.
- [6]. Liu, L., Cai, G., & Liu, S. (2018). *Compression properties and micro-mechanisms of rubber-sand particle mixtures considering grain breakage*. Construction and Building Materials, 187, 1061-1072.
- [7]. Madhusudhan, B. R., Boominathan, A., & Banerjee, S. (2017). *Static and large-strain dynamic properties of sand-rubber tire shred mixtures*. Journal of Materials in Civil Engineering, 29(10), 04017165.
- [8]. Okur, D. V., & Umu, S. U. (2018). *Dynamic properties of clean sand modified with granulated rubber*. Advances in Civil Engineering, 2018.
- [9]. Pistolas, G. A., Anastasiadis, A., & Pitolakis, K. (2015). *Dynamic properties of gravel-recycled rubber mixtures: resonant column and cyclic triaxial tests*. In *Proceedings of the XVI ECSMGE 2015, Edinburgh, UK*, 13-17; pp. 2613-2618.
- [10]. Sarajpooor, S., Kavand, A., Zogh, P., & Ghalandarzadeh, A. (2020). *Dynamic behavior of sand-rubber mixtures based on hollow cylinder tests*. Construction and Building Materials, 251, 118948.
- [11]. Senetakis, K., Anastasiadis, A., & Pitolakis, K. (2012). *Dynamic properties of dry sand/rubber (SRM) and gravel/rubber (GRM) mixtures in a wide range of shearing strain amplitudes*. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 33(1), 38-53.
- [12]. ASTM D3999. *Standard Test Methods for the Determination of the Modulus and Damping Properties of Soils Using the Cyclic Triaxial Apparatus*.
- [13]. TCVN 4199:1995 “Đất xây dựng - Phương pháp xác định sức chống cắt trong phòng thí nghiệm ở máy cắt phẳng”.

Một số tính chất cơ học và độ bền lâu của bê tông sử dụng cát biển và tro bay

Phạm Hữu Thiên¹, Lê Việt Hùng^{1*}, Phan Văn Quỳnh¹, Nguyễn Văn Hoan¹

¹ Viện Vật liệu xây dựng, Số 235 Nguyễn Trãi, Q. Thanh Xuân, Hà Nội

TỪ KHOÁ

Bê tông cát biển
 Cát biển
 Cốt liệu nhỏ
 Tính chất cơ học
 Độ bền lâu

KEYWORDS

Seasand concrete
 Seasand
 Fine aggregate
 Mechanical properties
 Durability

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu nhằm đánh giá một số tính chất cơ học và độ bền lâu của bê tông sử dụng cát biển và tro bay. Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá trên bê tông sử dụng cát biển nguyên khai, qua rửa (khử muối) với mô đun độ lớn 2,5 với vai trò làm cốt liệu nhỏ và xi măng thay thế một phần bằng tro bay với vai trò làm phụ gia khoáng. Các tính chất của bê tông được đánh giá thông qua các tiêu chuẩn TCVN và một số tiêu chuẩn trên thế giới hiện hành, bao gồm đánh giá tính chất của hỗn hợp bê tông, tính chất cơ học và độ bền lâu của bê tông như cường độ, mô đun đàn hồi, khả năng chống thấm, độ bền sun phát, co ngót của bê tông. Các kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, bê tông sử dụng cát biển qua rửa có chất lượng tương đương hoặc tốt hơn so với với bê tông sử dụng cát sông thông thường. Các cấp phối bê tông sử dụng cát biển qua rửa thí nghiệm đều đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật để đưa vào ứng dụng trong thực tế.

ABSTRACT

This paper presents the experimental results on the mechanical properties and durability of concrete using sea sand and fly ash. The study performed an evaluation on concrete using as-recieved sea sand, washed (desalted) seasand with a fineness modulus of 2.5 as fine aggregate and partially replaced cement with fly ash as a mineral additive. The properties of concrete are evaluated through TCVN standards and some current international standards, including assessment of concrete mix properties, mechanical properties and durability of concrete such as compressive strength, elastic modulus, impermeability, sulphate resistance, and shrinkage of concrete. Research results show that concrete using washed sea sand has the same or better quality than that of conventional river sand concrete. The tested concrete mixes using washed sea sand meet the technical requirements for practical application.

1. Giới thiệu

Nhu cầu cát cho xây dựng tại nước ta liên tục tăng trong những năm vừa qua. Do trữ lượng và lượng bồi đắp có hạn, trong khi việc khai thác cát, cuội sỏi tràn lan và tăng liên tục trong những năm vừa qua, dẫn đến các nguồn cát, sỏi tại các dòng sông bị thiếu hụt nghiêm trọng. Chính vì vậy, đặt ra vấn đề nghiên cứu sử dụng cát nguồn vật liệu thay thế cát sông cho xây dựng. Nguồn vật liệu có tiềm năng thay thế cát sông có thể khai thác có thể kể đến nguồn cát mịn, nguồn cát nhiễm mặn (ven biển), nguồn cát biển và nguồn cát nhân tạo (cát nghiền, tro xi công nghiệp,...). Về nguồn cát biển và cát nhiễm mặn có thể khai thác làm cát xây dựng ở nước ta, mặc dù chưa có dự án khảo sát, điều tra tổng thể, nhưng qua nhiều tài liệu thăm dò địa chất và các tập bản đồ địa chất của ở nhiều vùng miền Việt Nam và một số đề tài nghiên cứu sử dụng nguồn cát biển, cát nhiễm mặn làm vật liệu xây dựng [1] cho thấy, nhiều vùng biển nước ta có nguồn cát biển đủ tiêu chuẩn làm cốt liệu cho bê tông (cát loại hạt trung đến hạt thô, mô đun độ lớn như khu vực biển Quảng Ninh, Quảng Bình, Quảng Ngãi, Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, Phú Quốc, v.v...).

Nếu sử dụng được các nguồn cát tại chỗ như cát nhiễm mặn, cát biển cho bê tông sẽ mang lại nhiều lợi ích như đã nêu ở trên. Tuy vậy,

cát nhiễm mặn thường chứa hàm lượng đáng kể ion clo và các thành phần tạp chất khác làm ảnh hưởng đến tính chất của bê tông, đặc biệt là tính ăn mòn cốt thép trong bê tông. Tuy vậy, trong thực tế, cát cho xây dựng được chế biến từ cát biển sử dụng cho chế tạo bê tông đã có lịch sử sử dụng nhiều thập kỷ ở nhiều nước trên thế giới trong đó các nước sử dụng nhiều như Nhật Bản, Anh, Đài Loan, Trung Quốc [2].

Hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam chưa có tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật đối với sử dụng cát nguồn gốc cát biển, cát nhiễm mặn cho bê tông. Tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 [3] áp dụng chung đối với cát tự nhiên quy định hàm lượng ion Cl⁻ hòa tan trong axit không lớn hơn 0,01 % với bê tông dự ứng lực và 0,05 % với các loại bê tông và vữa khác. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này cũng quy định: cát có hàm lượng ion Cl⁻ lớn hơn các giá trị quy định ở vừa nêu có thể được sử dụng nếu tổng hàm lượng ion Cl⁻ trong 1 m³ bê tông từ tất cả các nguồn vật liệu chế tạo, không vượt quá 0,6 kg/m³.

Đối với bê tông sử dụng cát biển, cát nhiễm mặn, nhìn chung một số vấn đề ảnh hưởng của cát biển đối với tính chất bê tông được nhiều nghiên cứu chỉ ra. Thứ nhất là ảnh hưởng của muối trong cát đến khả năng ăn mòn cốt thép. Hàm lượng ion clo trong cát biển phụ thuộc vào hàm lượng ion clo trong nước biển và độ ẩm của cát. Nước biển thông thường có hàm lượng ion clo là 1,98 %, hàm lượng này thay đổi tùy

*Liên hệ tác giả: lvhung210@gmail.com

Nhận ngày 05/10/2021, sửa xong ngày 04/11/2021, chấp nhận đăng 10/05/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.307>

từng vùng biển. Thông thường độ hút nước của cát biển là 4 đến 12 %. Nếu giả định hàm lượng ion clo trong nước biển là 2 % thì hàm lượng ion clo cát biển trong khoảng 0,16 đến 0,24 %. Giá trị lượng lọt sàng 50 % (D50) của cát biển ảnh hưởng nhiều đến hàm lượng muối được giữ lại trong cát. Nếu giá trị D50 tăng lên từ 0,15 đến 0,37 mm thì độ ẩm giảm xuống do đó hàm lượng ion clo giảm hơn một nửa[4]. Nếu độ ẩm của cát biển mất đi do bay hơi tự nhiên mà không phải do lượng nước ngậm trong cát được tách ra thì hàm lượng muối trong cát biển sẽ là xấp xỉ lượng muối có trong độ ẩm ban đầu của cát biển. Hiện tượng này thường xảy ra trong điều kiện thời tiết nóng, môi trường khô. Thứ hai là ảnh hưởng của hàm lượng vò sò trong cát biển. Thành phần vò sò có trong cát có thể ảnh hưởng xấu đến tính chất của bê tông, trong đó tổng quan các nghiên cứu ảnh hưởng thành phần vò sò đến tính chất bê tông thường ghi nhận là làm giảm độ linh động của bê tông do hình dạng của mảnh vò sò, việc ảnh hưởng xấu đến cường độ hầu như không có[5-8]. Nghiên cứu của Alan Elliott Richardson and Thomas Fuller[9] và Yang[10] sử dụng vò sò thay thế một phần cốt liệu cho bê tông và kết luận rằng các hạt vật liệu vò sò và vò ốc không vò là sự khác biệt chính giữa cát biển và cát sông; cát biển có tỷ trọng cao hơn do thành phần có chứa các mảnh vò sò (thành phần chủ yếu là CaCO₃); mảnh vò sò cứng và bền nên có thể làm giảm độ xốp, khối lượng riêng cao hơn hạt cát, nhưng không ảnh hưởng nhiều đến cường độ bê tông khi thay thế đến 10 % cốt liệu, nhưng sẽ ảnh hưởng đáng kể khi tăng hàm lượng thay thế. Nghiên cứu của Chapman and Roeder[5] đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng vò sò rỗng trong cát biển với hồ và vữa xi măng. Độ rỗng của vò sò không ảnh hưởng đến cường độ và tính chống thấm của bê tông, ngược lại hình dạng của vò sò ảnh hưởng đến tính công tác của bê tông. Thứ 3 là hiện tượng tiết muối trắng. Bê tông, vữa có nếu chứa lượng muối đáng kể khi gặp môi trường ẩm thường gây hiệu tượng tiết muối trắng trên bề mặt bê tông. Bê tông sử dụng cát biển chứa lượng muối đáng kể (khi không qua rửa) thường gây ra hiện tượng này, nhất là các kết cấu ở tiếp xúc với môi trường ẩm ướt[11]. Tuy nhiên, theo nghiên cứu của Higgins[12], trong mọi trường hợp đều nhỏ hơn so với hiện tượng tương tự gây ra bởi vôi tự do trong bê tông và vữa. Chandrakeerthy[13] không phát hiện ra hiện tượng này trong bê tông chứa hàm lượng ion clo lớn, tương đương 4,44 % so với xi măng.

Các vấn đề trên đang làm việc sử dụng cát biển làm cốt liệu cho bê tông gặp khó khăn. Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng cát biển qua xử lý và chưa qua xử lý sử dụng với vai trò làm cốt liệu nhỏ đến một số tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông đóng rắn và độ bền lâu của bê tông. Nghiên cứu thực hiện trên bê tông

thông thường với mác thiết kế 30 MPa (mác 30), độ sụt hỗn hợp bê tông 15 ± 1 cm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Xi măng

Đề tài sử dụng xi măng PC40 Nghi Sơn. Đây là loại xi măng poóc lăng phù hợp theo TCVN 2682:2009. Các chỉ tiêu cơ lý và hóa của xi măng PC40 Nghi Sơn sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1, Bảng 2 tương ứng.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng và tro bay sử dụng cho nghiên cứu.

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Xi măng	Tro bay
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,1	2,21
2	Độ mịn, theo phương pháp Blaine	cm ² /g	3.800	1870
3	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,0	-
4	Lượng nước yêu cầu	%		94,5
5	Thời gian đông kết	phút		
	Bắt đầu		120	-
	Kết thúc		180	-
6	Cường độ nén	MPa		
	3 ngày		31,9	-
	28 ngày		52,3	-
7	Chỉ số hoạt tính cường độ	%		
	7 ngày			80,9
	28 ngày			88,1
8	Độ ổn định thể tích Le Chaterllier	mm	0,0	-

Bảng 2. Thành phần hóa của xi măng và tro bay sử dụng cho nghiên cứu.

Loại vật liệu	MKN	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Caof
Xi măng	1,23	19,4	3,4	5,2	63,5	1,6	2,3	0,91	0,00	0,45	0,20
Tro bay	10,23	52,56	5,11	22,94	1,4	1,51	0,47	4,14	0,33	0,43	<0,001

2.1.2. Tro bay

Tro bay sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh. Thành phần hóa và vật lý của các loại tro bay được nêu trong Bảng 1, Bảng 2 tương ứng.

2.1.3. Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ sử dụng cho nghiên cứu bao gồm cát biển qua rửa lấy được khai thác tầng cát đáy biển tại khu vực biển Quan Lạn, Vân Đồn (Quảng Ninh), cát biển nguyên khai; cát sông Lô (làm mẫu đối chứng). Các tính chất cơ lý và thành phần hạt của các loại cát được trình bày trong Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của các loại cát sử dụng cho nghiên cứu.

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả		
		Cát sông	Cát biển 2.5 (qua rửa)	Cát biển nguyên khai
Khối lượng riêng	g/cm ³	2,62	2,63	2,63
Khối lượng thể tích xếp	kg/m ³	1450	1480	1430
Độ hồng	%	45,7	43,6	45,8
Độ hút nước	%	1,2	1,1	1,2
Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	1,0	0,6	1,1
Hàm lượng tạp chất hữu cơ	so màu	Không sẫm hơn màu chuẩn		
Hàm lượng vô sò	%	0	8,2	8,6
Hàm lượng ion clo	%	< 0,001	0,008	0,08
Hàm lượng SO ₃	%	0,006	0,005	0,0062

Bảng 4. Thành phần hạt của cát sử dụng cho nghiên cứu.

Sốt sàng	ĐVT	Tỷ lệ % sót sàng tích lũy		
		Cát sông	Cát biển 2.5 (qua rửa)	Cát biển nguyên khai
2,5 mm	%	8,3	3,6	2,82
1,25 mm	%	21,9	18,7	12,74
630 mm	%	42,9	52,1	46,20
315 mm	%	81,9	82,6	80,10
140 mm	%	96,4	94,8	91,20
< 140 mm	%	3,6	5,2	8,80
Mô đun		2,51	2,52	2,33

2.1.4. Cốt liệu lớn

Cốt liệu lớn sử dụng cho chế tạo bê tông là loại đá dăm 5-20mm, từ đá vôi. Các tính chất cơ lý của đá dăm sử dụng trong nghiên cứu đáp ứng yêu cầu theo TCVN 7570:2006.

2.1.5. Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học sử dụng cho nghiên cứu là loại phụ gia siêu dẻo MG 8735 của hãng BASF. Đây là loại phụ gia dẻo gốc polycarboxylate ether (PCE), với khả năng giảm nước khoảng 25%.

2.1.6. Nước trộn

Nước sử dụng cho trộn mẫu trong nghiên cứu này là nước sinh hoạt của thành phố Hà Nội. Tính chất của nước phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 4506:2012 Nước trộn cho bê tông và vữa -Yêu cầu kỹ thuật.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tính chất của xi măng, tro bay, cát tự nhiên, đá dăm, phụ gia hóa học, nước được xác định theo phương pháp thử theo TCVN qui định trong các tiêu chuẩn TCVN 2682:2009, TCVN 10302:2014, TCVN 7570:2006, TCVN 8826:2012, TCVN 4506:2012 tương ứng. Tính chất của hỗn hợp bê tông bao gồm: độ sụt, khả năng duy trì độ sụt được thí nghiệm theo các tiêu chuẩn TCVN 3105, TCVN 3106. Tính chất cơ lý của bê tông: cường độ nén, mô đun đàn hồi được thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 3118:1993 và tiêu chuẩn ASTM C469 tương ứng. Độ bền lâu của bê tông: độ thấm nước, co ngót khô, bền sun phát được xác định theo các tiêu chuẩn TCVN 3116:1993, BS ISO 1920-8, TCVN 7713 tương ứng.

2.3. Cấp phối nghiên cứu

Để nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của cát biển đến tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông, đề tài đã thực hiện nghiên cứu tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng CKD chứa tro bay ở các tỷ lệ khác nhau 0 %, 20 % và 40 % theo khối lượng với các loại bê tông với cường độ nén đang được sử dụng phổ biến hiện nay là mác 30. Tất cả các cấp phối bê tông nhóm mác 30 cố định hàm lượng chất kết dính (CKD) là 350 kg/m³, sử dụng 0,7 % phụ gia hóa học theo khối lượng CKD tương ứng và được điều chỉnh lượng nước trộn để đạt độ sụt 15 ± 1 cm. Trong mỗi nhóm cấp phối mác 30 được chia thành 3 nhóm theo loại cát sử dụng bao gồm cát sông (đối chứng), cát biển nguyên khai (hàm lượng ion clo xấp xỉ 0,08 %), cát biển qua rửa có mô đun độ lớn 2,5. Chi tiết cấp phối bê tông thể hiện trong Bảng 5.

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của loại cát sử dụng đến lượng nước trộn của hỗn hợp bê tông

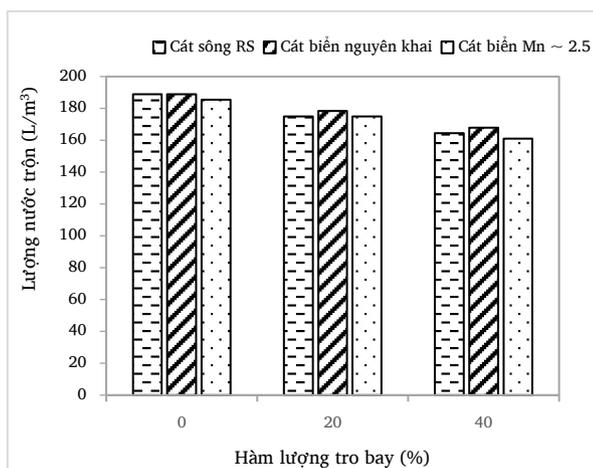
Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của loại cát sử dụng đến tính chất của hỗn hợp bê tông (HHBT) được thể hiện trong Bảng 6. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của cát biển đến lượng nước trộn của hỗn hợp bê tông được thể hiện trong Hình 1.

Bảng 5. Cấp phối bê tông sử dụng trong nghiên cứu.

Nhóm mẫu	Mã hóa cấp phối	Hàm lượng TB (%)	Tỷ lệ N/CKD	Tỷ lệ s/a	Cấp phối vật liệu cho một m ³ bê tông						
					PC40 (kg)	Tro bay (kg)	Cát sông (kg)	Cát biển (kg)	Đá dăm (kg)	PGHH (lít)	Nước (lít)
Cát sông RS	30RSFA0	0	0,54	0,42	355	0	799	0	1091	2,48	191
	30RSFA20	20	0,50	0,42	282	70	782	0	1083	2,46	177
	30RSFA40	40	0,47	0,42	208	139	760	0	1068	2,43	164
Cát biển nguyên khai	30SSFA0	0	0,54	0,42	354	0	0	801	1090	2,48	190
	30SSFA20	20	0,51	0,42	281	70	0	783	1081	2,46	178
	30SSFA40	40	0,48	0,42	208	139	0	763	1068	2,43	166
Cát biển Mn ~ 2.5	30SS2.5FA0	0	0,53	0,42	355	0	0	802	1091	2,48	188
	30SS2.5FA20	20	0,50	0,42	282	70	0	786	1084	2,47	174
	30SS2.5FA40	40	0,46	0,42	208	139	0	763	1068	2,43	161

Bảng 6. Tính chất của hỗn hợp bê tông.

Nhóm mẫu	Mã hóa cấp phối	Hàm lượng tro bay (%)	Tỷ lệ N/CKD	Độ sụt (cm)		
				sau trộn	sau 60 phút	mất sụt sau 60 phút
Cát sông RS	30RSFA0	0	0,54	15,5	9	6,5
	30RSFA20	20	0,50	15,5	9	6,5
	30RSFA40	40	0,47	15	9	6
Cát biển nguyên khai	30SSFA0	0	0,54	15	8,5	6,5
	30SSFA20	20	0,51	15	8,5	6,5
	30SSFA40	40	0,48	16	9	7
Cát biển Mn ~ 2.5	30SS2.5FA0	0	0,53	15,5	8,5	7
	30SS2.5FA20	20	0,50	15	8	7
	30SS2.5FA40	40	0,46	15	9	6

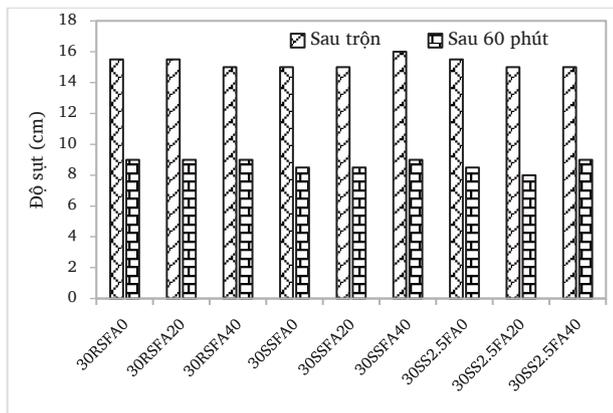


Hình 1. Quan hệ giữa lượng nước trộn và tỷ lệ tro bay của HHBT.

Kết quả thí nghiệm xác định hàm lượng nước trộn để hỗn hợp bê tông sử dụng các loại cát khác nhau đạt độ sụt trong khoảng 14-16 cm như thể hiện trong Hình 1 cho thấy, đối với các cấp phối sử dụng cát biển, bê tông sử dụng cát biển nguyên khai và cát biển qua rữa có cùng mô đun độ lớn với cát sông (mô đun 2,5) có lượng nước trộn cơ bản tương đương nhau, dao động trong khoảng từ 185 -189 L/m³. Khi sử dụng các loại cát kết hợp với tro bay ở hàm lượng 20 % và 40 %, lượng nước trộn của các cấp phối bê tông đều giảm tỷ lệ thuận với hàm lượng tro bay, lượng nước giảm từ 10-14 L/m³, điều này cho thấy rằng lượng cần nước của tro bay ít hơn so với xi măng PC40.

3.2. Tính công tác và khả năng duy trì độ sụt của hỗn hợp bê tông

Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của cát biển đến tính công tác và khả năng duy trì độ sụt bê tông được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Khả năng duy trì độ sụt của HHTB theo thời gian.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, nhìn chung các hỗn hợp bê tông với các loại cát biển đều đáp ứng được yêu cầu về tính công tác để đảm bảo đảm chất của hỗn hợp bê tông. Các hỗn hợp bê tông khi điều chỉnh

lượng nước trộn và sử dụng cùng loại và tỷ lệ phụ gia siêu dẻo đều không chế được độ sụt trong khoảng 14 đến 16 cm theo yêu cầu đặt ra. Quan sát trực quan cho thấy, các hỗn hợp bê tông sử dụng cát biển có độ dẻo tương đương so với các mẫu sử dụng cát tự nhiên và không có hiện tượng phân tầng, tách nước. Về khả năng duy trì tính công tác của HHTB, kết quả xác định độ sụt HHTB sau trộn 60 phút cho thấy, về cơ bản không có sự khác biệt đáng kể về khả năng duy trì độ sụt của HHTB với các loại cát sử dụng. Các mẫu sử dụng cát sông và cát biển có mức tồn thất độ sụt trong khoảng 6 đến 7 cm sau 60 phút.

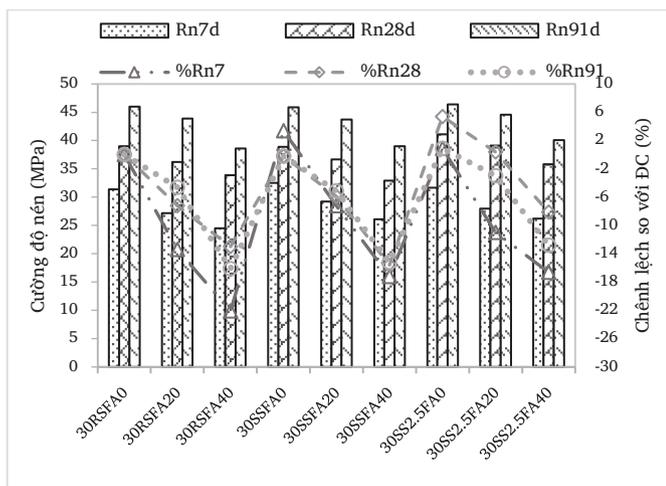
Khi sử dụng tro bay, khả năng duy trì độ sụt của HHTB về cơ bản được cải thiện hơn so với mẫu đối chứng, mức cải thiện khoảng 0,5 đến 1 cm sau 60 phút khi sử dụng 20 đến 40 % hàm lượng tro bay trong CKD.

3.3. Cường độ nén

Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của loại cát sử dụng đến cường độ và mô đun đàn hồi của bê tông được thể hiện trong Bảng 7. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của cát biển đến cường độ của bê tông được thể hiện trong Hình 3.

Bảng 7. Tính chất cơ lý của bê tông sử dụng tro bay và các loại cát khác nhau.

Nhóm mẫu	Mã hóa cấp phối	Hàm lượng TB (%)	N/CKD	Cường độ nén (MPa)						Mô đun đàn hồi (GPa)		
				Rn7 ngày	$\Delta\%$ Rn7	Rn28 ngày	$\Delta\%$ Rn28	Rn91 ngày	$\Delta\%$ Rn91	E7d	E28d	E91d
Cát sông RS	30RSFA0	0	0,54	31,4	0,0	39,0	0,0	46,0	0,0	23,7	26,2	29,5
	30RSFA20	20	0,50	27,2	-13,4	36,2	-7,2	43,9	-4,6	21,9	25,3	28,8
	30RSFA40	40	0,47	24,5	-22,1	33,9	-13,0	38,6	-16,1	21,1	24,4	24,8
Cát biển nguyên khai	30SSFA0	0	0,54	32,5	3,4	38,9	-0,2	45,9	-0,2	24,0	26,8	29,3
	30SSFA20	20	0,51	29,2	-7,2	36,7	-5,9	43,7	-5,1	23,3	25,9	28,5
	30SSFA40	40	0,48	26,1	-17,2	32,9	-15,6	39,0	-15,2	21,6	24,4	26,4
Cát biển Mn ~ 2.5	30SS2.5FA0	0	0,53	31,7	0,9	41,1	5,4	46,4	0,9	24,1	27,3	30,7
	30SS2.5FA20	20	0,50	28,0	-11,0	39,1	0,4	44,6	-3,0	23,2	26,5	28,8
	30SS2.5FA40	40	0,46	26,2	-16,6	35,8	-8,1	40,1	-12,8	22,9	25,4	27,0



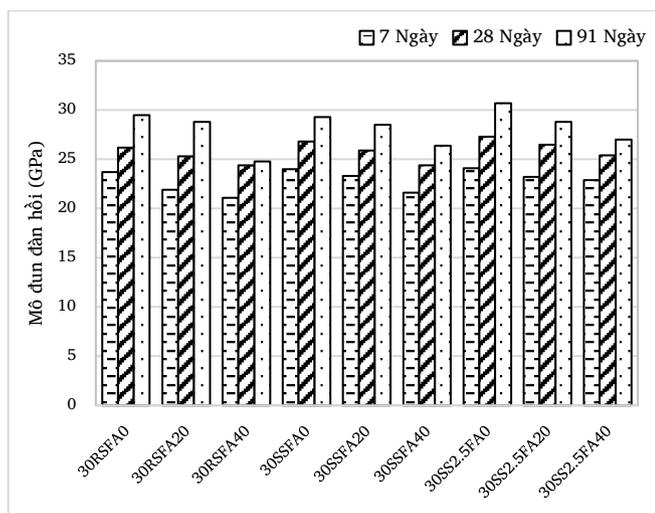
Hình 3. Cường độ của bê tông ở các tuổi khác nhau.

Các cấp phối bê tông mác 30 (CKD 350 kg/m³, tỷ lệ N/CKD 0,53 đến 0,54) với các loại cát khác nhau (cát sông, cát biển nguyên khai, cát biển qua rữa) sử dụng CKD là xi măng và xi măng kết hợp tro bay được bảo dưỡng ở điều kiện tiêu chuẩn được xác định cường độ nén ở tuổi 7, 28 và 91 ngày. Kết quả thí nghiệm cho thấy bê tông sử dụng cát biển cho cường độ tương đương hoặc cao hơn một chút so với cát sông có cùng mô đun độ mịn.

Với các cấp phối bê tông sử dụng tro bay, cường độ nén của bê tông với các loại cát khác nhau đều có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng tro bay trong CKD. Không có sự chênh lệch đáng kể về mức độ giảm cũng như tốc độ phát triển cường độ của bê tông sử dụng tro bay với các loại cát khác nhau.

3.4. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng các loại cát và tỷ lệ tro bay khác nhau

Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi ở tuổi 7, 28 và 91 ngày của các cấp phối bê tông sử dụng các loại cát khác nhau thể hiện trong Hình 4 cho thấy, quy luật tăng giảm mô đun đàn hồi do sử dụng loại cát khác nhau của các cấp phối bê tông được khống chế cùng độ sụt tương tự như quy luật tăng giảm cường độ nén của bê tông. Cụ thể, mô đun đàn hồi của các cấp phối bê tông sử dụng cát sông và cát biển có cùng mô đun độ lớn cơ bản là tương đương nhau, mô đun đàn hồi chủ yếu phụ thuộc vào tuổi và cường độ nén của bê tông.



Hình 4. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng các loại cát và tỷ lệ tro bay khác nhau.

Với các cấp phối bê tông sử dụng tro bay thì mô đun đàn hồi của bê tông giảm khi tăng tỷ lệ tro bay trong CKD ở tất cả các cấp phối sử dụng loại cát khác nhau, tương tự như quy luật với cường độ bê tông. Điều này chủ yếu là do cường độ nén của bê tông giảm khi tăng tỷ lệ tro bay trong CKD đồng thời tăng tỷ lệ tro bay trong CKD cũng dẫn đến tăng hàm lượng vữa trong bê tông so với bê tông chỉ sử dụng xi măng.

3.5. Khả năng chống thấm

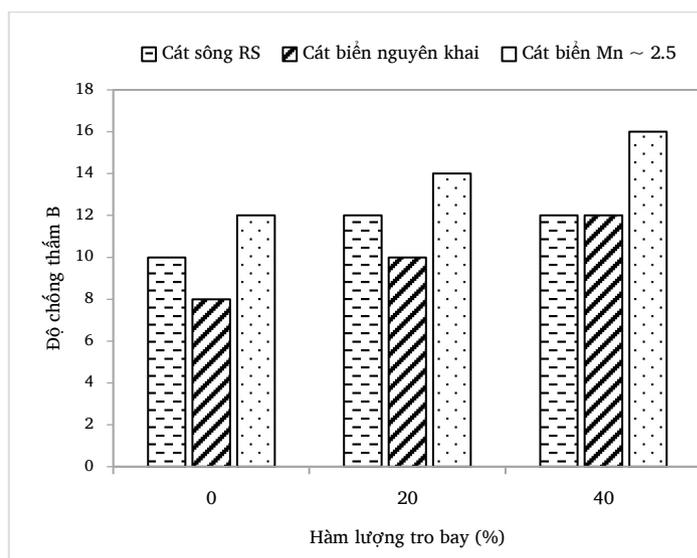
Từ kết quả thí nghiệm thể hiện trong Bảng 8 và biểu diễn trong Hình 5 cho thấy, khả năng chống thấm nước chủ yếu phụ thuộc vào tỷ lệ N/CKD, hàm lượng CKD và hàm lượng tro bay trong CKD. Ảnh hưởng của loại cát sử dụng đến mức chống thấm của bê tông là không quá lớn. Tuy nhiên, có thể thấy bê tông sử dụng cát biển nguyên khai có khả năng chống thấm kém hơn so với các loại cát qua rửa. Điều này có thể là do trong cát biển nguyên khai có chứa lượng muối và hàm lượng bụi bùn sét nhất định nên ảnh hưởng xấu đến khả năng chống thấm của bê tông.

Các cấp phối sử dụng tro bay cho thấy rõ ràng sự cải thiện khả năng chống thấm cả với thử nghiệm áp lực nước (mức chống thấm

B. Mức chống thấm tính trung bình tăng 2 cấp khi hàm lượng tro bay trong CKD tăng 20 % (từ 0 đến 20 % và 20 lên 40%).

Bảng 8. Chống thấm nước của bê tông sử dụng cát loại cát và tro bay khác nhau.

Nhóm mẫu	Mã hóa cấp phối	Hàm lượng tro bay (%)	Độ chống thấm
Cát sông RS	30RSFA0	0	B10
	30RSFA20	20	B12
	30RSFA40	40	B12
Cát biển nguyên khai	30SSFA0	0	B8
	30SSFA20	20	B10
	30SSFA40	40	B12
Cát biển Mn ~ 2.5	30SS2.5FA0	0	B12
	30SS2.5FA20	20	B14
	30SS2.5FA40	40	B16



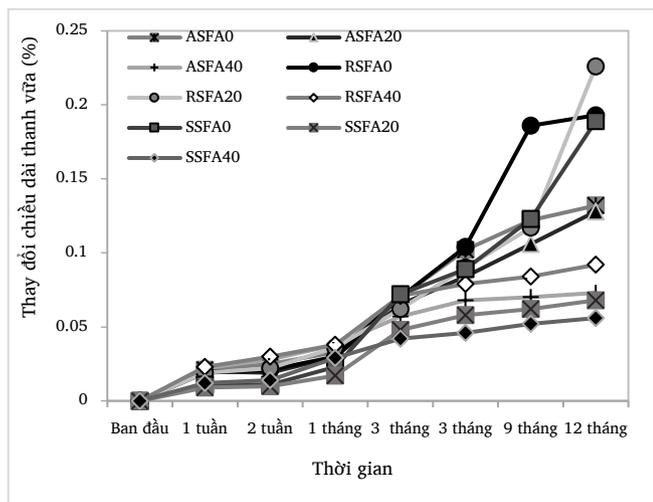
Hình 5. Mức chống thấm nước của bê tông sử dụng các loại cát và tỷ lệ tro bay khác nhau.

3.6. Độ bền sun phát

Đề tài tiến hành thí nghiệm xác định độ nở của thanh vữa sử dụng các loại cốt liệu khác nhau bao gồm cát sông, cát biển với các tỷ lệ sử dụng tro bay thay thế chất kết dính khác nhau (0%, 20% và 40%) ngâm trong dung dịch sun phát. Các mẫu cát được sàng để đảm bảo có thành phần hạt phù hợp với quy định của cát sử dụng cho đúc thanh vữa độ nở theo TCVN 7713:2013. Ngoài ra còn thí nghiệm xác định độ nở thanh vữa trong dung dịch sun phát các mẫu sử dụng cát Mỹ để so sánh đối chứng.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm độ nở thanh vữa ngậm trong môi trường sun phát.

Nhóm mẫu	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ tro bay (%)	Thay đổi chiều dài thanh vữa %, theo thời gian							
			Ban đầu	1 tuần	2 tuần	1 tháng	3 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
Cát tiêu chuẩn ASTM	ASFA0	0	0,000	0,021	0,025	0,033	0,070	0,102	0,122	0,132
	ASFA20	20	0,000	0,020	0,019	0,030	0,065	0,084	0,106	0,128
	ASFA40	40	0,000	0,022	0,028	0,038	0,057	0,068	0,070	0,073
Cát sông	RSFA0	0	0,000	0,019	0,021	0,030	0,070	0,104	0,186	0,193
	RSFA20	20	0,000	0,019	0,022	0,036	0,062	0,090	0,117	0,226
	RSFA40	40	0,000	0,023	0,030	0,038	0,071	0,079	0,084	0,092
Cát biển	SS2.5FA0	0	0,000	0,011	0,011	0,023	0,072	0,089	0,123	0,189
	SS2.5FA20	20	0,000	0,009	0,010	0,017	0,048	0,058	0,062	0,068
	SS2.5FA40	40	0,000	0,012	0,014	0,029	0,042	0,046	0,052	0,056



Hình 7. Độ nở của thanh vữa với loại cát và tỷ lệ tro bay khác nhau.

Từ các kết quả thí nghiệm cho thấy như biểu diễn trên Hình 7 cho thấy, độ nở thanh vữa 6 tháng trong dung dịch sun phát của các mẫu vữa sử dụng cát sông gần tương tự như mẫu cát tiêu chuẩn ASTM, trong khi mẫu vữa sử dụng cát biển cho độ nở thanh vữa thấp hơn độ nở thanh vữa các mẫu sử dụng cát sông và cát tiêu chuẩn. Các mẫu thanh vữa sử dụng cát ASTM và cát sông, độ nở sun phát của thanh ở sau 6 tháng lớn hơn giới hạn quy định 0,1 % đối với giới hạn độ nở sun phát trung bình, với trường hợp không sử dụng 20 % và 40 % tro bay trong CKD thì độ nở từ 0,05 đến 0,1 % phù hợp với quy định độ nở sun phát ở mức trung bình. Các mẫu thanh vữa sử dụng cát biển với tỷ lệ tro bay 0 và 20 %, độ nở thanh vữa nằm trong khoảng 0,05 đến 0,1 %, trong khi với tỷ lệ tro bay 40 % độ nở thanh vữa nhỏ hơn 0,05 % ở tuổi 6 tháng nhỏ hơn quy định giới hạn độ nở sun phát cao.

3.7. Độ co khô

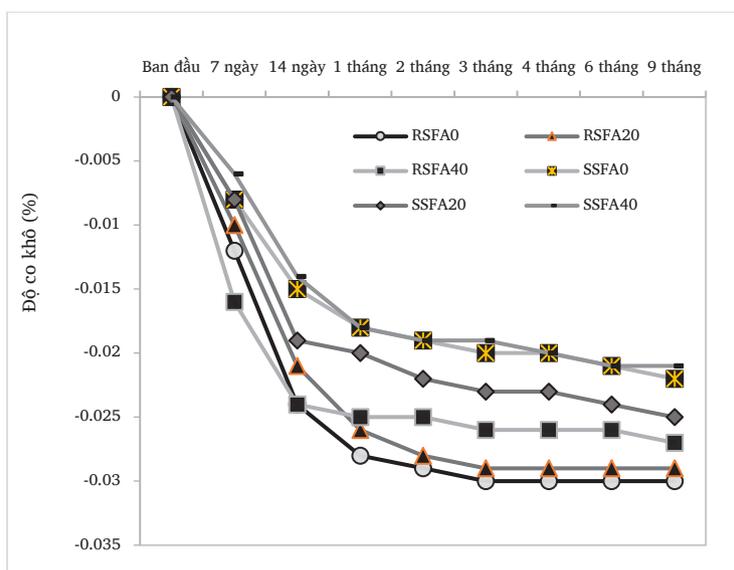
Các cấp phối bê tông với các loại cát khác nhau: cát sông, cát biển (qua rửa) với hàm lượng tro bay trong CKD ở các tỷ lệ 0, 20 và 40 % được xác định độ co khô trên mẫu bê tông theo tiêu chuẩn BS EN 1920-8:2008 ở tuổi từ 7 ngày đến 9 tháng. Các kết quả thí nghiệm xác định độ co khô bê tông sử dụng tro bay, cát biển được đưa ra trong Bảng 10.

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, độ co khô của bê tông sử dụng cát sông độ co khô tuổi 3 tháng trong khoảng 0,026 %, trong khi bê tông sử dụng cát biển cho độ co khô nhỏ hơn so với cát sông, độ co khô tuổi 3 tháng trong khoảng 0,019 đến 0,022 %. Thay đổi hàm lượng tro bay trong CKD làm giảm độ co khô của bê tông nhưng mức độ không lớn. Điều này cho thấy, mặc dù khi sử dụng tro bay, tỷ lệ N/CKD của bê tông giảm xuống, làm bê tông đặc chắc hơn, bê tông ít lỗ xốp hơn, nhưng độ co khô của bê tông giảm không lớn có thể do lượng hồ CKD trong các mẫu bê tông sử dụng tro bay lớn hơn so với các mẫu bê tông chỉ sử dụng xi măng là nguyên nhân làm giảm mức độ giảm độ co của bê tông sử dụng tro bay do độ co khô phụ thuộc nhiều vào hàm lượng đá CKD trong hệ.

Các cấp phối bê tông thử nghiệm đều có độ co khô nhỏ hơn mức 0,075 %, mức giới hạn quy định co khô của bê tông quy định với cốt liệu theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 206-1:2013. Điều này sẽ làm giảm nguy cơ kết cấu bê tông bị nứt trong môi trường khô ẩm do thay đổi độ co của bê tông. Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy, độ co khô của các mẫu bê tông cơ bản ổn định sau thời gian thí nghiệm khoảng 3 tháng, thời gian sau đó các mẫu bê tông hầu như không co. Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm mất khối lượng của mẫu theo thời gian cho thấy, sau thời gian thí nghiệm đến 9 tháng các mẫu bê tông vẫn giảm khối lượng so với khối lượng ban đầu tuy rằng mức độ giảm khối lượng giảm dần theo thời gian. Khối lượng bê tông giảm chủ yếu do mất nước vật lý chứa trong các lỗ mao quản trong bê tông, điều này làm cho bê tông bị co.

Bảng 10. Kết quả thí nghiệm độ co khô của bê tông.

Nhóm mẫu	Ký hiệu mẫu	Độ co khô, %								
		Ban đầu	7 ngày	14 ngày	1 tháng	2 tháng	3 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
Cát sông	30RSFA0	0,000	-0,012	-0,024	-0,028	-0,029	-0,030	-0,030	-0,030	-0,030
	30RSFA20	0,000	-0,010	-0,021	-0,026	-0,028	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
	30RSFA40	0,000	-0,016	-0,024	-0,025	-0,025	-0,026	-0,026	-0,026	-0,027
Cát biển	30SS2.5FA0	0,000	-0,008	-0,015	-0,018	-0,019	-0,020	-0,020	-0,021	-0,022
	30SS2.5FA20	0,000	-0,008	-0,019	-0,020	-0,022	-0,023	-0,023	-0,024	-0,025
	30SS2.5FA40	0,000	-0,006	-0,014	-0,018	-0,019	-0,019	-0,020	-0,021	-0,021



Hình 8. Độ co khô theo thời gian của bê tông sử dụng các loại cát và tro bay ở tỷ lệ khác nhau.

4. Kết luận

Từ kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của cát biển, tro bay đến một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông có thể đưa ra một số kết luận sau:

1. Các cấp phối bê tông sử dụng cát biển qua rữa nghiên cứu đáp ứng được các yêu cầu về tính công tác của hỗn hợp bê tông và tính chất cơ học của bê tông đóng rắn tương đương hoặc tốt hơn so với bê tông cát sông. Bê tông sử dụng cát biển qua rữa có tính công tác, cường độ, mô đun đàn hồi tương tự như cát sông và độ bền lâu tốt hơn so với cát sông.
2. Về cơ bản sử dụng tro bay ở tỷ lệ 0 đến 40 % giúp cải thiện tính công tác, giảm lượng nước trộn của hỗn hợp bê tông để đạt cùng độ sụt. Tro bay làm giảm cường độ của bê tông (tuổi đến 91 ngày) khi thay thế ở tỷ lệ 20 đến 40 % trong CKD. Mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng tro bay cơ bản có mối tương quan tốt với cường độ nén, tương tự như mối quan hệ ở bê tông sử dụng xi măng poóc lăng.

3. Sử dụng kết hợp tro bay kết hợp với cát biển nâng cao độ bền lâu của bê tông. Độ bền lâu của bê tông sử dụng cát biển qua rữa (với mô đun độ lớn 2,5) cho kết quả tốt nhất trong 3 loại cát nghiên cứu là cát sông, cát biển nguyên khai và cát biển qua rữa. Mức độ chống thấm, bền sun phát của bê tông tăng lên khi tăng hàm lượng tro bay từ 0 đến 40 %.

Tài liệu tham khảo

- [1]. D. V. H. Nguyễn Biểu, Lê Văn Học,, Cát sạn đáy biển nông Việt Nam: triển vọng và khả năng khai thác sử dụng. Tạp chí Địa chất số 277 năm 2003.
- [2]. "Thuyết minh tiêu chuẩn Trung Quốc JGJ 206:2010 "Quy phạm kỹ thuật sử dụng bê tông cát biển"."
- [3]. TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật, 2006.
- [4]. R. J. C. Gutt, Sea-dredged aggregates in concrete, Build. Res. Establish Watford, UK (7) (1987).

- [5]. A. R. R. G.P. Chapman, The effect of sea shells in concrete aggregates. *Concrete* 4 (2) (1970) 71–79.
- [6]. E.I. Yang, S.T. Yi, and Y.M. Leem, Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties, . *Cem. Concr. Res.* 35 (11) (2005) 2175–2182.
- [7]. E.I. Yang, M.Y. Kim, H.G. Park, and S.T. Yi, Effect of partial replacement of sand with dry oyster shell on the long-term performance of concrete. *Constr. Build. Mater.* 24 (5) (2010) 758–765.
- [8]. M. S. B. Safi, A. Daoui, A. Bellal, A. Mechekak, K. Toumi,, The use of seashells as a fine aggregate (by sand substitution) in self-compacting mortar (SCM), . *Constr. Build. Mater.* 78 (2015) 430–438.
- [9]. A. E. R. a. T. Fuller, Sea shells used as partial aggregate replacement in concrete, *Structural Survey* Vol. 31 No. 5, 2013 pp. 347-354.
- [10]. E.-I. Y. e. al., Effect of partial replacement of sand with dry oyster shell on the long-term, *Construction and Building Materials* 24 (2010) 758–765.
- [11]. Katano et al., Properties and Application of Concrete Made with unwashed sand and sea water. Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies set for Kyoto, Japan, 2013.
- [12]. H. DD, Appearance matters: efflorescence in concrete. Slough: Cement & Concrete Association, 1982.
- [13]. C. S. d. S., Suitability of sea sand as a fine aggregate for concrete production. *Transactions, Institution of Engineers, Sri Lanka*, 1994, p. 93–114.

Tính toán và kiểm soát độ võng ngắn hạn của sàn bê tông cốt thép toàn khối

Nguyễn Quang Tuấn¹, Bùi Trường Giang¹

¹ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Hải Phòng

TỪ KHOÁ

Sàn bê tông cốt thép
Độ võng
Trạng thái giới hạn II
Kiểm soát độ võng ngắn hạn

TÓM TẮT

Đặc trưng cho trạng thái làm việc chịu uốn của kết cấu bản là độ võng. Khi tính toán kết cấu bê tông cốt thép theo trạng thái giới hạn II, cùng với bề rộng vết nứt thì độ võng của bản cần được kiểm soát chặt chẽ. Độ võng của ô bản khi vượt quá giới hạn cho phép sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến thẩm mỹ và chức năng làm việc bình thường của công trình, gây ra những cảm nhận tiêu cực đối với các giác quan con người; đặc biệt làm giảm độ bền lâu và sự an toàn của kết cấu. Trong bài báo này tác giả trình bày phương pháp khảo sát độ võng ngắn hạn bản bê tông cốt thép theo tỷ số độ cứng tương đối giữa bản và dầm biên trên cơ sở phân tích bằng phần mềm SAFE 2020 mô hình bản bê tông cốt thép có kích thước và điều kiện biên khác nhau.

KEYWORDS

Reinforced Concrete Slab
Deflection
Second-limit state
Controlling the short-term deflection

ABSTRACT

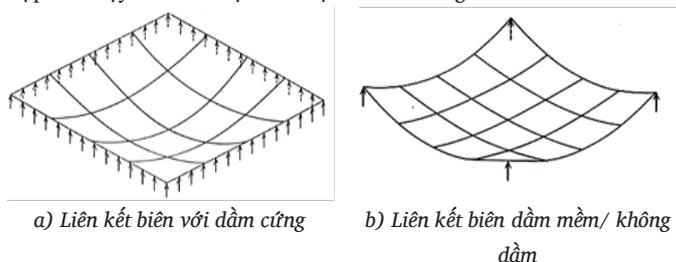
Features a bending working state of the slab structure as the deflection. When calculating the reinforced concrete structure according to the second-limit state, along with the crack width, the level of its deflection needs to be tightly controlled. The deflection of the slab when the allowable limit is exceeded will directly affect the aesthetics and normal work function of the work, causing negative feelings for human senses; especially reducing the durability and the safety of the slab structure. In this article, the author presents methods of the survey of the short-term deflection of reinforced concrete slab according to the hardness ratio between the slab and the edge beam based on analysis by the SAFE Software 2000 Model in there the reinforced concrete slab has different sizes and boundary conditions.

1. Giới thiệu:

Trong kết cấu công trình bê tông cốt thép (BTCT) dân dụng, giải pháp sàn phẳng được sử dụng khá rộng rãi, bên cạnh vai trò chịu tải trọng đứng, kết cấu sàn còn liên kết các thành phần kết cấu chịu tải trọng ngang như cột, vách, lõi để tạo độ cứng tổng thể và độ ổn định chung cho toàn hệ [1]. Dựa vào phương pháp thi công, trạng thái ứng suất và vật liệu, sàn BTCT được phân ra thành một số loại điển hình như: Sàn BTCT toàn khối; Sàn BTCT lắp ghép, bán lắp ghép; Sàn BTCT ứng suất trước; Sàn BTCT liên hợp,Bản là bộ phận chính của kết cấu sàn phẳng cùng với kết cấu dầm, cột; khi chịu tải trọng vuông góc với bề mặt, bản sẽ chịu uốn. Bản sàn hình chữ nhật làm việc một phương (bản loại dầm) khi chỉ có một phương có biến dạng đáng kể so với biến dạng của phương còn lại.

Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh là loại sàn được liên kết tại cả bốn cạnh biên và có tỷ lệ ô bản là $L2/L1 < 2$, trong đó: L1: Cạnh ngắn của ô bản, L2: Cạnh dài của ô bản. Đây là loại bản được sử dụng nhiều nhất, là loại bản có liên kết cả ở bốn cạnh, tải trọng truyền theo cả hai phương gọi là bản hai phương hay bản kê bốn cạnh, thường chỉ dùng các ô bản có kích thước dao động trong khoảng từ 3 m đến 4 m, minh họa biến dạng trong Hình 1. Độ dày của bản được chọn sao cho sàn không có độ võng quá giới hạn cho phép ngoài ra còn phải thoả mãn đối với lực cắt tại các cột.

Sự làm việc theo một phương hay hai phương sẽ thay đổi khi các điều kiện về gối tựa và kích thước của bản bị thay đổi. Trong biến dạng ô bản sàn ở Hình 1, khi tỷ số $L2/L1$ (cạnh dài trên cạnh ngắn) tăng thì độ cong và mô men dọc theo cạnh dài giảm rất nhanh đa số tải trọng tác dụng được truyền lên hai cạnh dài, trong các trường hợp như vậy mô men dọc theo cạnh dài thường nhỏ.



Hình 1. Biến dạng của ô bản BTCT toàn khối.

Quá trình tính toán bản bê tông cốt thép, độ võng được kiểm soát theo hai cách cơ bản: a) Xác định độ võng tính toán của bản sàn và so sánh với giá trị giới hạn theo tiêu chuẩn thiết kế; b) Phân tích kiểm soát độ võng qua chiều dày tối thiểu (h_{min}) của bản bê tông cốt thép. Độ võng của ô bản cần được tính toán kiểm soát để hạn chế ảnh hưởng đến thẩm mỹ và chức năng làm việc bình thường của công trình, gây ra những biến dạng lớn làm giảm độ bền lâu và sự an toàn của kết cấu.

*Liên hệ tác giả: nguyenquangtuanhpu@gmail.com

Nhận ngày 02/11/2021, sửa xong ngày 02/04/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.310>

2. Biến dạng của bản sàn bê tông cốt thép toàn khối:

2.1. Cơ chế phá hoại dẻo của bản sàn:

Kết cấu bản từ khi bắt đầu tham gia chịu tải đến khi bị phá hoại có thể chia thành 4 giai đoạn làm việc chính: 1) giai đoạn 1 còn gọi là giai đoạn đàn hồi: Khi tải trọng tác dụng lên bản là nhỏ, bản chưa xuất hiện vết nứt, ứng suất và biến dạng đều nhỏ, đẳng hướng; 2) giai đoạn 2, giai đoạn hình thành khớp dẻo: khi tải trọng tăng lên, cốt thép tại một số vùng ứng suất lớn đạt tới giới hạn và chuyển sang chảy dẻo, độ cứng chống uốn tại các vị trí này giảm đi đáng kể, vết nứt được hình thành và phát triển theo các hướng khác nhau; 3) giai

đoạn 3, giai đoạn chảy dẻo: sự chảy dẻo của cốt thép tại các vùng có mô men lớn tiếp tục phát triển sang các vị trí khác do có sự phân bố lại ứng suất từ các vùng chảy dẻo đến các vùng đàn hồi, biến dạng của ô bản trong giai đoạn này gọi là biến dạng dẻo; 4) giai đoạn 4, giai đoạn phá hoại dẻo: tải trọng tiếp tục tăng, trong bản xuất hiện các đường chảy dẻo (tập hợp các vị trí khớp dẻo) chia ô bản thành các dải chịu nén phẳng theo hiệu ứng vòm, bản không còn khả năng uốn tổng thể.

Hình vẽ 1 minh họa các giai đoạn ô bản hình thành, phát triển và giai đoạn bị phá hoại dẻo khi hình thành các đường chảy dẻo.



a) Phá hoại dẻo do mô men âm b) Biến dạng dẻo do mô men dương c) Đường chảy dẻo phá hoại ô bản

Hình 2. Cơ chế hình thành và phát triển đường chảy dẻo trong kết cấu bản sàn bê tông cốt thép toàn khối.

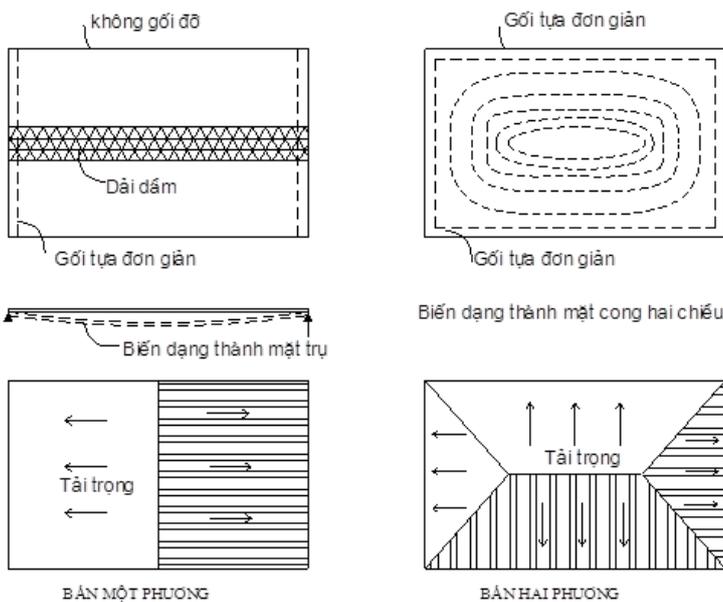
2.2. Biến dạng uốn của bản sàn:

Đặc trưng cho trạng thái làm việc chịu uốn của kết cấu bản là độ võng. Khi tính toán kết cấu BTCT theo trạng thái giới hạn 2, cùng với bề rộng vết nứt thì độ võng của bản cần được kiểm soát chặt chẽ. Độ võng của ô bản khi vượt quá giới hạn cho phép sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến thẩm mỹ và chức năng làm việc bình thường của công trình, gây ra những cảm nhận tiêu cực đối với các giác quan con người; đặc biệt làm giảm độ bền lâu và sự an toàn của kết cấu [4]. Phương pháp tính toán độ võng bản BTCT đã được nhiều tác giả đề cập, các kết quả nghiên cứu đã được sử dụng trong các tài liệu về chỉ dẫn thiết kế và tiêu chuẩn BTCT hiện hành [5, 6, 7, 8].

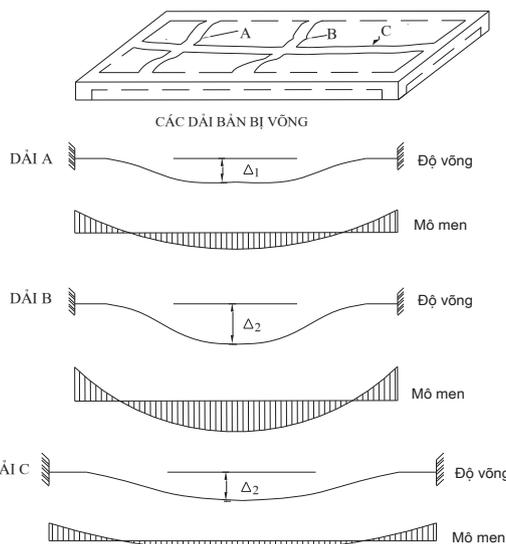
Quá trình tính toán bản BTCT, độ võng được kiểm soát theo hai cách cơ bản:

- a) Xác định độ võng tính toán của bản sàn và so sánh với giá trị giới hạn theo tiêu chuẩn thiết kế;
- b) Phân tích kiểm soát độ võng qua chiều dày tối thiểu h_{min} của bản BTCT.

Khi chịu tải phân bố đều trên sàn, tải trọng được truyền theo cả 2 phương của ô bản, Hình vẽ 3 là sơ đồ nguyên lý truyền tải và đặc trưng uốn của kết cấu bản cho hai trường hợp ô bản một phương và hai phương, biến dạng cong đặc trưng cho trạng thái làm việc chịu uốn của ô bản theo cả 2 phương L1 và L2 được minh họa trong Hình vẽ 4.



Hình 3: Nguyên lý truyền tải và đặc trưng uốn của bản



Hình 4: Biểu đồ độ võng và mô men uốn của các dải bản

2.3. Khảo sát độ võng ngắn hạn của bản sàn bê tông cốt thép:

Độ võng của bản sàn được tính toán theo tải trọng tác dụng khi kết cấu làm việc bình thường, tức là ứng với độ tin cậy về tải trọng bằng một. Biến dạng của bản sàn bê tông cốt thép được tính toán theo các phương pháp của cơ học kết cấu, trong đó phải thay độ cứng đàn hồi bằng độ cứng có xét đến biến dạng dẻo của bê tông, có xét đến sự có mặt của cốt thép trong tiết diện và sự xuất hiện khe nứt trong vùng kéo của tiết diện ở một đoạn nào đó trên dọc trục của cấu kiện. Đối với phạm vi mà trên đó không xuất hiện khe nứt trong vùng kéo, độ cong của cấu kiện được xác định như đối với vật thể đàn hồi.

a) Chọn tham số sàn sườn BTCT toàn khối

Chiều dày sàn h_b được sơ bộ chọn theo [2] và [5] thỏa mãn yêu cầu về độ cứng chống uốn của tiết diện:

$$h_b = \frac{D}{m} L$$

Trong đó: L: Cạnh ngắn tính toán của ô bản (Cạnh theo phương chịu lực); D = 0,8-1,4 phụ thuộc vào tải trọng, hoạt tải tiêu chuẩn p = 1000 kG/m² lấy D = 1,3 (khá lớn); hoạt tải tiêu chuẩn p = 400 kG/m² lấy D = 1 (trung bình); hoạt tải tiêu chuẩn p = 150 kG/m² lấy D = 0,9 (nhẹ) và m: Chọn trong khoảng 30-35 với bản loại dầm; trong khoảng 40-45 với bản kê bốn cạnh; m bé với bản kê tự do m lớn với bản liên tục.

b) Độ cứng tương đối giữa dầm và sàn, hệ số α

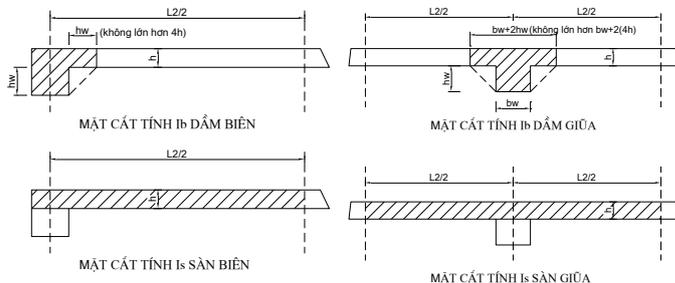
Độ cứng chống uốn của dầm, sàn lần lượt xác định theo:

$$\frac{4E_d J_d}{L} ; \frac{4E_b J_b}{L}$$

Vì chiều dài của dầm và của bản bằng nhau nên hệ số α được tính theo:

$$\alpha = \frac{4E_d J_d}{L} \frac{L}{4E_s J_s} = \frac{E_d J_d}{E_s J_s}$$

Trong đó E_d và E_s tương ứng là mô đun đàn hồi của bê tông dầm và bê tông sàn; J_d và J_s là mô men quán tính của dầm và sàn khi không bị nứt, trường hợp không có dầm thì lấy $\alpha = 0$. Theo [8], chiều dày tối thiểu h_{min} của sàn phụ thuộc: tỉ lệ các cạnh ô bản, loại thép sử dụng, độ cứng tương đối giữa dầm và bản, hệ số α , trong đó hệ số α là một tiêu chí quan trọng trong các công thức thực nghiệm để xác định chiều dày tối thiểu theo yêu cầu về độ võng. Để khảo sát ảnh hưởng của hệ số α đến độ võng, ACI- 318 đưa ra cách xác định độ cứng chống uốn của dầm J_d và của ô bản sàn J_s được thể hiện trong Hình vẽ 5 dưới đây.



Hình 5. Xác định độ cứng chống uốn của dầm và sàn.

3. Thiết lập các bài toán khảo sát độ võng sàn BTCT toàn khối:

Bài toán 1: Mô hình sàn có kích thước sàn từ 8 x 4 m đến 8 x 8 m với dầm đỡ có kích thước 300 x 750 cm được thiết lập để khảo sát sự phụ thuộc của độ võng vào tỉ số chiều dài nhịp/chiều dày bản (L/h).

Bài toán 2: Khảo sát các sàn có kích thước từ 6 x 6 m đến 6 x 12 m với dầm biên có kích thước khác nhau để khảo sát sự phụ thuộc của độ võng của bản bê tông cốt thép vào độ cứng tương đối giữa dầm và sàn, hệ số α .

3.1. Bài toán 1- Khảo sát sự phụ thuộc độ võng của bản vào tỉ số L/h:

a) Thông số mô hình bài toán 1 được liệt kê trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Mô hình bài toán khảo sát độ võng sàn theo tỷ số L_2/h .

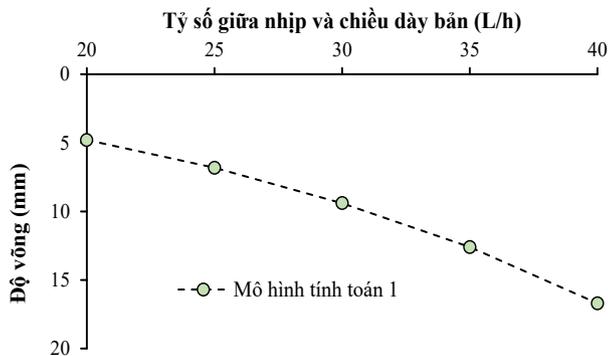
STT	Tên mô hình	Kích thước ô sàn L2xL1 (mxm)	Chiều dày sàn h (mm)	Tỷ số $\frac{L_2}{h}$	Dầm biên bxbh (mm)	Cột góc, vuông (mm)	Tải trọng phân bố sàn (T/m ²)
1	Mô hình 1	4 x 8	200	20	300 x 750	300 x 300	1,0
2	Mô hình 2	5 x 8	200	25	300 x 750	300 x 300	1,0
3	Mô hình 3	6 x 8	200	30	300 x 750	300 x 300	1,0
4	Mô hình 4	7 x 8	200	35	300 x 750	300 x 300	1,0
5	Mô hình 5	8 x 8	200	40	300 x 750	300 x 300	1,0

b) Kết quả tính toán và nhận xét:

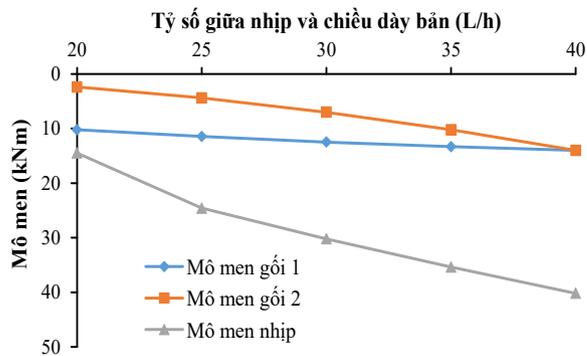
Hình vẽ 6 thể hiện kết quả tính toán độ võng lớn nhất tại giữa bản theo tỷ số giữa nhịp/ chiều dày bản (L/h), trong đó L là chiều dài cạnh ngắn của ô bản. Từ kết quả tính toán cho thấy khi tỷ số L/h tăng kéo theo độ võng của bản tăng lên, tuy nhiên độ dốc của đường cong giảm dần cho thấy mức độ gia tăng độ võng còn phụ thuộc vào tương quan kích thước hai cạnh của ô bản.

Tốc độ tăng độ võng ô bản đạt giá trị lớn nhất 29,6 % khi mà tỉ số hai cạnh ô bản L2/L1 bằng 0,5 và giảm dần về 24,6 % khi mà tỉ số hai cạnh ô bản L2/L1 đạt giá trị bằng 1.

Hình vẽ 7 thể hiện kết quả tính toán mô men giữa nhịp, mô men gối 1 (phương cạnh dài) và mô men gối 2 (phương cạnh ngắn) theo tỷ số giữa nhịp/ chiều dày bản (L/h), trong đó L là chiều dài cạnh ngắn của ô bản. Trị số Mô men giữa bản lớn hơn nhiều so với mô men tại mép biên của ô bản và chênh lệch này tăng dần từ 1,4 đến 2,85 lần khi tỷ số L/h tăng từ 20 đến 40. Giá trị mô men cả nhịp và mép biên đều tăng khi tỷ số L/h tăng lên, nhưng tốc độ tăng của mô men giữa nhịp nhanh hơn nhiều so với mô men ở mép bản (63,9 % so với 27 %). Chênh lệch giữa mô men 2 gối giảm nhanh đến bằng không khi tỷ số 2 cạnh ô bản tiến dần đến giá trị bằng 1.



Hình 6. Độ võng lớn nhất tại giữa bản trong mô hình tính toán 1.



Hình 7. Mô men nhịp và gối sàn trong mô hình tính toán 1.

Mô hình tính toán 1 phản ánh biến thiên độ võng của bản sàn toàn khối thông qua tỷ số L/h cho thấy mối tương quan giữa nội lực mô men và độ võng với kích thước ô sàn BTCT toàn khối. Tuy nhiên mô hình này chưa phản ánh được ảnh hưởng của độ cứng của dầm biên tới độ võng và mô men của bản.

3.2. Bài toán 2- Khảo sát sự phụ thuộc của độ võng bản vào độ cứng tương đối giữa dầm và bản, hệ số α

a) Thông số mô hình bài toán 2 được liệt kê trong bảng 2 dưới đây:

Bảng 2. Mô hình bài toán khảo sát độ võng sàn theo độ cứng dầm biên.

STT	Tên mô hình	Kích thước ô sàn L2xL1 (m x m)	Chiều dày sàn h (mm)	Tỷ số $\frac{L_1}{L_2}$	Dầm biên b x h (mm)	Cột góc, vuông (mm)	Tải trọng phân bố sàn (T/m ²)
1	Mô hình 1	6 x 6	200	1,0	Không dầm	300x300	1,0
2	Mô hình 2	6 x 7	200	1,17	300x300	300x300	1,0
3	Mô hình 3	6 x 8	200	1,33	300x500	300x300	1,0
4	Mô hình 4	6 x 9	200	1,50	300x750	300x300	1,0
5	Mô hình 5	6 x 10	200	1,67	300x1000	300x300	1,0
6	Mô hình 6	6 x 11	200	1,83	300x1250	300x300	1,0
7	Mô hình 7	6 x 12	200	2	Vách cứng	-	1,0

Hệ số tương quan độ cứng giữa dầm và sàn, hệ số α được tính toán và thể hiện kết quả trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Bảng tính tương quan độ cứng giữa dầm và sàn, hệ số α .

$$\alpha = \frac{4E_d J_d}{L} \frac{L}{4E_s J_s} = \frac{E_d J_d}{E_s J_s} = \frac{J_d}{J_s}$$

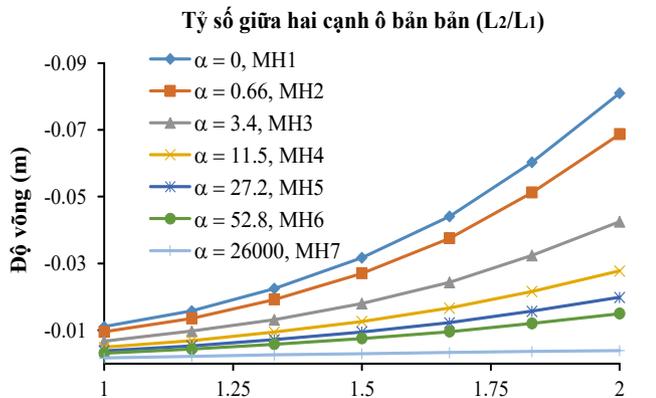
Loại dầm	Tiết diện dầm			Kích thước mặt cắt sàn		Mô men quán tính sàn	Mô men quán tính dầm	Hệ số α		
	h	h _w	b	h	B	J _s	J _d			
m	m	m	m	m	m	m ⁴	m ⁴	J _d /J _s		
Sàn phẳng								0,00		
0,30	x	0,30	0,2	0,1	0,3	0,20	3,15	0,0021	0,0014	0,37
0,30	x	0,50	0,2	0,3	0,3	0,20	3,15	0,0021	0,0072	2,04
0,30	x	0,75	0,2	0,55	0,3	0,20	3,15	0,0021	0,024	7,86
0,30	x	1,00	0,2	0,8	0,3	0,20	3,15	0,0021	0,057	20,11
0,30	x	1,25	0,2	1,05	0,3	0,20	3,15	0,0021	0,111	41,25
0,30	x	10,00	0,2	9,8	0,3	0,20	3,15	0,0021	55,24	25000

b) Kết quả tính toán và nhận xét:

Hình vẽ 8 kết quả tính toán độ võng giữa bản cho các trường hợp tỉ số hai cạnh của ô bản ứng với mỗi đường cong tương ứng với một hệ số α . Kết quả cho thấy:

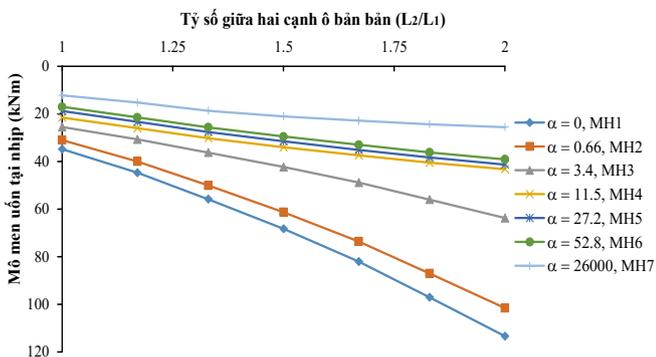
- Độ võng giữa bản giảm nhanh khi hệ số α càng lớn, giá trị cực đại độ võng tại giữa bản giảm 81 % khi hệ số α tăng từ tăng từ 0,05 (MH1) đến 52,6 (MH6). Mức độ biến thiên độ võng tỷ lệ thuận với tỷ số hai cạnh L2/L1 của ô bản. Khi L2/L1 biến thiên từ 1,0 đến 1,25 độ võng tăng 14,4 %; và khi L2/L1 biến thiên từ 1,25 đến 2,0 độ võng tăng 47,5 %.

- Trong cùng một ô bản khi tải trọng phân bố trên ô bản không đổi, độ võng thay đổi tùy thuộc theo giá trị α , ở đây khi α càng lớn, độ võng tại giữa bản càng nhỏ; điều này có nghĩa độ võng giữa bản chịu ảnh hưởng độ cứng tương đối giữa dầm biên so với độ cứng của bản. Đường biến thiên độ võng ứng với mô Hình 7 khi α tiến dần tới vô cùng lớn (bản liên kết tường cứng chịu lực), giá trị độ võng gần như nằm ngang, không phụ thuộc vào kích thước của ô bản.



Hình 8: Kết quả tính toán độ võng giữa bản BTCT toàn khối.

Hình vẽ 9 thể hiện kết quả tính toán mô men uốn giữa bản cho các trường hợp tỉ số hai cạnh của ô bản ứng với mỗi đường cong tương ứng với một hệ số α .



Hình 9. Kết quả tính momen uốn tại nhịp ô bản bản BTCT toàn khối. Kết quả tính mô men phản ánh độ cứng của dầm biên càng lớn (α lớn), mô men uốn trong bản càng nhỏ và biến thiên momen uốn phụ thuộc vào tỷ số hai cạnh của ô bản.

- Khi độ cứng dầm biên nhỏ ($\alpha = 0$ và $\alpha = 0,66$), ảnh hưởng của độ cứng dầm tới mô men uốn là khá lớn, mô men đạt giá trị lớn nhất

(đạt giá trị xấp xỉ 113 kNm) ứng với trường hợp sàn phẳng không dầm ($\alpha = 0$).

- Khi độ cứng dầm biên lớn (thay đổi từ $\alpha = 11,5$ và $\alpha = 52,8$) sự thay đổi độ cứng không ảnh hưởng nhiều tới mô men ở giữa bản, độ dốc các đường cong của mô men uốn theo tỷ số hai cạnh của ô bản là nhỏ. Tuy nhiên tuyệt đối giá trị mô men uốn là giảm đi đáng kể, lớn nhất bằng 43,3 kNm ứng với trường hợp $\alpha = 11,5$.

- Tương ứng với mỗi mô hình độ cứng dầm biên thay đổi (α thay đổi) sự thay đổi mô men uốn ở giữa bản tương ứng, ứng với trường hợp $\alpha = 27,2$ giá trị mô men uốn là phù hợp nhất với kích thước nhịp của ô bản. Điều này cũng phù hợp với ô bản có kích thước dầm biên tương ứng 300 x 750 mm ô bản có kích thước 6 x 8 m.

4. Kết luận:

Độ võng ngắn hạn của bản BTCT hai phương tăng theo tỷ số giữa nhịp/ chiều dày bản (L/h) và tốc độ gia tăng độ võng giảm dần khi kích thước hai cạnh ô bản tiến dần tới bằng nhau. Mức độ biến thiên độ võng tỷ lệ nghịch với tương quan độ cứng dầm và sàn, hệ số α , nhưng biến thiên độ võng chỉ rõ rệt khi tỷ số kích thước hai cạnh của ô bản L2/L1 $\geq 1,25$.

Kết quả tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho thấy khi hệ số tương quan giữa độ cứng dầm và sàn (hệ số α) càng lớn độ võng giữa bản càng nhỏ, giá trị cực đại độ võng tại giữa bản giảm 81 % khi hệ số α tăng từ tăng từ 0,05 đến 52,6. Mức độ biến thiên độ võng tỷ lệ thuận với tỷ số hai cạnh L2/L1 của ô bản. Khi L2/L1 biến thiên từ 1,0 đến 1,25 độ võng tăng 14,4 %; và khi L2/L1 biến thiên từ 1,25 đến 2,0 độ võng tăng 47,5 %. Độ võng ứng với dầm biên là liên kết vách, tương ứng với giá trị α lớn nhất, xem là không đổi, là không phụ thuộc vào kích thước của ô bản.

Kết quả tính toán cũng cho thấy mô men uốn mép bản phản ánh độ cứng của dầm biên càng lớn (α lớn), mô men uốn tại mép bản càng tăng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2006), *Kết cấu bê tông cốt thép phần cấu kiện cơ bản*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Đình Cống (2010), *Sàn bê tông cốt thép toàn khối*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. Lê Ngọc Hồng (2002), *Lý thuyết tấm vỏ, Bài giảng cao học - Trường Đại học Xây dựng Hà Nội*.
- [4]. Nguyễn Viết Trung (2005), *Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép hiện đại theo tiêu chuẩn ACI*, Nhà xuất bản giao thông vận tải, Hà Nội.
- [5]. TCVN 5574: 2018, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế*.
- [6]. Branson, D.E.,(1977), *Deformation of Concrete Structure*, Mc Graw Hill Book Co., Advanced Book Program., New York.
- [7]. BS:8810 (2017), *Structural use of Concrete, Part 1* 2017.
- [8]. ACI 318 (Reapproved 2010): *Control of Deflection in Concrete Structures*.

Ứng xử cắt của dầm bê tông cốt thép gia cường TRC

Trần Cao Thanh Ngọc¹, Lê Huỳnh Quang Hậu², Ngô Hữu Cường², Nguyễn Hoàng Phương¹, Lê Hữu Huy¹

¹ Trường Đại Học Quốc Tế, Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh

² Trường Đại Học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh

TỪ KHOÁ

Dầm bê tông cốt thép gia cường TRC
Khả năng kháng cắt

TÓM TẮT

Bài báo xác định độ nghiêng của thanh chống nén của mô hình giàn góc thay đổi cho dầm bê tông cốt thép gia cường bê tông cốt sợi dệt (**textile reinforced concrete – TRC**) chịu uốn thông qua phương pháp bán phân tích được đề xuất. Một đơn vị giàn được sử dụng để phân tích dầm bê tông cốt thép gia cường TRC theo nguyên lý công ảo. Sáu dầm bê tông cốt thép có tỷ lệ $a/d = 3.18$ và được gia cường TRC theo nhiều cách khác nhau. So sánh kết quả thu được từ mô hình giàn ảo đề xuất với kết quả thí nghiệm của sáu dầm để khảo sát độ tin cậy của mô hình giàn ảo. Kết quả cho thấy góc nghiêng của thanh chống nén trong mô hình giàn góc khá giống góc nứt trong thí nghiệm.

KEYWORDS

RC beams strengthened with TRC
Shear strength

ABSTRACT

The paper determines the inclination of the compression strut of variable angle truss model for RC beams strengthened with TRC (textile reinforced concrete) under bending through a proposed semi-analytical approach. A truss unit is used to analyze a reinforced concrete beam strengthened by TRC by the principle of virtual work. Six RC beams, which have an a/d ratio of 3.18, are strengthened by TRC in shear with various schemes. Comparisons are made between the predicted and published experimental results of the six RC beams strengthened with TRC with respect to the inclined angle of the compression strut at this state to investigate the reliability of the proposed semi-analytical approach. The results show that the inclination of the compression strut in the truss models is rather similar to the crack angle in the experiment.

1. Giới thiệu

Hiện tại trên thế giới nghiên cứu ứng xử cắt của dầm RC gia cường TRC chưa được nhiều. Tuy nhiên, tương tự như dầm RC, dầm RC gia cường TRC cũng áp dụng mô hình giàn ảo như là cơ sở của hầu hết các quy trình thiết kế cắt cho dầm.

Khi xét đơn vị giàn ảo, tỷ lệ gia cường cắt và độ nghiêng của thanh chống nén θ là hai đại lượng quan trọng ảnh hưởng khả năng chịu cắt của dầm RC gia cường TRC. Để đơn giản hóa tính toán, ta có thể giả định các thanh chống nén nghiêng 45° tương ứng với góc nứt cắt đầu tiên tương tự dầm RC. Giả định này có thể dẫn đến sự đánh giá thấp sự đóng góp của cốt thép cắt, đặc biệt là TRC vì TRC tham gia vào chịu cắt là chủ yếu. Phương pháp này sử dụng một góc của thanh chịu nén liên tục trên toàn bộ khoảng thời gian cắt của dầm. Tuy nhiên, tất cả các kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng các vết nứt hình thành ở các vùng khác nhau thì khác nhau. Do đó, một góc nghiêng thay đổi sẽ thực tế hơn. Trên cơ sở này, các mô hình giàn góc thay đổi nên được phát triển.

Bài báo đề xuất một mô hình giàn góc biến thiên khác biệt để phát triển lý thuyết toàn diện cho mô hình cắt không đàn hồi và ứng xử uốn. Các sơ đồ tích hợp số đã được giới thiệu để tính toán độ cứng và sau đó được triển khai trên mô hình giàn để xác định vị trí của các nút giằng và kích thước của các thanh chống chịu nén. Phân tích ứng

xử cắt và uốn được thực hiện trên một vài mô hình giàn góc thay đổi để xác định độ nghiêng của thanh chống.

Bài báo được chia làm hai phần. Trong phần đầu, mô hình giàn ảo đề xuất được đề cập để tính toán góc cắt. Kết quả tính toán từ mô hình giàn ảo được trình bày ở phần kế tiếp của bài báo, kết quả góc cắt sẽ được so sánh với các kết quả của các bài báo khoa học được đề cập.

2. Mô hình giàn ảo có góc thay đổi cho dầm bê tông cốt thép gia cường TRC

2.1. Phân tích các thành phần của mô hình giàn ảo

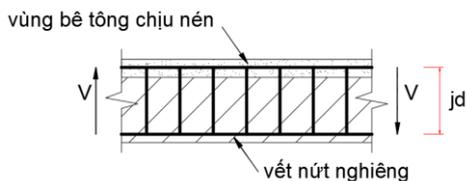
Phát triển từ mô hình giàn ảo có góc thay đổi cho dầm bê tông cốt thép của Bing Li và Cao Thanh Ngọc Tran [1]. Tương tự như dầm bê tông cốt thép, cơ chế truyền tải cắt cho một vùng điển hình dọc theo dầm bê tông cốt thép gia cường TRC (Hình 1) là những đường chéo có góc nghiêng thay đổi theo vết nứt của dầm. Cơ chế truyền tải này tương tự như giàn được mô tả dọc theo nhịp cắt của dầm bị nứt (Hình 2) nhưng có thêm thành phần TRC đóng góp vào khả năng chịu cắt. Trong mỗi đơn vị giàn, thanh chống chéo nghiêng truyền lực cắt sang nút giằng chịu kéo. Các thanh thép biên trên và dưới chịu uốn là chủ yếu. Độ bền và độ cứng của mỗi đơn vị giàn được xác định bằng cách phân tích cấu trúc nhịp cắt dầm gồm có năm thành phần: thanh chống bê tông, nút giằng, thanh thép trên, thanh thép dưới và TRC.

*Liên hệ tác giả: tctngoc@hmcui.edu.vn

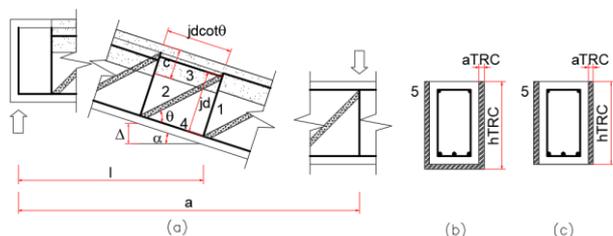
Nhận ngày 15/11/2021, sửa xong ngày 20/02/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.309>

Độ cứng của đơn vị giàn là tổng của tất cả các thành phần đơn vị. Sử dụng độ cứng này, công ngoại được thực hiện bởi mỗi đơn vị giàn có thể được xác định. Điều này cho phép kiểm tra góc nghiêng của thanh chống bằng cách giảm thiểu công ngoại.



Hình 1. Cơ chế truyền cắt cho một vùng điển hình dọc theo dầm RC.



Hình 2. Đơn vị giàn điển hình được phân tích theo nguyên lý công ảo. (a) Bốn thành phần đơn vị giàn điển hình (b) Thành phần 5: lớp gia cường TRC hình chữ U (c) Thành phần 5: lớp gia cường TRC hai bên.

Nguyên lý của công ảo được sử dụng trong phân tích từng đơn vị giàn trong đó độ cứng dọc trục của mỗi thành phần đơn vị giàn là phần quan trọng nhất và phải được nghiên cứu cẩn thận. Xét một đơn vị giàn chịu lực cắt V như trong Hình 2, giả định rằng cốt thép cắt được phân bố đồng đều theo chiều dài của dầm. Độ cứng dọc trục của nút giằng (thành phần 1) là:

$$(EA)_t = \cot\theta \rho_w n E_c A_{sa} \quad (1)$$

Trong đó $(EA)_t$ là độ cứng dọc trục của nút giằng, θ là độ nghiêng của thanh chống nén, ρ_w là tỷ lệ cốt thép cắt, n là tỷ lệ mô đun của E_s / E_c , E_s là mô đun đàn hồi cho thép, E_c là mô đun đàn hồi cho bê tông, A_{sa} là khu vực cắt hiệu quả để cắt dầm RC.

Đối với thanh chống nghiêng, diện tích mặt cắt ngang được xác định bằng hình học. Thông thường:

$$A_{strut} = b_w j d \cos\theta \quad (2)$$

Trong đó A_{strut} là diện tích mặt cắt của thanh chống nghiêng, b_w là chiều rộng tiết diện dầm, jd là cánh tay đòn uốn. Thì độ cứng dọc trục của thanh chống (thành phần 2) là:

$$(EA)_s = b_w j d \cos\theta E_c = \cos\theta E_c A_{sa} \quad (3)$$

Trong đó $(EA)_s$ là độ cứng dọc trục của thanh chống.

Đối với các thành phần chịu uốn, thành phần chịu kéo phía dưới được giả định tâm đặt tại tâm của thanh dọc dưới, trong khi thành phần chịu nén bên trên được giả định tâm nằm ở tâm của khối ứng suất cụ thể. Có sự khác biệt về độ cứng dọc trục giữa thành phần chịu kéo phía dưới và thành phần chịu nén bên trên. Đối với thành phần chịu kéo, bê tông trong khu vực thường bị nứt và không đóng góp đáng kể vào độ cứng dọc trục so với cốt thép. Đối với thành phần

chịu nén, ngoài độ cứng bê tông, có sự đóng góp độ cứng từ cốt thép nén nằm ở thành phần nén bên trên. Thông thường, trọng tâm của cốt thép nén khác với khối ứng suất bê tông. Để đơn giản, trọng tâm cốt thép nén được giả định là ở tâm của khối ứng suất bê tông. Độ cứng dọc trục của thành phần chịu kéo (thành phần 4) là:

$$(EA)_T = E_s A_s = \rho_s n E_c A_g \quad (4)$$

Trong đó $(EA)_T$ là độ cứng của thành phần chịu kéo dưới, A_s là diện tích của cốt thép dọc phía dưới, ρ_s là tỷ lệ cốt thép dọc phía dưới, $A_g / (b_w h)$, A_g là tổng diện tích của dầm bê tông cốt thép.

Đối với thành phần chịu nén bên trên, độ cứng dọc trục của thành phần chịu nén (thành phần 3) được lấy là:

$$(EA)_c = (c b_w - A'_s) E_c + A'_s E_c = c b_w E_c + (n - 1) A'_s E_c = \left(\frac{c}{h} + \rho'_s (n - 1)\right) E_c A_g \quad (5)$$

Trong đó $(EA)_c$ là độ cứng dọc trục của thành phần chịu nén, c là chiều cao của khối ứng suất bê tông tại ứng suất mô men cuối cùng của tiết diện dầm, h là chiều cao tiết diện của dầm, A'_s là diện tích của cốt thép dọc trên cùng, ρ'_s là tỷ lệ cốt thép dọc trên cùng, $\rho'_s = A'_s / (b_w h)$.

Độ cứng của lớp gia cường TRC (thành phần 5):

$$(EA)_{TRC} = A_{TRC} E_{TRC} \cos\theta \frac{a_{TRC} h_{TRC} w_{TRC}}{s_{TRC}} \quad (6)$$

Trong đó $(EA)_{TRC}$ là độ cứng của lớp gia cường TRC, A_{TRC} là diện tích mặt cắt ngang lớp gia cường, E_{TRC} là module đàn hồi của TRC, a_{TRC} là độ dày của lớp gia cường TRC, h_{TRC} là chiều cao lớp gia cường TRC, w_{TRC} là độ rộng cái tấm TRC, s_{TRC} là khoảng cách các tấm gia cường TRC.

Đặt $f_{TRC} = \frac{a_{TRC} h_{TRC} w_{TRC}}{s_{TRC}}$ nếu gia cường TRC loại liên tục thì ta sẽ không xét f_{TRC} trong các công thức.

Các lực thành phần của giàn được tìm thấy bằng cách áp dụng các điều kiện cân bằng tĩnh. Như được trình bày trong Bảng 1, nguyên tắc của công ảo được áp dụng để xác định biến dạng của đơn vị giàn.

Bảng 1. Chi tiết các thành phần của giàn ảo dầm RC gia cường TRC.

Thành phần	Thành phần lực F	Đơn vị tải f	Chiều dài L	Độ cứng dọc trục (EA)
1	V	1	jd	$\cot\theta \rho_w n E_c A_{sa}$
2	$-\frac{V}{\sin\theta}$	$-\frac{1}{\sin\theta}$	$\frac{jd}{\sin\theta}$	$\cot\theta E_c A_{sa}$
3	$\left(\frac{1}{jd} - \cot\theta\right)V$	$\frac{1}{jd} - \cot\theta$	jd cot θ	$\left(\frac{c}{h} + \rho'_s (n - 1)\right) E_c A_g$
4	$\frac{1}{jd}V$	$\frac{1}{jd}$	jd cot θ	$\rho_s n E_c A_g$
5	V	1	H_{TRC}	$A_{TRC} E_{TRC} \cos\theta f_{TRC}$

2.2. Độ nghiêng của thanh chống trong mô hình giàn góc thay đổi

Biến dạng của đơn vị giàn là tổng của các biến dạng thành phần, do đó:

$$\Delta = \sum_1^5 \frac{F f l}{EA} = \frac{1 + \frac{\rho_w n}{\sin^2 \theta}}{\rho_w n \cot \theta E_c A_{sa}} j d V + \left(\frac{\left(\frac{1}{jd} - \cot \theta\right)^2 \cot \theta}{\left(\frac{c}{h} + \rho'_s (n - 1)\right) E_c A_g} j d V + \frac{\left(\frac{1}{jd}\right)^2 \cot \theta}{\rho_s n E_c A_g} j d V \right) + \frac{H_{TRC}}{\cot \theta E_{TRC} A_{TRC} f_{TRC}} V \quad (7)$$

$H_{TRC} = h + a_{TRC}$ nếu tấm gia cường hình chữ U và $H_{TRC} = h$ nếu gia cường hai bên.

Trong đó l là chiều dài nhịp cắt điều chỉnh, V là lực cắt.

Phương trình (7) có phần đầu tiên là sự đóng góp biến dạng từ các thành phần cốt (thanh chống và nút giằng), phần thứ hai là các thành phần uốn (cốt thép dọc chịu uốn và kéo) và phần thứ ba là các thành phần cắt của vật liệu TRC. Góc dịch chuyển là xác định bằng cách chia biến dạng cho chiều dài của đơn vị giằng, do đó:

$$\alpha = \frac{\Delta}{jd \cot \theta} = \frac{1 + \frac{\rho_w n}{\sin^2 \theta}}{\rho_w n \cot^2 \theta E_c A_{sa}} V + \left(\frac{\left(\frac{1}{jd} - \cot \theta\right)^2}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} + \frac{\left(\frac{1}{jd}\right)^2}{\rho_s n E_c A_g} \right) V + \frac{H_{TRC}}{jd \cot^2 \theta E_{TRC} A_{TRC} f_{TRC}} V \quad (8)$$

Do đó, độ cứng của một đơn vị giằng điển hình về góc dịch chuyển là:

$$K = \frac{V}{\alpha} = \frac{1}{\frac{1 + \frac{\rho_w n}{\sin^2 \theta}}{\rho_w n \cot^2 \theta E_c A_{sa}} + \left(\frac{\left(\frac{1}{jd} - \cot \theta\right)^2}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} + \frac{\left(\frac{1}{jd}\right)^2}{\rho_s n E_c A_g} \right) + \frac{H_{TRC}}{jd \cot^2 \theta E_{TRC} A_{TRC} f_{TRC}}} \quad (9)$$

Như đã lưu ý trước đây, độ nghiêng của thanh chống nén (8) rất quan trọng vì nó ảnh hưởng đến khả năng cắt cũng như độ cứng của dầm RC gia cường TRC. Một lý thuyết xác định góc θ là cần thiết. Từ các phân tích trên, công ngoại cho một lực cắt đơn vị trên đơn vị giằng điển hình là tổng biến dạng thu được. Như vậy:

$$EWD = \Delta x1 = \frac{1 + \frac{\rho_w n}{\sin^2 \theta}}{\rho_w n \cot \theta E_c A_{sa}} jd + \left(\frac{\left(\frac{1}{jd} - \cot \theta\right)^2 \cot \theta}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} + \frac{\left(\frac{1}{jd}\right)^2 \cot \theta}{\rho_s n E_c A_g} \right) jd + \frac{H_{TRC}}{\cot \theta E_{TRC} A_{TRC} f_{TRC}} \quad (10)$$

Với mỗi dầm khi chịu cắt sẽ có nhiều mô hình giằng ảo khác nhau dựa trên điều kiện cân bằng nội lực nhưng mô hình giằng ảo tối ưu nhất sẽ là mô hình giằng ảo có công ngoại nhỏ nhất. Cụ thể thanh xiên giằng chịu nén được giả định là phát triển theo hướng có công ngoại nhỏ nhất. Do đó, góc θ làm phương trình (10) đạt cực trị nhỏ nhất là độ nghiêng của thanh chống. Bằng cách lấy đạo hàm phương trình (10) theo góc θ để tìm công ngoại nhỏ nhất, độ nghiêng của thanh chống được tìm thấy:

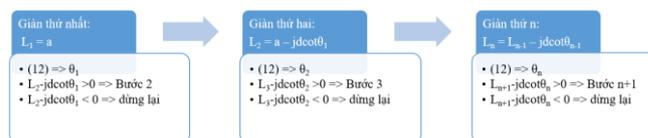
$$\frac{d(EWD)}{d\theta} = 0 \quad (11)$$

Triển khai phương trình (11) để xác định góc θ cần tìm:

$$\left(\frac{1}{\rho_w n E_c A_{sa}} + \frac{1}{E_c A_{sa}} + \frac{H_{TRC}}{E_{TRC} A_{TRC} f_{TRC}} \right) \tan^4 \theta - \left(\frac{2}{E_c A_{sa}} + \frac{\left(\frac{1}{jd}\right)^2}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} \right) \tan^2 \theta + \frac{4\left(\frac{1}{jd}\right)}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} \tan \theta - \left(\frac{3}{\left(\frac{c}{h} + \rho_s (n-1)\right) E_c A_g} + \frac{3}{E_c A_{sa}} \right) = 0 \quad (12)$$

Phương trình (12) là một phương trình bậc bốn của θ . Để giải phương trình này có thể sử dụng phương pháp “Thử và Sai”.

Các nghiệm của θ khác nhau dọc theo nhịp cắt của dầm là biến l , đại diện cho chiều dài nhịp cắt có sẵn, là khác nhau cho mỗi đơn vị giằng. Đối với một mức cắt cụ thể, quy trình chia nhịp cắt bắt đầu từ điểm tải và di chuyển về phía gối tựa trong một khoảng cắt. Đơn vị giằng đầu tiên có thể xác định bằng cách thay thế tổng chiều dài nhịp cắt a thành biến l . Với giá trị này, có thể thực hiện kiểm tra $jd \cot \theta$ đại diện cho chiều dài của giằng đơn vị này. Nếu kết quả cho thấy $jd \cot \theta$ nhỏ hơn a , quy trình giải pháp sẽ tiếp tục cho đơn vị giằng tiếp theo bằng cách cập nhật biến l với giá trị mới ($a - jd \cot \theta$). Sau đó, cho đơn vị giằng tiếp theo có thể thu được với biểu thức (12) một lần nữa. Quá trình sẽ bị dừng lại khi kiểm tra cho thấy biến l được sử dụng để tính cho một đơn vị giằng mới nhỏ hơn chiều dài ($jd \cot \theta$) của đơn vị giằng mới được hình thành này (nghĩa là chiều dài nhịp cắt có sẵn không đủ cho một giằng mới đơn vị). Các bước được thể hiện thông qua lưu đồ tính toán (Hình 3).



Hình 3. Lưu đồ tính toán góc cắt cho dầm.

Tóm lại, phương pháp lý thuyết này có hai đặc điểm riêng biệt để đánh giá. Thứ nhất, độ nghiêng của các thanh chống được tính toán từ phương pháp này là khác nhau dọc theo khoảng cách từ điểm tải đến điểm gối tựa. Thứ hai, độ nghiêng của các thanh chống có thể thay đổi khi tăng lực cắt. Do đó, có thể thấy sự thay đổi hướng trong sự phát triển của thanh xiên giằng.

3. Kiểm chứng mô hình giằng ảo cho dầm RC gia cường TRC để tính góc chuyển vị

Thông số tính toán của dầm được lấy theo thí nghiệm được thực hiện bởi R. Contamine, A. Si Larbi, P. Hamelin [2]. Sáu dầm được xem xét để so sánh kết quả góc cắt.

3.1. Thông số tính toán

3.1.1. Chi tiết dầm RC

Dầm RC dài 2,0m với tiết diện chữ nhật 150 mm x 250 mm. Dầm có cốt đai không đối xứng để xác định phá hoại ở một bên của dầm và do đó làm giảm trang thiết bị.

3.1.2. Bê tông

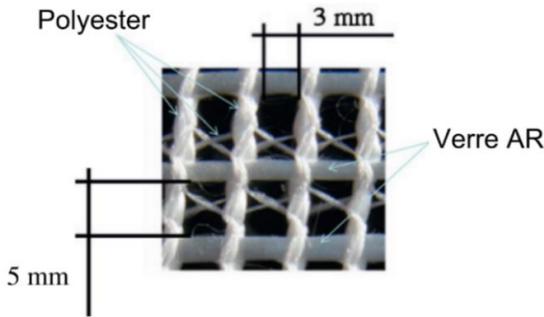
Cường độ bê tông được chỉ định sau 28 ngày là 30 MPa (dầm R30) và 40 MPa (dầm R40). Bê tông R30 có khả năng chịu nén là 30,8 ± 2,5 Mpa sau 28 ngày. Bê tông R40 có khả năng chịu nén là 42,4 ± 3 MPa sau 28 ngày.

3.1.3. Thép

Tất cả các cốt thép đều có độ bám dính cao S500. Ứng suất trung bình của là 570 ± 13 MPa, với mô đun đàn hồi là 210.000 ± 5750 MPa và biến dạng chảy dẻo là 2,7 ± 0,04 %.

3.1.4. Bê tông cốt dẹt (TRC)

Bê tông cốt dẹt (TRC) là một loại vật liệu tổng hợp vữa và cốt dẹt được phát triển cho ứng dụng gia cường cấu kiện bê tông cốt thép. Vữa Portland bao gồm một chất kết dính có kích thước hạt nhỏ hơn 1 mm được ghép với cốt thép dẹt thủy tinh AR (vải dẹt kim sợi dọc, với sợi dọc được làm bằng polyester một cách có hệ thống để tạo sự ổn định hình học cho vải dẹt) (Hình 4)

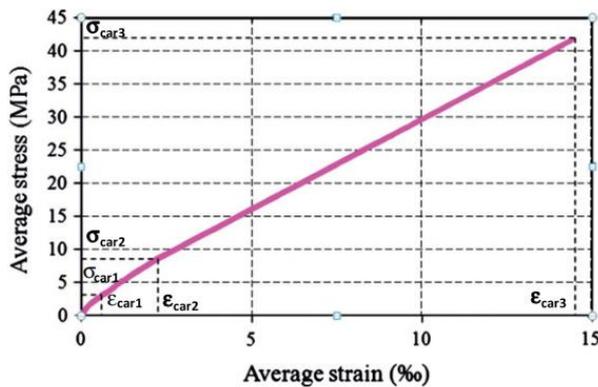


Hình 4. Cấu trúc bê tông cốt dệt (TRC) [2].

Theo các tiêu chuẩn hiện có để gia cường dầm bê tông cốt thép, ứng xử giới hạn được ưu tiên [4-5]. Với mục đích này, một chất lỏng ngậm tằm LATEX đã được sử dụng cho cốt thép dệt ngay trước khi thi công [6-7].

Ba độ dày trung bình của bê tông cốt dệt đã được sử dụng (1.7 mm, 5 mm, 10 mm). Ba độ dày này được liên kết với cùng tỷ lệ cốt thép (4,36 %), chỉ liên quan đến sợi thủy tinh và không bao gồm sợi polyester, cung cấp sự ổn định hình học chủ yếu.

Lớp bê tông cốt dệt (TRC) độ dày 10 mm được thí nghiệm kéo trực tiếp để khảo sát các thuộc tính, kết quả trình bày trong Hình 5 và Bảng 2.



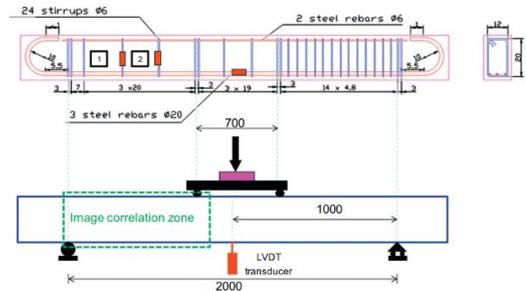
Hình 5. Biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng của bê tông cốt dệt (TRC) [3].

Bảng 2. Các thuộc tính của bê tông cốt dệt (TRC) [3].

σ_{car1}	2,2 Mpa
E_1	6470 Mpa
ϵ_{car1}	0,034 %
σ_{car2}	8,2 Mpa
ϵ_{car2}	0,21 %
σ_{car3}	41 Mpa
E_3	2720 Mpa
ϵ_{car3}	1,4 %
Khoảng cách nứt trung bình χ_f	4 mm
Độ rộng khe nứt trung bình Ω	0,006 mm

3.2. Mô hình thí nghiệm

Thí nghiệm uốn bốn điểm (Hình 6).

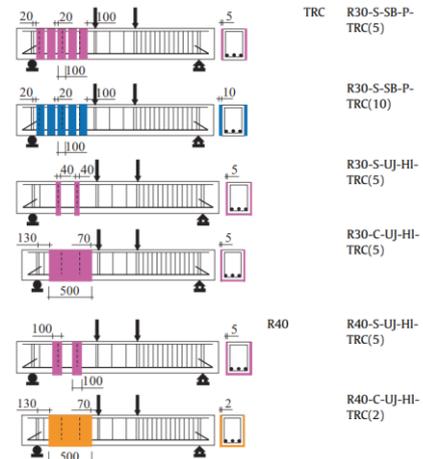


Hình 6. Mô hình thí nghiệm chung [2].

Các dầm gia cường trong thí nghiệm được ký hiệu (Bảng 3), cụ thể các mẫu được trình bày trong Hình 7.

Bảng 3. Cách ký hiệu của các dầm thí nghiệm [2]

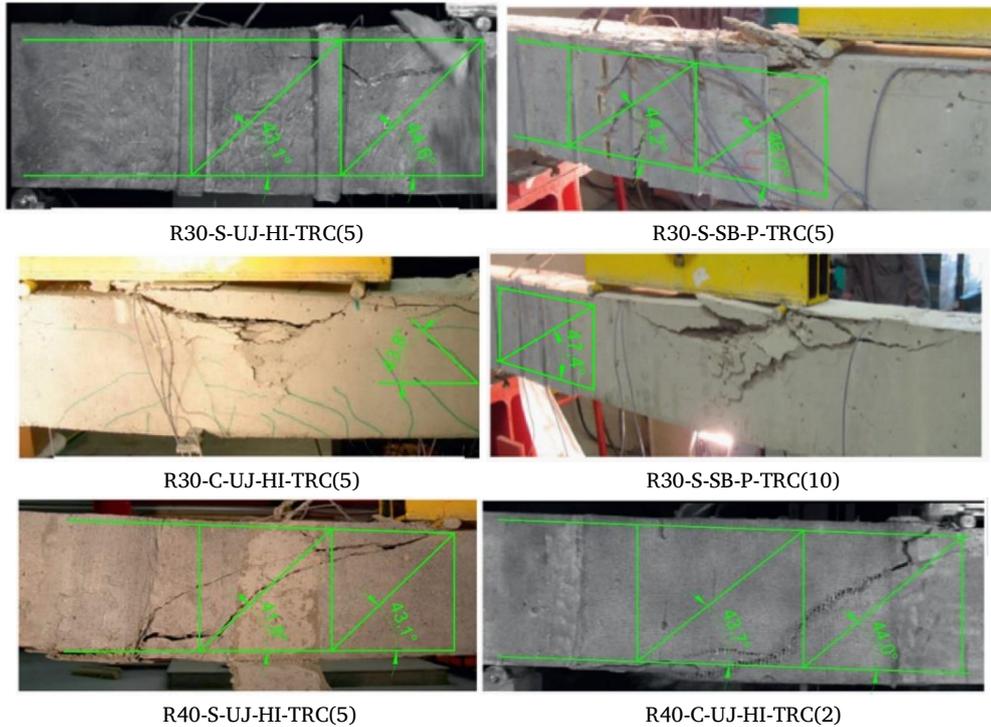
P1		P2		P3		P4		P5
Cường độ chịu nén bê tông	Cách bố trí tấm gia cường	Dải	Liên tục	Hình dạng tấm gia cường	Quy trình thực hiện	Tấm đúc sẵn	Lắp bằng tay	Composite được sử dụng và độ dày
30 MPa	40 MPa	S	C	2 bên	Chữ U	P	HI	
R30	R40			SB	UJ			



Hình 7. Cách bố trí và kích thước của vật liệu gia cường để thí nghiệm [2].

3.3. So sánh kết quả

Dựa vào góc nứt của thí nghiệm ta dựng lên được góc nghiêng của mô hình giàn ảo (Hình 8), sau đó ta so sánh góc nghiêng tính được từ mô hình giàn ảo để xuất so với góc nghiêng của thí nghiệm (Bảng 4).



Hình 8. Góc nghiêng của mô hình giàn ảo dựa trên góc nứt.

Bảng 4. Kết quả so sánh góc cắt theo thực tế và mô hình giàn ảo đề xuất.

Mẫu đầm thí nghiệm	Đơn vị giàn ảo thứ	Góc cắt tính toán bằng mô hình giàn ảo đề xuất (°)	Góc cắt theo quan sát mẫu thí nghiệm (°)	Sai số (%)
R30-S-UJ-HI-TRC(5)	1	43,9	44,6	1,595
	2	42,9	43,1	0,466
R30-S-SB-P-TRC(5)	1	43,8	46,0	5,023
	2	43,1	44,2	2,552
R30-C-UJ-HI-TRC(5)	1	44,0	43,8	0,457
R30-S-SB-P-TRC(10)	1	44,0	47,4	7,727
R40-S-UJ-HI-TRC(5)	1	44,1	43,1	2,320
	2	42,9	41,8	2,632
R40-C-UJ-HI-TRC(2)	1	43,9	44,0	0,002
	2	43,0	43,7	1,628

4. Kết luận

Kết quả tính toán từ mô hình giàn ảo đề xuất cho đầm bê tông cốt thép gia cường bê tông cốt dẹt TRC cho kết quả phù hợp với thực nghiệm, vì vậy mô hình giàn ảo đề xuất có thể hỗ trợ hiệu quả cho nghiên cứu và đánh giá ứng xử cắt của đầm bê tông gia cường bê tông cốt dẹt TRC, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí.

Góc nghiêng tính toán từ mô hình giàn ảo đề xuất khá sát với góc nghiêng 45° được đề xuất trong tiêu chuẩn [8], để đơn giản tính toán người ta thường sử dụng góc 45°, tuy nhiên mô hình giàn ảo với góc nghiêng thay đổi giúp ta tính toán chính xác hơn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 107.01-2019.304.

Tài liệu tham khảo

- [1]. B. Li, C. T. N. Tran, "Determination of inclination of strut and shear strength using variable angle truss model for shear-critical RC beams," *Structural Engineering and Mechanics*, vol. 41, no. 4, pp. 459-477, 2012.

- [2]. R. Contamine, A. Si Larbi, and P. Hamelin, "Identifying the contributing mechanisms of textile reinforced concrete (TRC) in the case of shear repairing damaged and reinforced concrete beams," *Engineering Structures*, vol. 46, pp. 447-458, 2013.
- [3]. R. Contamine, A. S. Larbi, P. J. M. S. Hamelin, and E. A., "Contribution to direct tensile testing of textile reinforced concrete (TRC) composites," vol. 528, no. 29-30, pp. 8589-8598, 2011.
- [4]. T. Triantafillou *et al.*, "Externally bonded FRP reinforcement for RC structures," vol. 14, ed: International Federation for Structural Concrete (fib), 2001.
- [5]. C. E. Bakis *et al.*, "Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures," vol. 440, no. 2002, 2002.
- [6]. Y. J. C. Ohama and c. composites, "Polymer-based admixtures," vol. 20, no. 2-3, pp. 189-212, 1998.
- [7]. P. Nicot, "Interactions mortier-support: éléments déterminants des performances et de l'adhérence d'un mortier," Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2008.
- [8]. A. Nanni, "Guide for the design and construction of concrete reinforced with FRP bars (ACI 440.1 R-03)," *Structures Congress 2005: Metropolis and Beyond*, 2005, pp. 1-6.

Phương pháp thiết kế đơn giản trụ đất xi măng trong gia cố nền đường đất yếu

Nguyễn Ngọc Thắng¹

¹Khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường Đại học Tiền Giang

TỪ KHOẢ

Trụ đất xi măng
Xử lý nền
Đất yếu
Sức chịu tải
Đồng bằng Sông Cửu Long

TÓM TẮT

Mục tiêu chính của nghiên cứu là xác định một phương pháp thiết kế trụ đất xi măng phù hợp cho việc xử lý nền đất yếu tại Đồng bằng Sông Cửu Long để khắc phục hạn chế của các phương pháp hiện nay, được gọi là phương pháp đơn giản. Trong nghiên cứu này, phương pháp thiết kế hợp lý trụ đất xi măng cho phương pháp trộn sâu trong xử lý nền đất yếu được đề xuất dựa trên sự khảo sát các kích thước khác nhau của đường kính, khoảng cách và chiều dài trụ đất xi măng.

KEYWORDS

Deep cement mixing columns
Soil improved
Soft soil
Bearing capacity
Mekong Delta

ABSTRACT

The main objective of the research is to determine a method of designing deep cement mixing (DCM) columns which is suitable for improving soft ground in the Mekong Delta to overcome limitations of current methods, called the simple method. In this study, the method of appropriately designing DCM columns in soft ground improvement is proposed based on the survey of different dimensions of parameter, distance and length of DCM columns.

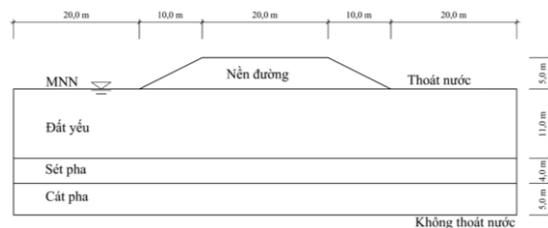
1. Giới thiệu

Hiện nay, tại Thành phố Hồ Chí Minh và Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) ngày càng có nhiều công trình ứng dụng trụ đất xi măng vào xử lý nền đất yếu, đặc biệt nền của các dự án sân bay và đường cao tốc như: Đường nối hầm Thủ Thiêm với đại lộ Đông Tây, đường vào sân đỗ cảng hàng không Cần Thơ, đường băng sân bay Cần Thơ, móng bồn dầu tại Tổng kho xăng dầu Cần Thơ,... Có nhiều phương pháp để thiết kế trụ đất xi măng trong xử lý nền đất yếu (Bengt B. Broms, 1999) [1], (EuroSoilStab, 2002) [2] và (Coastal Development Institute of Technology, 2002) [3]. Trong các phương pháp này, độ lún của lớp đất yếu được tính toán bằng chỉ số cố kết và khả năng chịu tải được kiểm tra bằng khả năng chịu nén của trụ đất xi măng và đất. Tuy nhiên, các phương pháp để thiết kế trụ đất xi măng chưa đưa ra quy trình đơn giản để thiết kế trụ đất xi măng.

2. Mô hình nghiên cứu

Mô hình là một con đường đắp cao với các lớp đất yếu: Nền đất có 3 lớp đất gồm 11 m đất sét yếu, 4 m sét pha và 5 m cát pha, phía trên các lớp đất là một đường giao thông với chiều cao đất đắp là 5 m. Mô hình được phân tích ở dạng 2 chiều (2D) là một mặt cắt ngang của đường đắp cao (Hình 1).

Đất sét yếu là một trong những loại đất ở ĐBSCL. Tính chất của đất được thí nghiệm từ các thí nghiệm đất ngoài hiện trường và trong phòng thí nghiệm. Tính chất của đất dùng trong nghiên cứu này được trình bày trong Bảng 1.



Hình 1. Móng trên nền đất được gia cố bằng trụ đất xi măng.

Bảng 1. Tính chất của các lớp đất.

STT	Thông số	Ký hiệu	Đất yếu	Sét pha	Cát pha	Nền đường
1	Dung trọng bão hòa (kN/m ³)	γ_{sat}	14,370	18,880	18,510	20,000
2	Mô đun Young, E (MPa)	E	3,048	6,028	7,434	20,000
3	Lực dính (MPa)	c	0,0071	0,0131	0,0024	0,010
4	Hệ số rỗng	e_o	2,389	0,705	0,604	1,500

2. Tính toán thiết kế

Để có được thiết kế xử lý hợp lý cho nền đất trên, một chuỗi sự tính toán về độ lún của nền đường và khả năng chịu tải của lớp đất được thực hiện bằng cách thay đổi kích thước của đường kính, khoảng cách và chiều dài của cột. Thiết kế hợp lý được xác định bởi tỉ số diện tích xử lý thấp nhất và giới hạn của độ lún cho phép.

Phương pháp đơn giản được bắt đầu bởi sự dự đoán khả năng chịu tải của các lớp đất bằng cách sử dụng các công thức của Karl

*Liên hệ tác giả: nguyenngocthang@tgu.edu.vn

Nhận ngày 15/01/2022, sửa xong ngày 28/01/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

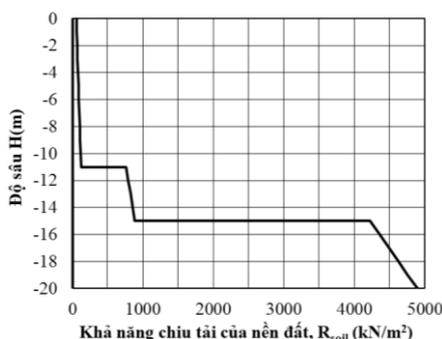
Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.311>

Tezaghi and Ralph B. Peck (1996) [4] :

$$R_{soil} = cN_c + \frac{1}{2}B\gamma'_H N_\gamma + \sigma'_D N_q \quad (1)$$

Trong đó: R_{soil} : Khả năng chịu tải giới hạn của nền đất; c : Lực dính của đất; B : Bề rộng nền đường; γ'_H : Khối lượng riêng đẩy nổi phía dưới nền đường; σ'_D : Áp lực đất tại độ sâu H ; N_c , N_γ , N_q : Các hệ số sức chịu tải phụ thuộc vào tính chất của đất.

Khả năng chịu tải theo độ sâu của các lớp đất bên dưới nền đường được tính theo công thức 1, kết quả tính toán được thể hiện ở hình 2. Khả năng chịu tải lớn nhất của lớp đất yếu tại độ sâu -11 m là 115 kN/m². Nền đất này không đủ khả năng chịu tải do tổng áp lực đường đắp cao và tải trọng xe bên trên gây ra, 120 kN/m².



Hình 2. Khả năng chịu tải của các lớp đất bên dưới nền đường.

Như đã giải thích ở trên, mục đích của phương pháp xử lý nền bằng trụ đất xi măng là giảm độ lún của công trình. Tổng độ lún của các lớp đất phía dưới nền đường được tính toán theo phương pháp cộng lún từng lớp phân tổ như công thức 2.

$$s_i = \frac{h_i}{1+e_0^i} C_c^i \log_{10} \left(\frac{\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i}{\sigma_{vz}^i} \right) \quad (2)$$

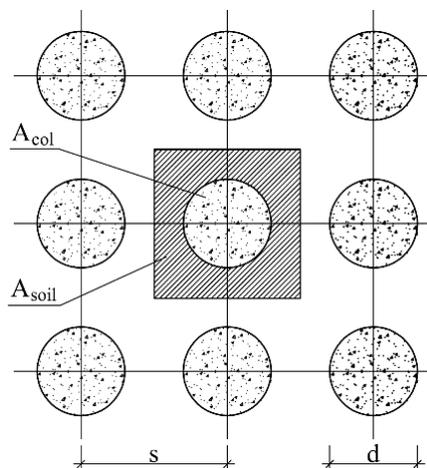
Trong đó: s_i : Độ lún của lớp đất thứ i ; h_i : Chiều dày của lớp đất thứ i ; e_0^i : Độ rỗng ban đầu của lớp đất thứ i ; C_c^i : Hệ số nén của lớp đất thứ i ; σ_{vz}^i : Ứng suất hữu hiệu gây ra bởi trọng lượng của các lớp đất phía trên tại giữa lớp đất thứ i ; σ_z^i : Ứng suất tại của lớp đất thứ i .

Kết quả theo công thức 2, độ lún do áp lực đất đắp phía trên gây ra cho nền đất như hình 1 là 2,333 m. Độ lún này lớn hơn rất nhiều độ lún cho phép tại trục tim của nền đường sau khi hoàn thành công trình [5].

Trường hợp nền đất được xử lý bằng trụ đất xi măng, các trụ đất xi măng được bố trí theo dạng ô vuông như hình 3. Sử dụng bảng tính chất vật liệu trong bảng 2 và các công thức từ 3 đến 7 [5 - 9] để tính toán khả năng chịu tải của trụ đất xi măng xử lý cho nền đất này.

Bảng 2. Tính chất của trụ đất xi măng

Thông số	Nền đường	Đơn vị
Cường độ nén, q_u	1,458	MPa
Dung trọng bão hòa, γ_{sat}	15,810	kN/m ³
Mô đun Young, E	43,750	MPa
Lực dính, c	0,175	MPa
Góc ma sát, φ	30,00	o
Hệ số rỗng, e_0	1,532	-



Hình 3. Bố trí trụ đất xi măng.

$$Q_{col} < Q_{ult,col}^{max} \quad (3)$$

$$Q_{col} < Q_{ult,soil}^{max} \quad (4)$$

$$Q_{col} = q_{col} \cdot A_{col} \quad (5.a)$$

$$q_{col} = \frac{q}{E_{eq}} E_{col} \quad (5.b)$$

$$E_{eq} = E_{col} a_s + (1-a_s) E_{soil} \quad (5.c)$$

$$a_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{s} \right)^2 \quad (5.d)$$

$$Q_{ult,soil} = \frac{1}{FS} (\pi d L_c + 2,25 \pi d^2) c_{u,soil} \quad (6)$$

$$Q_{ult,col}^{max} = \frac{A_{col} \cdot q_{1,max}}{FS} \quad (7.a)$$

$$q_{1,max} = 0,95 a_s \sigma_{ult} \quad (7.b)$$

$$\sigma_{ult} = 3,5 c_{u,col} + 3 \sigma_h \quad (7.c)$$

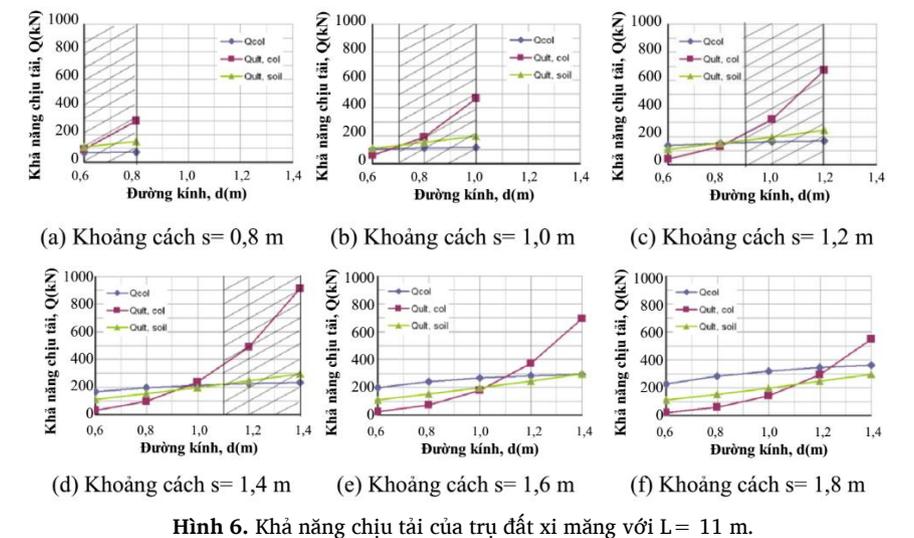
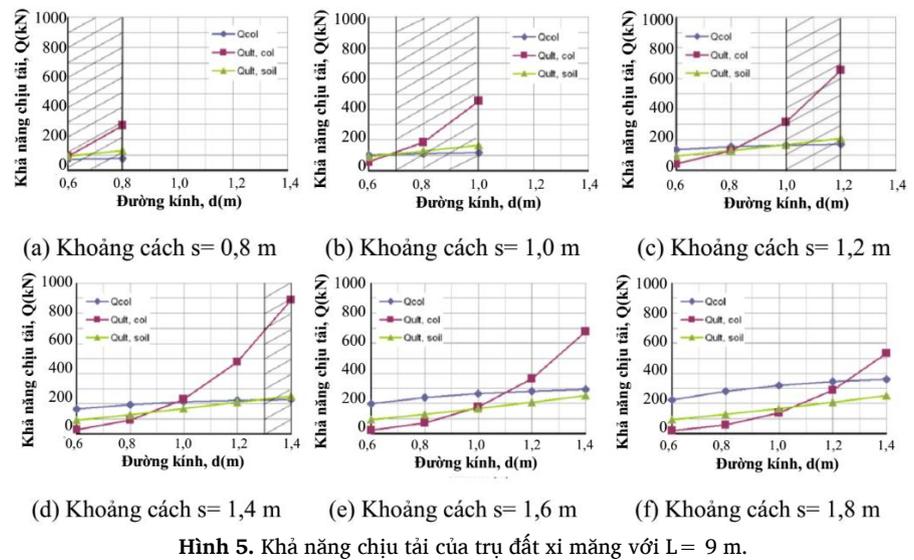
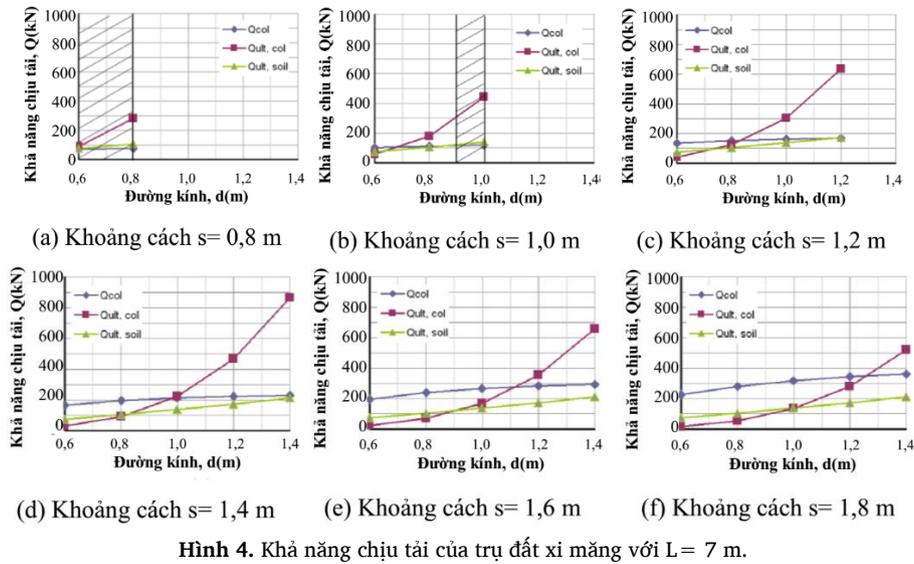
$$\sigma_h = \sigma_v + 5 c_{u,soil} \quad (7.d)$$

Trong đó: Q_{col} : Tải tác dụng lên đầu trụ đất xi măng; $Q_{ult,soil}$: Khả năng chịu tải của trụ đất xi măng được xác định theo điều kiện đất nền; $Q_{ult,col}$: Khả năng chịu tải của trụ đất xi măng được xác định theo điều kiện vật liệu; E_{eq} : Mô đun đàn hồi tương đương của đất và trụ đất xi măng; E_{col} : Mô đun đàn hồi của trụ đất xi măng; E_{soil} : Mô đun đàn hồi của lớp đất yếu; q : Tải trên đường; A_{col} : Diện tích mặt cắt ngang trụ đất xi măng; a_s : Hệ số diện tích xử lý; L_c : Chiều dài trụ đất xi măng; d : Đường kính trụ đất xi măng; s : Khoảng cách các trụ đất xi măng; $c_{u,col}$: Sức kháng cắt không thoát nước của trụ đất xi măng; $c_{u,soil}$: Sức kháng cắt không thoát nước của đất xung quanh trụ đất xi măng; FS : Hệ số an toàn; σ_{ult} : Khả năng chịu tải giới hạn của trụ đất xi măng đơn; σ_h : Áp lực ngang giữa đất và trụ đất xi măng; σ_v : Áp lực đất; γ' : Dung trọng đẩy nổi.

Trong phương pháp đơn giản này, đường kính trụ đất xi măng được thay đổi từ 0,6 m, 0,8 m, 1,0 m, 1,2 m, 1,4 m; Khoảng cách từ tâm đến tâm cột lần lượt là 0,8 m, 1,0 m, 1,2 m, 1,4 m, 1,6 m, 1,8 m; Chiều dài lần lượt là 7 m, 9 m, 11 m.

4. Kết quả tính toán

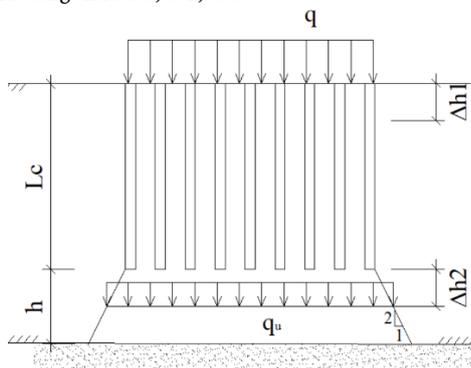
Kết quả tính toán được trình bày trên các hình từ 4 đến 6. Khu vực được đánh dấu trên hình được đề nghị là an toàn trong các công thức 3 và 4.



Bảng 3. Tính toán tỉ số diện tích xử lý

Chiều dài L (m)	Khoảng cách s = 0,8 m	Khoảng cách s = 1,0 m	Khoảng cách s = 1,2 m	Khoảng cách s = 1,4 m
7	d: 0,6 m a _s : 0,442	d: 1,0 m a _s : 0,785	d: 1,2 m a _s : 0,785	-
9	d: 0,6 m a _s : 0,442	d: 0,8 m a _s : 0,502	d: 1,0 m a _s : 0,545	d: 1,4 m a _s : 0,785
11	d: 0,6 m a _s : 0,442	d: 0,8 m a _s : 0,502	d: 1,0 m a _s : 0,545	d: 1,2 m a _s : 0,557

Bước cuối cùng của phương pháp đơn giản là tính toán độ lún của nền đường sau khi xử lý bằng trụ đất xi măng [10 - 12]. Tổng độ lún gồm độ lún của nền đất đã được xử lý và nền đất phía dưới vùng xử lý như công thức 8.a, 8.b, 8.c.



Hình 7. Lún của nhóm trụ đất xi măng.

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 \quad (8.a)$$

$$\Delta h_1 = \frac{qL_c}{\alpha_s E_{col} + (1 - \alpha_s) E_{soil}} \quad (8.b)$$

$$\Delta h_2 = \frac{h}{1 + e_0} C_c \log_{10} \left(\frac{\sigma_{vz} + q_u}{\sigma_{vz}} \right) \quad (8.c)$$

Trong đó: Δh: Độ lún tổng cộng; Δh₁: Độ lún của nền đất được xử lý; Δh₂: Độ lún của nền đất bên dưới trụ đất xi măng; q_u: ứng suất của lớp đất đắp gây ra tại giữa lớp đất bên dưới vùng xử lý.

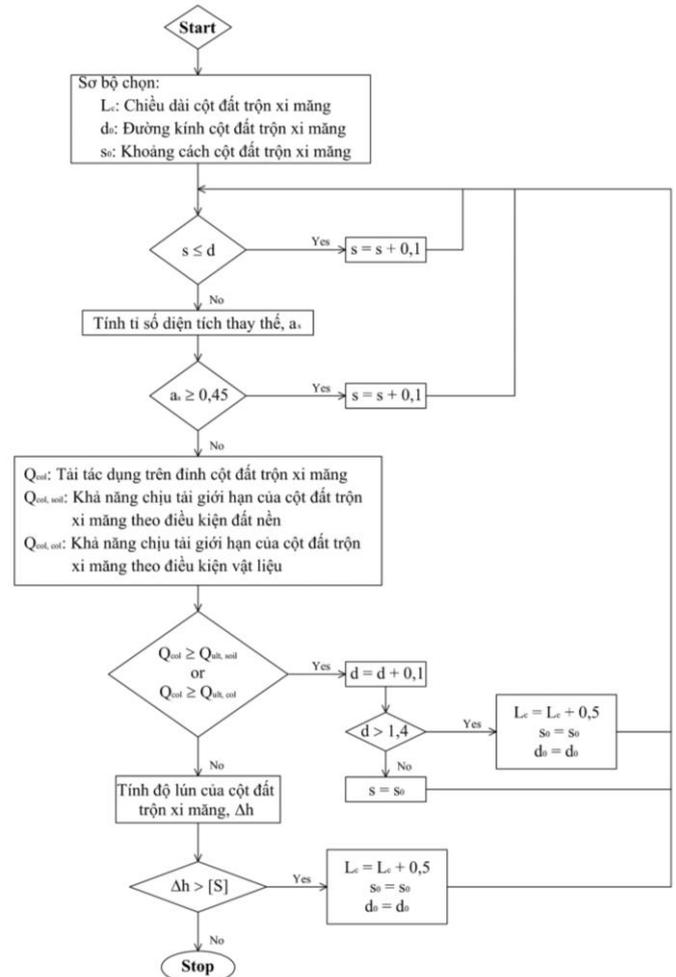
Theo công thức 8.a thì độ lún tổng cộng nhỏ nhất trong trường hợp nền đất được xử lý với chiều dài trụ đất xi măng 11 m là 0,169 m. Độ lún này nhỏ hơn độ lún cho phép. Vậy thiết kế hợp lý của trụ đất xi măng trong trường hợp này là trụ đất xi măng có đường kính 0,6 m, khoảng cách 0,8 m và chiều dài 11 m.

Phương pháp thiết kế đơn giản được rút ra từ kết quả của nghiên cứu để xác định thiết kế hợp lý của trụ đất xi măng về đường kính, khoảng cách và chiều dài cột được đề xuất theo sơ đồ Hình 7.

4. Kết luận

Quy trình thiết kế trụ đất xi măng để làm ổn định nền đường được xác định bằng phương pháp đơn giản được đề nghị theo sơ đồ Hình 7. Kết quả tính toán có thiết kế hợp lý là trụ đất xi măng đường kính 0,6 m chiều dài 11 m và khoảng cách các cột là 0,8 m có độ lún 0,169 m.

Công nghệ trụ đất xi măng áp dụng hiệu quả cho việc xử lý các nền đường đắp cao trên nền đất yếu; công trình yêu cầu thời gian thi công ngắn; độ lún còn lại nhỏ; yêu cầu đất nền cố kết nhanh. Phương pháp xử lý trụ đất xi măng tuy có nhiều ưu điểm song nó phụ thuộc nhiều vào công nghệ thi công nên yêu cầu có hệ thống quy chuẩn quy định các quy trình thi công nghiêm ngặt và quy trình kiểm tra nghiệm thu kiểm tra hoàn thiện.



Hình 7. Sơ đồ của phương pháp đơn giản

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bengt B. Broms (1999), "Dry Mix Method for Deep Soil Stabilization", in International Conference on Dry Mix Methods: Dry Mix Methods for Deep Soil Stabilization, Rotterdam Balkema.
- [2]. EuroSoilStab, Development design and construction methods to stabilize soft organics soils, Design Guide Soft Soil Stabilization, CT 97-0351, Project No. BE 96-3177.
- [3]. Coastal Development Institute of Technology-CDIT, The Deep Mixing Method: Principle, Design and Construction, A.A. Balkema: The Netherlands, 2002.
- [4]. Karl Tezaghi and Ralph B. Peck (1996). "Soil Mechanics in Engineering Practice", 3rd Edition.

- [5]. Kawasaki, T., Niina, A., Saitoh, S., Suzuki, Y. and Honjyo, Y. "Deep Mixing Method Using Cement Hardening Agent." *Proceedings of the 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stockholm, 1981, pp. 721-724.
- [6]. Niina, A., S. Saitoh, R. Babasaki, I. Tsutsumi & T. Kawasaki, "Study on DMM using cement hardening agent (Part 1)," *Proc. of the 12th Japan National Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 1977, pp. 1325-1328.
- [7]. Okumura, T., M. Terashi, T. Mitsumoto, T. Yoshida & M. Watanabe, "Deep-lime-mixing method for soil stabilization (3rd Report)," *Report of the Port and Harbour Research Institute*, 1974, pp. 3-44.
- [8]. Terashi, M. and Tanaka, H. "Settlement Analysis for Deep Mixing Method," *Proceedings of the 8th Conference of Soil Mechanics and Foundations Engineering*, Vol. 2, 1983, pp. 955-960.
- [9]. Terashi, M., "Deep Mixing Methods – Brief state of the art," in *14th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Germany, 1997, pp. 2475-2478.
- [10]. Bộ Khoa học và Công nghệ, *Gia cố nền đất yếu - Phương pháp trụ đất xi măng*, TCVN 9403-2012, Hà Nội, 2012.
- [11]. Bruce, D. A., *An Introduction to the Deep Soil Mixing Methods as used in Geotechnical Applications*, FHWA-RD-99-138, Federal Highway Administration, McLean, VA, 2000.
- [12]. Bergado, D.T., Anderson, L.R, Miura, N. and Balasubramaniam, A.S., "Soft Ground Improvement in Lowland and Other Environments," *ASCE*, pp. 234-304, 1996.

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

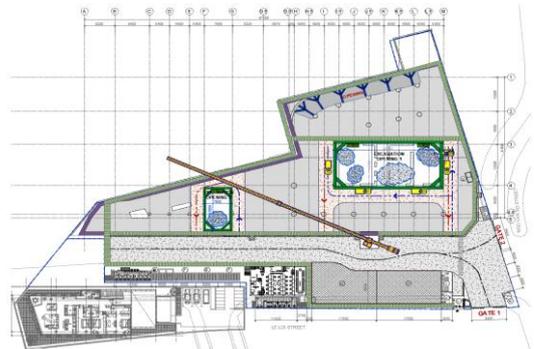
VỊ TRÍ DỰ ÁN



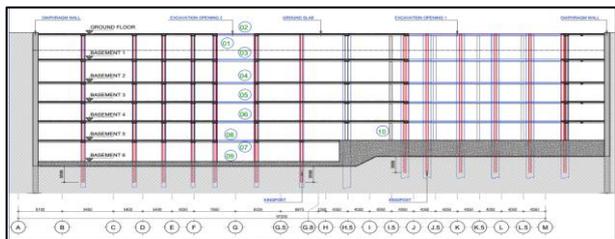
METRO



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

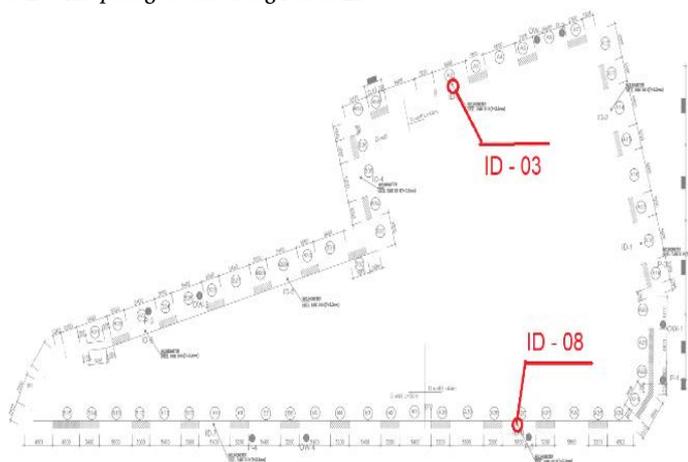
Bảng 2. Thông số đầu vào của tường vây.

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.

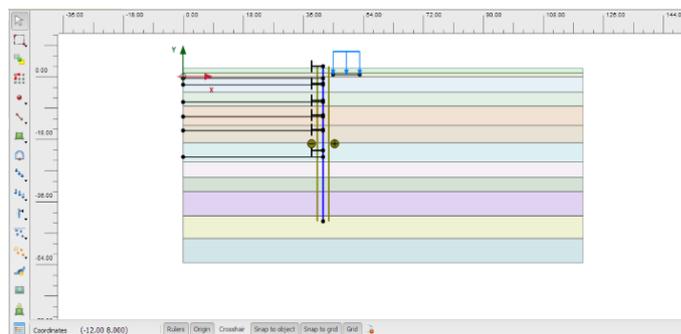
Loại tường chắn/ sàn hầm	Sàn hầm B4	Sàn hầm B3	Sàn hầm B2	Sàn hầm B1	Sàn trệt
Chiều dày (m)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Lực (T)	254	214	190	149	33,4
Chuyển vị tuyệt đối (mm)	15,84	13,34	11,93	8,92	3,35
Chiều dài mặt cắt	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
EA tương đương (kNm)	6975379	6978261	6927913	7266256	4337015
Hệ 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 Inclinator 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).

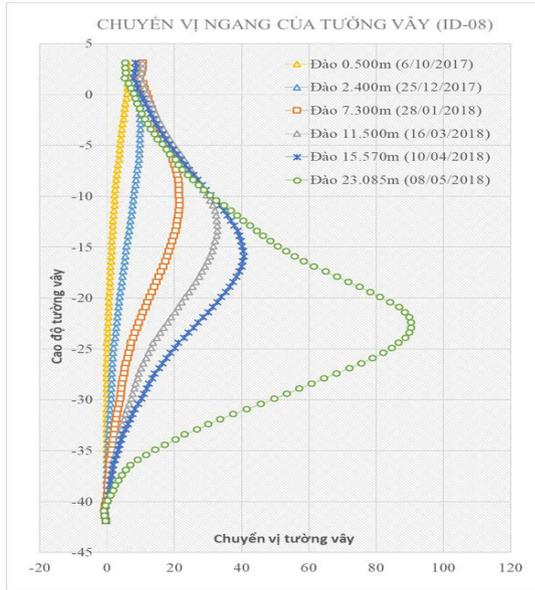
Mô hình hố đào sâu bằng phần mềm Plaxis 2D gồm các bộ phận kết cấu như: tường vây được mô phỏng bằng phần tử Plate, sàn tầng hầm được đơn giản hóa thành phần tử Anchor, tiếp xúc giữa tường và đất được thể hiện bằng phần tử Interface, quá trình thi công được mô phỏng bằng thủ thuật giai đoạn phân tích 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.



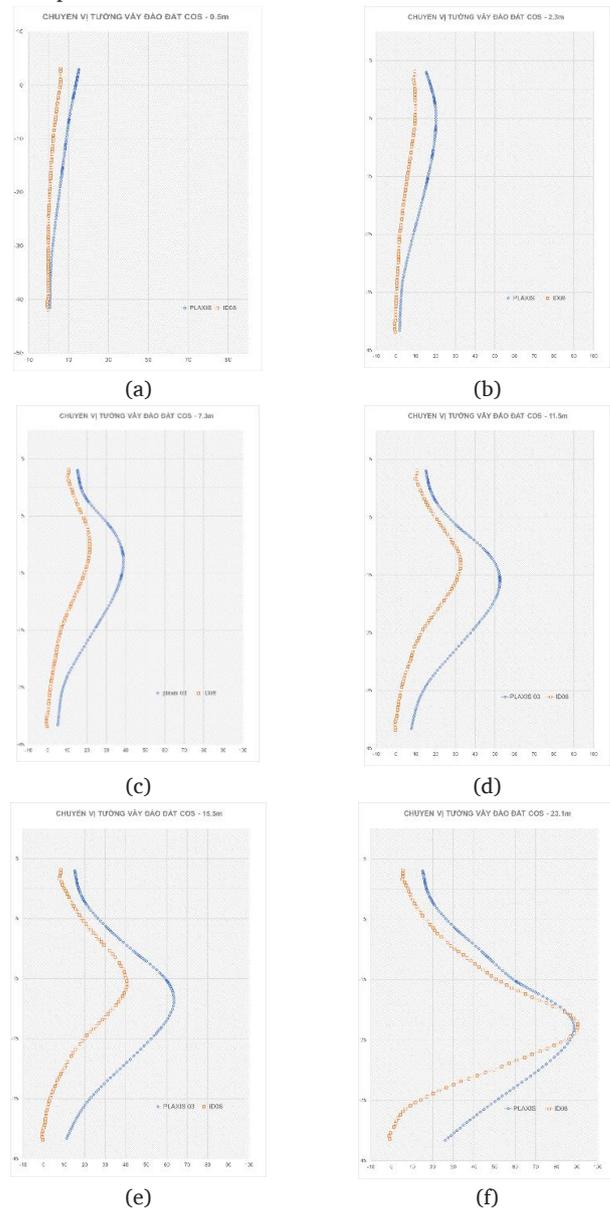
Hình 7. Thực tế thi công ở giai đoạn thi công kết cấu móng – sàn B5.

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 Outside Dia (mm)	ĐK Trong Inside Dia (mm)	Bề Rộng Width	Bê Tông Grade	Khối Lượng Weight (T)	Tải Trọng Load
01	6650	6050	1200	C48	18,4	

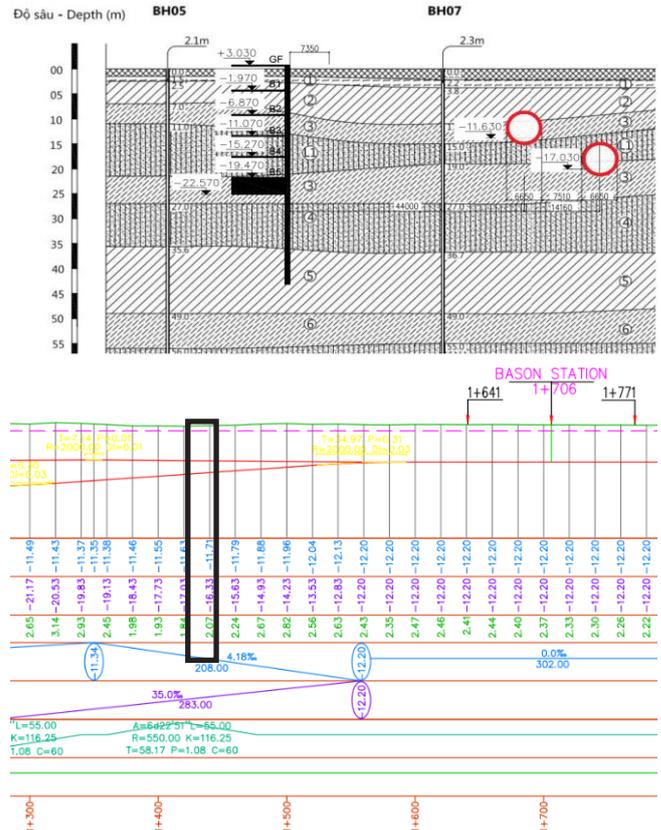
Theo Phụ lục II - Nghị Định số 56/2018/NĐ-CP [9] được thể hiện như Hình 12 thì dự án VietCapital Central không nằm trong phạm vi bảo vệ công trình hầm, tuy nhiên như đã trình bày ở phần giới thiệu, với mật độ xây dựng như hiện nay, việc có thêm những công trình như VietCapital Central nằm trong phạm 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.



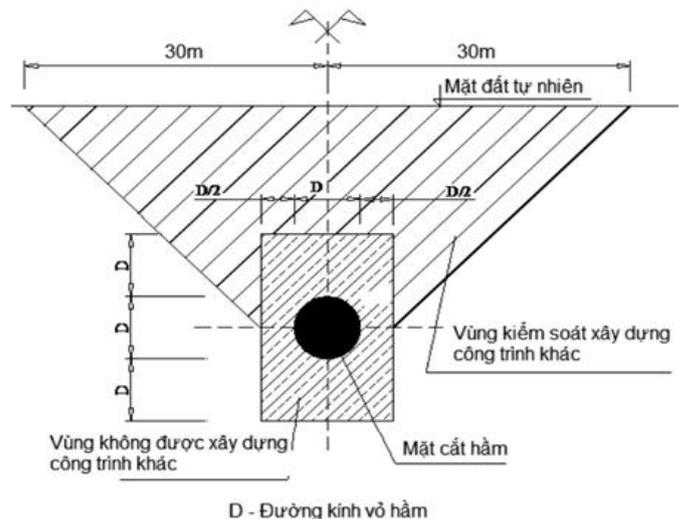
Hình 10. Vị trí thực tế dự án và tuyến Tunnel.

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.

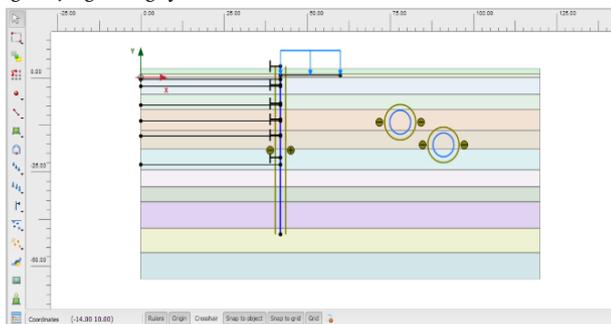
RAPID TRANSIT SYSTEM LINES*	TYPES OF RAPID TRANSIT SYSTEM STRUCTURES	MOVEMENT (mm)	
		TOTAL MOVEMENT IN ANY DIRECTION	DIFFERENTIAL MOVEMENT IN ANY PLANE
East West Line (except Expo station to Changi Airport station) and North South Line	Bored Tunnel	15	15 or 1:1000 (whichever is lesser)
	Cut & Cover 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 giữa nguyên với thiết kế ban đầu là 1 m.



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

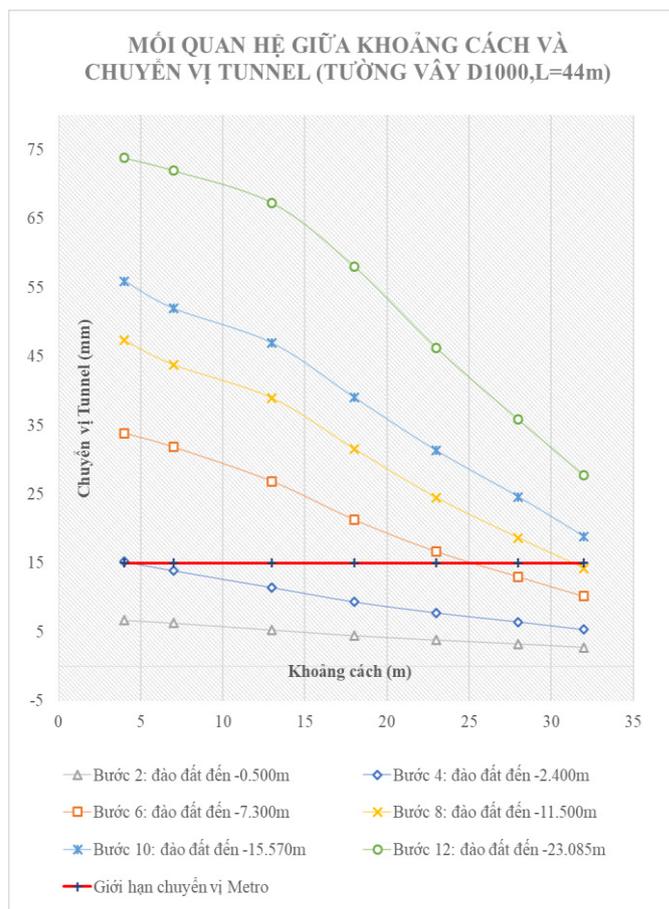
Bảng 5. Các trường hợp thay đổi khoảng cách giữa tường vây và Hầm Metro.

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.

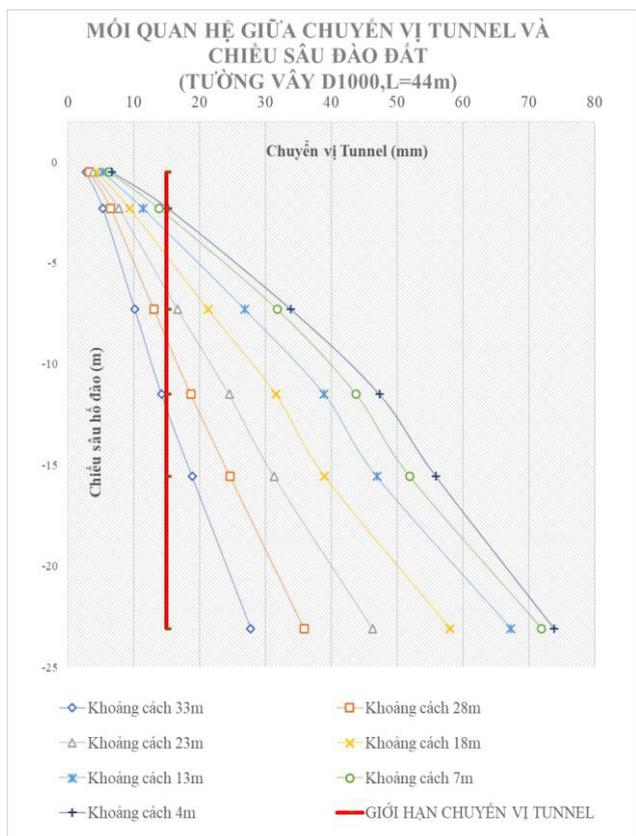


Hình 15. Chiều sâu đào tối đa cho công trình tương tự nằm trong phạm vi bảo vệ của Tunnel.

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>

giữa các doanh nghiệp. Mặt khác, sẽ có sự phân hóa giữa các lĩnh vực xây dựng, tăng trưởng giữa các mảng hoạt động xây dựng trong đó 2 loại dự án sẽ có tốc độ tăng trưởng vượt trội chung so với ngành bao gồm (1) Dự án hạ tầng nhờ sự tăng lên của việc tập trung vào các công trình hạ tầng, đầu tư công; (2) Dự án công nghiệp nhờ sự chuyển dịch dòng vốn đầu tư của thị trường Trung Quốc sang các quốc gia xung quanh cường quốc này bao gồm cả Việt Nam và nước ta cũng có những thuận lợi từ các hiệp định thương mại CPTPP, EVFTA đã bắt đầu có hiệu lực.

Áp lực cạnh tranh xung quanh các nhà thầu xây dựng sẽ đẩy lên cao trào trong giai đoạn hiện tại, với chiến lược cạnh tranh bằng giá được đặt lên hàng đầu sẽ làm cho doanh thu và biên lợi nhuận của nhà thầu giảm. Do đó, các chủ đầu tư và nhà thầu thi công cần nghiên cứu để tìm ra giải pháp giảm thiểu các phí phạm, tinh gọn nguồn lực, tài nguyên, để tối ưu hóa thời gian thi công nhưng lại tối đa hóa lợi nhuận, đóng góp một cách tích cực vào nền xây dựng nước nhà, phù hợp với xu thế toàn cầu.

Nghiên cứu này được đưa ra để xác định những phí phạm thường xuyên xuất hiện trong thời gian triển khai thi công dự án nhà thép công nghiệp tại khu vực phía Nam, bằng phương thức thực hiện dự án “thiết kế - thi công” và đề xuất mô hình đo lường và giảm thiểu phí phạm. Với việc áp dụng triết lý xây dựng tinh gọn (Lean construction) kết hợp ứng dụng Sơ đồ dòng giá trị (VSM) nhằm giảm thiểu các phí phạm, qua đó sẽ tối ưu hóa lợi nhuận, qua đó, hiệu quả của dự án cũng được tăng lên.

2. Xây dựng Mô hình tinh gọn (Lean construction) và Sơ đồ chuỗi giá trị (Value Stream Mapping - VSM).

2.1. Xây dựng tinh gọn (Lean construction).

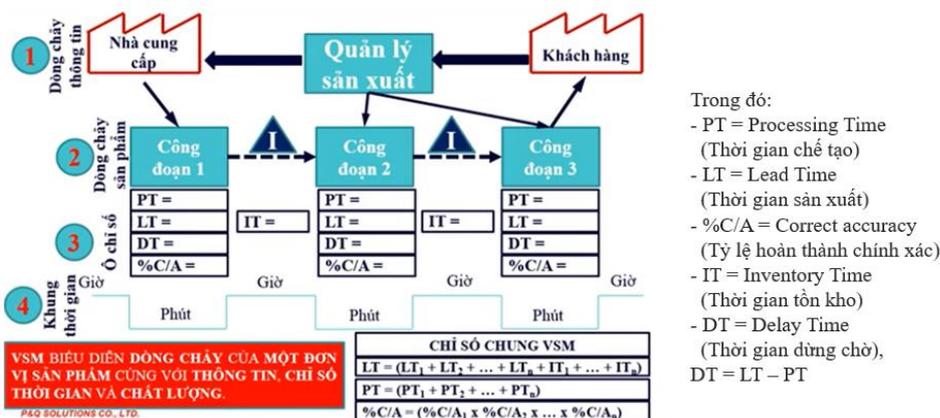
Tinh gọn có nghĩa là đưa đúng thứ đến đúng nơi, đúng lúc, với số lượng phù hợp đồng thời giảm thiểu phí phạm và linh hoạt, cởi mở để thay đổi. Các nguyên tắc sản xuất tinh gọn bao gồm việc xác định rõ giá trị của sản phẩm, xác định dòng giá trị, tạo ra dòng sản xuất, hoạt động theo nhu cầu của khách hàng, cũng như theo đuổi sự hoàn hảo. Về vấn đề này, các nguyên tắc sản xuất tinh gọn đã được sử dụng trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau như một cách để định vị hiệu quả hoạt động đối với các chỉ số giá trị hàng đầu về sự

xuất sắc trong hoạt động. Các nguyên tắc sản xuất đã đề cập được coi là một công cụ quản lý hiệu quả vì chúng tập trung vào việc loại bỏ lãng phí và mang lại giá trị cho khách hàng. Do đó, các khái niệm tư duy tinh gọn đã được chú ý nhiều về mặt xác định và loại bỏ lãng phí.

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng một lượng đáng kể giá trị của dự án đã bị mất do quản lý dự án yếu kém, chất lượng công trình kém, lỗi thiết kế, điều kiện làm việc kém, bố trí tổng mặt bằng thi công kém, bố trí an toàn kém, v.v. Những vấn đề kinh niên này đã tạo ra sự lãng phí cho số tiền mà chủ sở hữu đã thực sự chi trả để hoàn thành dự án theo kế hoạch. 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 quá trình xây dựng, 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 các hoạt động không làm gia tăng giá trị là một trong những điều cốt lõi trong chiến lược cải thiện năng suất xây dựng.

2.2. Sơ đồ dòng giá trị (Value Stream Mapping-VSM)

VSM hay còn gọi là sơ đồ chuỗi giá trị, đó là một phương pháp vẽ sơ đồ có một cách trực quan nhất về “con đường sản xuất của sản phẩm (nguyên liệu và thông tin) từ cửa đến cửa”. Sơ đồ dòng giá trị có thể xác định được toàn bộ quy trình thực hiện từ khi bắt đầu, nhờ đó, giúp người quản lý, các kỹ sư, các công nhân sản xuất và cả người lập ra quy trình, các nhà cung cấp và ngay cả những khách hàng cũng nhận ra được các phí phạm, qua đó, họ có thể nhận diện được nguyên nhân của nó. Lập sơ đồ dòng giá trị bao gồm các bước xây dựng nên sơ đồ thực trạng ở thời điểm hiện tại để tập trung vào việc phân tích những gì đang có để lập nên các hoạch định chi tiết cho việc phát triển, nâng cao năng suất trong thời điểm tương lai, đây được xem là cơ sở cho các chiến lược của các phương pháp tinh gọn khác (Lean Manufacturing).



Hình 1. Minh họa Sơ đồ dòng giá trị - VSM (Nguồn: P&Q solutions Co., Ltd.)

Lập sơ đồ dòng giá trị (VSM) được xem là một công cụ thực sự quan trọng của phương pháp tiến đến sự tiếp cận tinh gọn và được sử dụng để nhận ra các hoạt động làm gia tăng giá trị và những hoạt động được coi là lãng phí về nguyên liệu, dòng thông tin và con người. Tuy nhiên, khi không được ứng dụng công cụ này một cách chính xác, VSM có thể làm phức tạp hóa việc xác định phí phạm, dẫn đến hiểu sai và đánh giá sai lầm, đồng thời làm giảm hiệu quả các cải tiến trong tương lai.

VSM là tổ hợp các công cụ khác nhau nhằm thể hiện một cách trực quan thông tin và luồng sản phẩm của quá trình sản xuất, đồng thời thông qua sơ đồ VSM giúp giảm thiểu các phí phạm, giảm thiểu thời gian của các công tác không tạo ra giá trị, từ đó, giúp ta đưa ra phương án để tối ưu hóa thời gian sản xuất.

Ngoài ra nó có liên quan chặt chẽ với thuật ngữ khác như “Phương pháp tinh gọn (Lean)” là một mô hình bao gồm các quy trình và phương pháp cải tiến một cách có hệ thống, mô hình này tập trung vào việc xây dựng nên những giá trị từ góc nhìn của khách hàng và loại bỏ những phí phạm trong quá trình sản xuất hoặc cung cấp dịch vụ của một tổ chức.

- Mục đích: Nhằm xác định rõ các công tác làm gia tăng giá trị và các hoạt động không làm gia tăng giá trị. Sơ đồ dòng giá trị VSM phải đưa ra được những gì đang diễn ra chứ không phải là những gì được mong muốn diễn ra, nhờ đó xác định được các cơ hội để cải tiến quy trình.

- Vai trò: Sơ đồ dòng giá trị VSM thường được dùng ở các dự án tối ưu thời gian trong một chu kỳ, vì nó có thể thể hiện một cách chính xác các hoạt động trong một quy trình, với các yêu cầu về từng bước triển khai công việc và thời gian thực hiện.

- Sơ đồ dòng giá trị VSM cũng được dùng trong việc cải tiến và phân tích các hoạt động trong quy trình bằng cách đưa ra và loại bỏ hoặc tối ưu khoảng thời gian liên quan đến các hoạt động không làm gia tăng thêm giá trị.

- Quy trình vẽ Sơ đồ dòng giá trị VSM:

- Xác định sản phẩm để vẽ sơ đồ chuỗi giá trị;
- Tạo ra sơ đồ dòng giá trị ở thời điểm hiện tại;
- Đánh giá sơ đồ dòng giá trị ở thời điểm hiện tại;
- Tạo sơ đồ dòng giá trị ở thời điểm tương lai;
- Lên kế hoạch để thực hiện theo sơ đồ vừa tạo ra;
- Áp dụng kế hoạch vừa đưa ra vào thực tiễn;
- Xem xét kết quả và lặp lại (cải tiến liên tục).

2.3. Các nghiên cứu trước đây

N.N. Phong và cộng sự (2020) [2] áp dụng quản lý chuỗi giá trị VSM để tối ưu hóa quy trình sản xuất tại nhà máy TADL, nhà máy này chuyên sản xuất và cung cấp các sản phẩm hạt nhựa PP.

N.N.T. Nhiên và cộng sự (2018) [3] áp dụng VSM của dây chuyền chế biến tôm ở một nhà máy thủy sản, bằng cách kết hợp với các công cụ tinh gọn, hàng hóa tồn kho và giải pháp lâu dài dựa trên việc kết hợp Kaizen với triết lý 5S.

P.Q. Thanh và N.T. Quân (2014) [4] khảo sát việc ghi nhận và kiểm soát chất thải trong hoạt động xây dựng hiện nay của các dự án nhà cao tầng tại Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

N.Q. Luyện (2010) [5] ứng dụng VSM trong quy trình sản xuất bộ thu RC - 2300. Họ đã chỉ ra được các lý thuyết để đưa ra quy trình ứng dụng nguyên lý tinh gọn trong sản xuất và quy trình ứng dụng sơ đồ chuỗi giá trị, từ đó có thể đưa ra được các nhân tố gây ra phí phạm như: nhịp thời gian không đáp ứng được trong thời gian sản xuất, số lượng bán thành phẩm tồn đọng trên dây chuyền, mặt bằng sản xuất bố trí chưa hợp lý.

Liseth R. Espinoza và cộng sự (2021) [6] đã dùng Sơ đồ dòng giá trị (VSM) như một công cụ quản lý giúp đánh giá sự phí phạm trong quy trình làm việc. Tuy nhiên, nó phải được điều chỉnh cho phù hợp với công trình trong khi nó được xây dựng ở công trường. Sự thích ứng này có thể được thực hiện thông qua việc lập sơ đồ quy trình tích hợp với VSM. Nghiên cứu này đưa ra nhằm mục đích lập nên sơ đồ của quá trình xây dựng hệ thống hầm của một tòa nhà ở thành phố Lima-Peru. Tòa nhà được nghiên cứu có 9 tầng hầm và 11 tầng nổi. Nghiên cứu đưa ra một quy trình để tối ưu hóa cho các dự án được ứng dụng. Nhờ đó, họ đưa ra một sơ đồ quy trình cho tất cả các hoạt động của dự án. Kết quả của nghiên cứu này là đưa ra được sơ đồ trạng thái hiện tại (VSM1), sơ đồ về trạng thái hiện tại với những cải tiến (VSM2) và sơ đồ trạng thái ở tương lai (VSM3). Nghiên cứu này đã chứng minh được rằng có thể ứng dụng VSM trong việc xây dựng hệ thống tầng hầm và tính hữu ích của công cụ này trong việc đánh giá và giảm thiểu phí phạm trong quy trình xây dựng.

Ramani và cộng sự (2021) [7] đã ứng dụng xây dựng tinh gọn vào dự án nhằm giảm thiểu chất thải trong quá trình xây dựng và tối đa hóa năng suất. Bài báo này thảo luận về hiệu quả kỹ thuật tinh gọn trong việc quản lý dự án. Nghiên cứu này ứng dụng các công cụ tinh gọn để lập nên Sơ đồ dòng giá trị vào trong dự án lắp dựng kết cấu thép và đưa ra khả năng cải thiện năng suất lắp dựng. Nghiên cứu đưa ra Sơ đồ dòng giá trị ở thời điểm hiện tại và trong tương lai của hoạt động này để loại bỏ các công tác không làm gia tăng thêm giá trị. Khi thực hiện VSM, năng suất lắp dựng tăng đáng kể bằng cách giảm 13 ngày, tiết kiệm khoảng 30% thời gian từ ngày hoàn thành dự kiến.

Gunduz và cộng sự (2017) [8] đã đề cập đến việc ứng dụng VSM như một phương pháp xây dựng bền vững trên một dự án xây dựng thực tế của việc lắp đặt đường ống ngầm. VSM là được điều chỉnh để giảm tỷ lệ các hoạt động không làm tăng giá trị trong từng giai đoạn của dự án và nghiên cứu đã đưa ra một cách hiệu quả để giảm thiểu chi phí cho việc lắp đặt đường ống ngầm. Qua phương pháp này, nghiên cứu đã có thể nâng cao năng suất và xác định được thời gian chu kỳ, giá trị gia tăng và không làm gia tăng giá trị của dự án. Ngoài ra, nghiên cứu cũng cố gắng ứng dụng phương pháp Đường cân bằng (LOB) vào trạng thái tương lai để tính toán chi phí ngầm. Kết quả từ nghiên cứu cho thấy đã giảm được khoảng 20.8% giữa trạng thái hiện tại và tương lai. Qua đó, ta có thể thấy VSM là

một công cụ trong ngành xây dựng có thể làm tăng thêm tính bền vững và quản lý chi phí hiệu quả.

Mohammad Abdelghani (2017) [9] nghiên cứu về các dự án xây dựng có chuỗi cung ứng tạm thời bị phân tán, đối mặt với nhiều thử thách, chẳng hạn như thiếu sự tin cậy, quản lý kiến thức không đầy đủ và giao tiếp kém. Những thử thách này dẫn đến hiệu quả kém là năng suất thấp, chi phí cao, chậm tiến độ và chất lượng kém. Nghiên cứu có mục đích phát triển Sơ đồ dòng giá trị và các quản lý thông tin cho các dự án xây dựng. Các khuôn khổ được phát triển nhằm loại bỏ chất thải xây dựng và tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp chuỗi cung ứng xây dựng, điều này cuối cùng giúp giảm chi phí và thời gian thực hiện của dự án. Nghiên cứu cũng ứng dụng Sơ đồ dòng giá trị (VSM) vào quá trình đầu thầu trong dự án. Nhờ đó, nghiên cứu cũng đề xuất một khung VSM mới cho các quy trình không lặp lại, phù hợp hơn cho các hoạt động xây dựng tại chỗ, qua đó, có thể giảm thiểu được chất thải và thời gian thực hiện dự án.

3. Xây dựng Mô hình đo lường và giảm thiểu phí phạm bằng cấu trúc Sơ đồ dòng giá trị VSM.

3.1. Giới thiệu dự án.



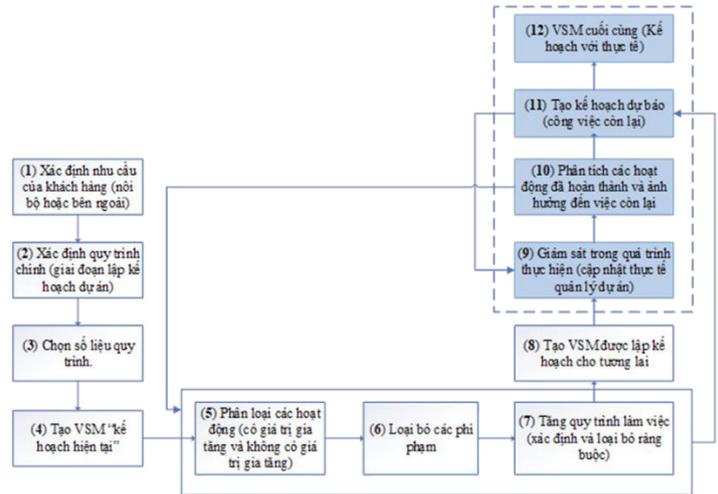
Hình 2. Mặt bằng tổng thể dự án

- Tên dự án: Mở rộng nhà máy N
- Vị trí dự án: KCN Amata, Long bình, Biên Hòa, Đồng Nai
- Loại công trình và chức năng: Mở rộng Nhà máy sản xuất vòng đệm cao su
- Thời gian xây dựng: 7 tháng
- Diện tích khu đất: 95366 m²
- Tổng diện tích xây dựng: 43983 m²
- Diện tích xây dựng công trình (giai đoạn 3): 16057 m²
- Diện tích xây dựng Nhà để xe và hạ tầng kỹ thuật: 9545 m²
- Số tầng: 1 tầng
- Chiều cao công trình: 13,50 m
- Loại kết cấu: Kết cấu thép (nhà thép tiền chế), kết cấu BTCT (Sàn, móng và các cấu kiện phụ)
- Phương thức thực hiện dự án: Tổng thầu thiết kế - Thi công

3.2. Cấu trúc khung VSM trong xây dựng

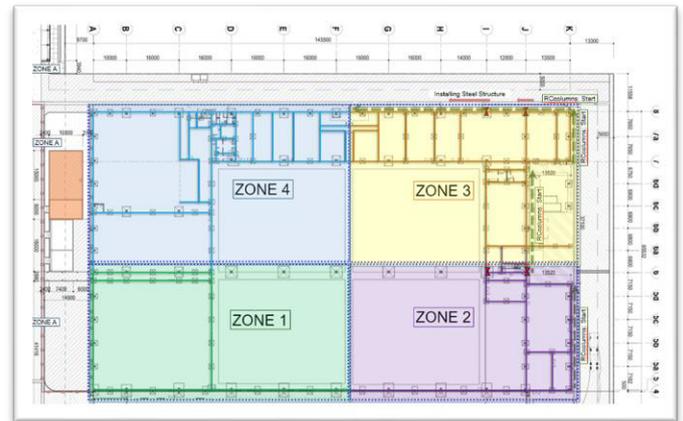
Bảng 1. Bảng khối lượng thực hiện Zone 1.

TT	Mô tả công việc	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
1	Bóc lớp đất mặt	m ²	1500	Chiều sâu 0,3 m
2	Loại bỏ vật liệu không phù hợp.	m ³	1200	N/A
3	Vận chuyển lớp đất mặt và vật liệu không phù hợp tới bãi	m ³	2700	2,5 km khoảng cách vận chuyển



Hình 3. Khung VSM xây dựng. [10]

3.3. Nghiên cứu điển hình 1 – Công tác đào, đặt móng và san lấp nền nhà xưởng khu vực Zone 1



Hình 4. Mặt bằng công tác đào, đắp - Zone 1.

Nghiên cứu điển hình này nhằm mục đích chứng minh khái niệm của khung VSM đã phát triển. Một công tác đào đất chuẩn bị mặt bằng điển hình được trình bày cho nhóm dự án xây dựng để chuẩn bị kế hoạch thực hiện xây dựng dự án. Phạm vi công việc bao gồm bóc lớp đất mặt, cắt/lấp chúng, vận chuyển vật liệu và đặt vật liệu đắp nền; bảng khối lượng được thể hiện trong Bảng 1:

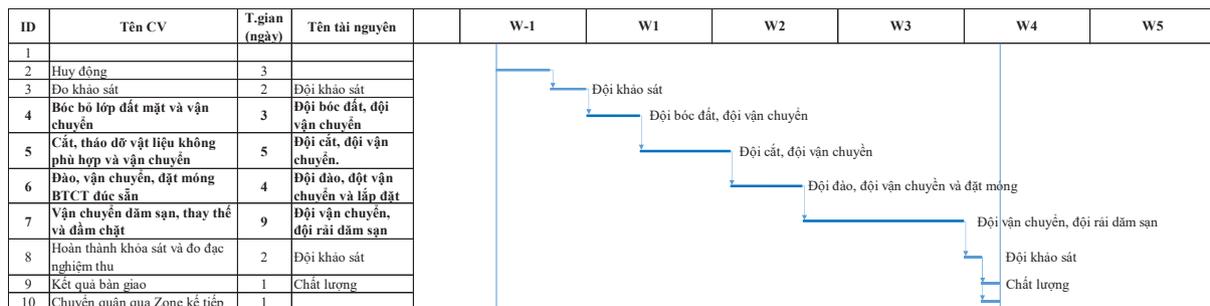
TT	Mô tả công việc	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
	trữ.			
4	Đào hố móng, vận chuyển và đặt móng đúc sẵn BTCT.	m ³	350	1,5 km khoảng cách vận chuyển
5	Chèn lấp - Đắp trả bằng đá dăm (0x4)	m ³	2550	Nâng 300 mm chiều cao
6	Đá dăm (0x4) - Chất tải và vận chuyển từ bãi trữ.	m ³	2550	6 km khoảng cách vận chuyển

Nhóm dự án đã phát triển một kế hoạch thực hiện xây dựng yêu cầu năm đội. Mỗi tổ đội bao gồm những người lao động phổ thông và những người vận hành thiết bị. Khai triển chi tiết về tổ đội và thiết bị được thể hiện trong Bảng 2. Nhóm dự án dự kiến 4 tuần để hoàn

thành công việc bao gồm các hoạt động huy động, khảo sát, xây dựng và rút quân sang thi công khu vực tiếp theo như trong tiến độ dự án ở Hình 5

Bảng 2. Danh sách thiết bị và tổ đội.

TT	Mô tả	Kích thước tổ đội	Thiết bị	Số lượng
1	Bóc bỏ lớp đất mặt	5	- Máy ủi (D8) - Máy đào 20 Tấn	2 1
2	Loại bỏ vật liệu không phù hợp	4	- Máy ủi (D8) - Máy đào 20 Tấn	1 1
3	Vận chuyển lớp đất mặt và vật liệu không phù hợp tới bãi trữ.	5	Xe tải 20 tấn	5
4	Đào móng, vận chuyển và lắp đặt móng BTCT đúc sẵn	5	- Máy đào 20 Tấn - Xe tải 20 tấn	2 1
5	Chèn lấp đá dăm (0x4)	6	- Máy ủi - Xe lu - Xe tưới nước - Grander	1 1 1 1
6	Đá dăm (0x4) – chất tải và vận chuyển từ bãi trữ.	7	- Xe tải 20 tấn - Máy xúc 20 tấn	6 1



Hình 5. Tiến độ công tác đào, đắp móng Zone 1.

Từ bảng ghi nhận trạng thái làm việc của các công nhân, các giá trị thời gian của các tổ đội trong 1 ngày thi công được xác định bằng bảng Excel nhân với bước thời gian theo dõi (15 phút). Bảng 3 thể hiện các giá trị thời gian quan sát ngày 21/9/2021.

Tổng hợp dữ liệu nhân lực của tất cả các ngày thi công, sẽ được các giá trị thời gian của các công tác đào/vận chuyển, vận chuyển/lắp đặt móng và vận chuyển/san lấp nền từ ngày 20/9/2021 đến ngày 7/10/2021 như trong Bảng 4.

Khung VSM đề xuất được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Xác định nhu cầu của khách hàng.

Chủ đầu tư cần dự án được hoàn thành trong phạm vi ngân sách của dự án với chi phí thấp nhất có thể, đúng thời hạn và theo thiết kế. Nhu cầu của khách hàng có thể đạt được bằng cách vận chuyển vật liệu đào và đặt móng cũng như vật liệu đắp nền theo năng suất ước tính để duy trì tiến độ dự án cơ bản cũng như tránh vượt quá chi phí. Nhóm kiểm soát chất lượng sẽ giám sát các hoạt động đặt móng và lấp đầy để đảm bảo đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng.

Bảng 3. Bảng quan sát thời gian của các hoạt động trên công trường ngày 21/9/2021.

STT	Họ và tên	Nhóm/Tổ	Tổng thời gian theo giới (tính công) (giờ)	Tổng thời gian thiết lập (giờ)	Tổng thời gian dừng (giờ)	Tổng thời gian có giá trị gia tăng (giờ)	Tổng thời gian tạm dừng (giờ)
1	Nguyễn Minh Tuấn	Bóc bỏ lớp đất mặt	10	0.85	0.75	8.4	0
2	Nguyễn Văn Trai		10	0.7	0.95	8.35	0
3	Phạm Hữu Lợi		10	0.75	0.95	8.3	0
4	Trần Trọng Anh		10	1.1	1.25	7.65	0
5	Lê Xuân Tâm		10	1.2	0.75	8.05	0
6	Nguyễn Xuân Quý	Đội vận chuyển đất mặt	10	1.25	0.8	7.95	0
7	Phạm Công Thành		10	1.25	0.7	8.05	0
8	Hồ Bá Nguyên		10	1.25	0.75	8	0
9	Nguyễn Hữu Đức		10	1.25	0.6	8.15	0
10	Lê Tuấn Anh	Đội tháo dỡ/bóc bỏ VL không phù hợp	10	1.25	0.75	8	0
11	Nguyễn Ngọc Anh		10	1.5	0.75	7.75	0
12	Huỳnh Minh Công		10	1.45	0.6	7.95	0
13	Lê Văn Lương		10	1.45	0.5	8.05	0
14	Trần Văn Khôi	Đội vận chuyển VL không phù hợp	10	1.4	0.5	8.1	0
15	Nguyễn Xuân Sơn		10	1.25	0.2	8.55	0
16	Chu Văn Nhân		10	1.20	0.6	8.2	0
17	Trần Bá Vận		10	1.25	0.8	7.95	0
18	Huỳnh Anh Minh		10	1.20	0.7	8.1	0

Bảng 4. Bảng tổng hợp các giá trị thời gian của các công tác tại khu vực Zone 1.

Khu vực	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Công tác	Quy mô tổ đội (người)	Thời gian chờ đợi (ngày)	Thời gian sản xuất LT (ngày)	Tổng giờ công thực tế (giờ)
1-Nhà xưởng chính Zone 1	20/9/2021	7/10/2021	Công tác chuẩn bị				
			↓		0.5		
			Bóc bỏ lớp đất mặt và chất thải	5.0	0.5	2.0	150.0
			Vận chuyển lớp đất mặt tới bãi thải.	5.0	0.0	2.5	150.0
			↓		0.5		
			Bóc bỏ/tháo dỡ vật liệu không phù hợp	4.0	1.3	3.2	200.0
			Vận chuyển vật liệu không phù hợp tới bãi thải.	5.0	0.0	4.5	250.0
			↓		0.5		
			Đào hố móng cột nhà xưởng	4.0	1.5	2.0	160.0
			Vận chuyển và đặt móng BTCT đúc sẵn.	4.0	0.0	3.5	160.0
			↓		2.5		
			Chất đá dăm (0x4) lên xe từ bãi trữ	2.0	0.0	6.5	180.0
			Vận chuyển đá dăm (0x4) tới công trình	6.0	2.5	4.0	540.0
San lấp nền và đầm chặt đá dăm đạt độ chặt tiêu chuẩn $k \geq 95\%$	6.0	4.0	2.5	540.0			

Bước 2: Xác định quy trình.

Các hoạt động và nguồn lực như thiết bị, quy mô đội ngũ và năng suất sản xuất được xác định bằng cách sử dụng quy trình và kế

hoạch thực hiện xây dựng của dự án. Sau đây là trình tự các hoạt động: (1) dự án bắt đầu với các hoạt động huy động, (2) khảo sát địa hình để xác định giới hạn khu vực thi công và tọa độ hiện có, (3) bóc và vận chuyển lớp đất mặt, cắt và vận chuyển vật liệu không phù

hợp, (4) đào móng và vận chuyển lấp đặt móng BTCT đúc sẵn, (5) vận chuyển và đặt lu lên đá dăm, (6) và cuối cùng là khảo sát nghiệm thu vật liệu đã đặt và rút quân sang khu thi công khu vực tiếp theo.

Bước 3: Chọn Số liệu Quy trình.

Các chỉ số về quy trình được chọn để đo thời gian xử lý, thời gian chờ, thời gian sản xuất, Quy mô tổ đội và tổ đội, năng suất sản xuất, chi phí và số lượng cho mỗi hoạt động. Các thước đo quy trình này lập bản đồ kế hoạch thực hiện dự án cũng như có thể đo lường tiến độ của nó.

Thời gian sản xuất biểu thị thời lượng của các hoạt động có thể được tổng hợp để xác định thời lượng công việc tổng thể. Mặt khác, tên và quy mô của tổ đội cũng như lưu lượng cho thấy việc thực hiện công việc và cung cấp các số liệu có thể được so sánh với kế hoạch và ước tính ban đầu.

Bước 4: Phát triển VSM hiện tại

VSM hiện tại cho kế hoạch thực hiện dự án được phát triển như trong Hình 5.10. VSM là một công cụ trực quan cho kế hoạch thực hiện dự án. Nó cho thấy lịch trình dự án, năng suất, đội ngũ và quy mô, chi phí và con đường quan trọng của họ, tạo điều kiện thuận lợi cho việc trao đổi kế hoạch với toàn bộ nhóm dự án.

Dự án được chia thành ba giai đoạn: (1) khai thác/vận chuyển, (2) đào/vận chuyển, và (3) vận chuyển/đặt (trải đá dăm). Các hoạt động của mỗi hoạt động nên được hoàn thành đồng thời. VSM cho thấy vận chuyển đất mặt và các vật liệu không phù hợp cũng như chất tải dăm sỏi là những hoạt động quan trọng của dự án. Các hoạt động này không có thời gian trôi nổi. Đường găng là tập hợp các hoạt động xác định thời gian sản xuất của dự án tổng thể [10].

Bước 5 & 6: Phân loại các hoạt động để xác định và loại bỏ phí phạm Chờ đợi là sự lãng phí lớn trong quá trình này và có thể được phân thành hai loại: đội chờ bắt đầu công việc và công việc chờ thực hiện. Tổng thời gian chờ giữa ba giai đoạn của dự án là 5,1 ngày như trong Hình 7, đây là công việc đang chờ thực hiện. Mặt khác, thời gian chờ đợi trong các giai đoạn của dự án lần lượt là 0,5; 0,5; 0,5 và 2,5 ngày đối với các hoạt động bốc & vận chuyển, đào & vận chuyển, đào móng & vận chuyển lấp đặt móng đúc sẵn, và vận chuyển & xếp đá dăm tương ứng. Thời gian chờ đợi này được phân loại là thời gian chờ đợi của công nhân để bắt đầu công việc do sự biến động của năng suất và khối lượng công việc giữa các nhóm làm việc dẫn đến thời gian ngừng hoạt động.

Bước 7: Xác định và loại bỏ các ràng buộc để tăng quy trình làm việc VSM cho thấy các đội vận chuyển có nhiều giờ công nhất. Do đó, việc tăng hiệu quả của các nhóm vận chuyển và giảm thời gian chờ đợi của họ có thể làm giảm chi phí và thời gian tổng thể của dự án.

Trong các hoạt động bốc tách và vận chuyển, năng suất xếp hàng cao hơn vận chuyển, do đó, hiệu quả quy trình có thể được cải thiện bằng cách san bằng khối lượng công việc giữa các hoạt động này

thông qua việc thu hẹp khoảng cách giữa các hoạt động sản xuất của chúng.

Mặt khác, một xe tải 20T có thể được thêm vào để vận chuyển vật liệu không phù hợp và tổ đội vận chuyển lớp đất mặt để tăng năng suất của họ từ 34 m³/giờ lên 41 m³/giờ, làm giảm tổng thời gian chờ đợi cho các hoạt động này là 0,7 ngày.

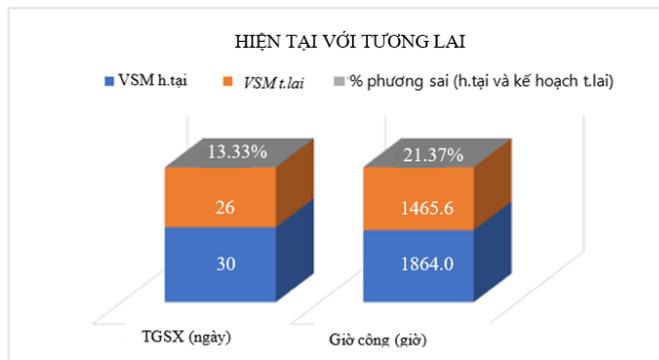
Tuy nhiên, trong đội vận chuyển đá dăm, năng suất của đội vận chuyển cao hơn đội bốc xếp, dẫn đến thời gian chờ đợi của đội vận chuyển là 2,5 ngày.

Bằng cách giảm số lượng xe tải cho đội vận chuyển đá dăm từ 6 xuống 5 xe tải, năng suất giảm từ 49 m³/giờ xuống 41 m³/giờ, dẫn đến việc vận chuyển đá dăm là một hoạt động quan trọng. Điều này làm giảm chi phí tổng thể của dự án vì đội vận chuyển có chi phí hàng giờ cao nhất.

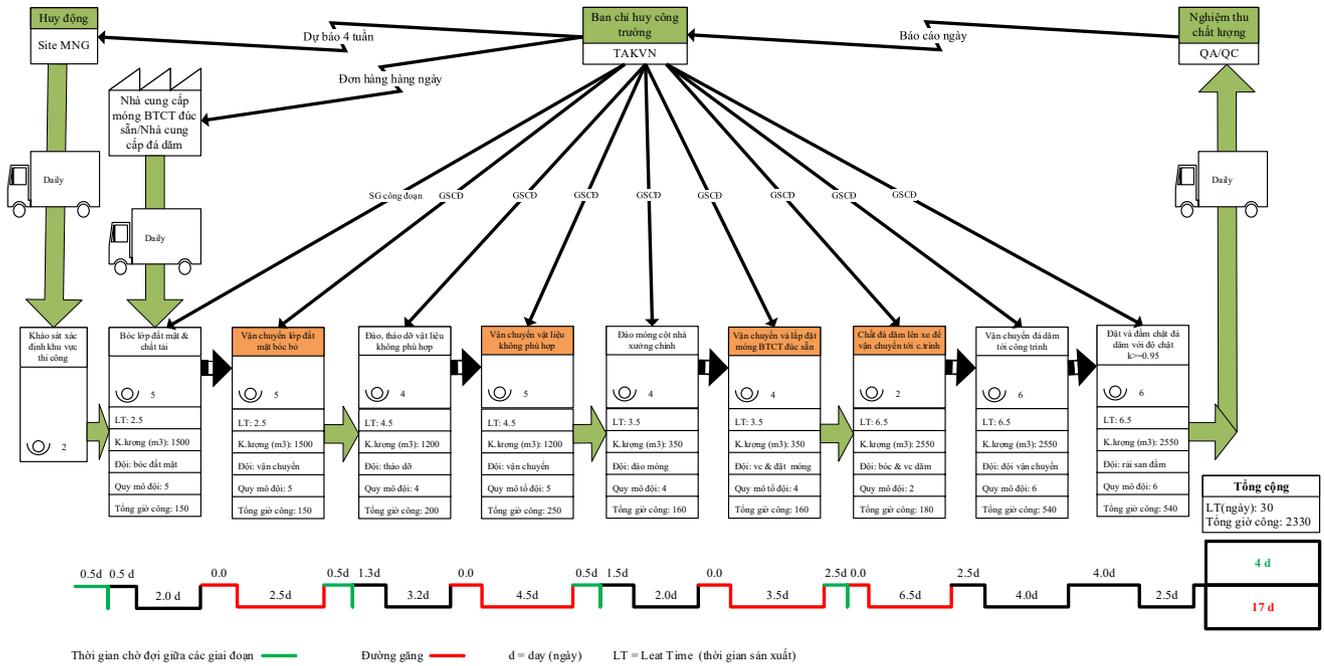
Bước 8: Tạo VSM “có kế hoạch” trong tương lai

Bản đồ trạng thái trong tương lai được phát triển như trong Hình 8. Thời gian chờ giữa các giai đoạn được loại bỏ và kế hoạch san lấp móng tài nguyên đã phát triển ở bước 7 được thực hiện. Thời gian thực hiện dự án và kinh phí thực hiện giảm lần lượt 20,4 % và 12,5 % như trong Hình 7. Đây là một cải tiến tương đối đáng kể đối với kế hoạch thực hiện. Trong các kế hoạch VSM trong tương lai, chỉ các hoạt động vận chuyển đang trên con đường quan trọng của dự án như được trình bày trong Hình 8.

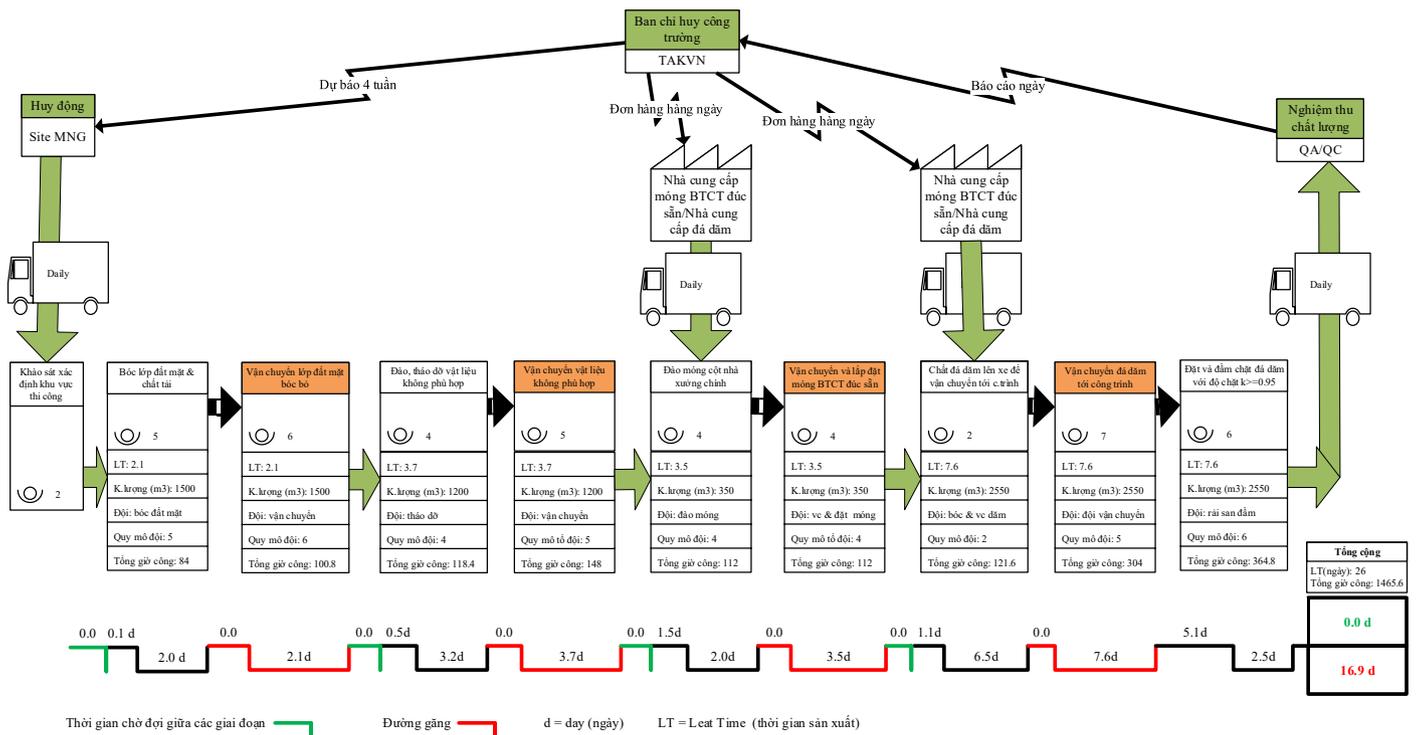
Bản đồ trạng thái trong tương lai được phát triển như trong Hình 9. Thời gian chờ giữa các giai đoạn được loại bỏ và kế hoạch san lấp mặt bằng tài nguyên đã phát triển ở bước 7 được thực hiện. Thời gian thực hiện dự án và kinh phí thực hiện lần lượt giảm 21,37 % và 13,33 % như trong Hình 7. Đây là một cải tiến tương đối đáng kể đối với kế hoạch thực hiện. Trong các kế hoạch VSM trong tương lai, chỉ các hoạt động vận chuyển đang trên đường găng của dự án như được trình bày trong Hình 8.



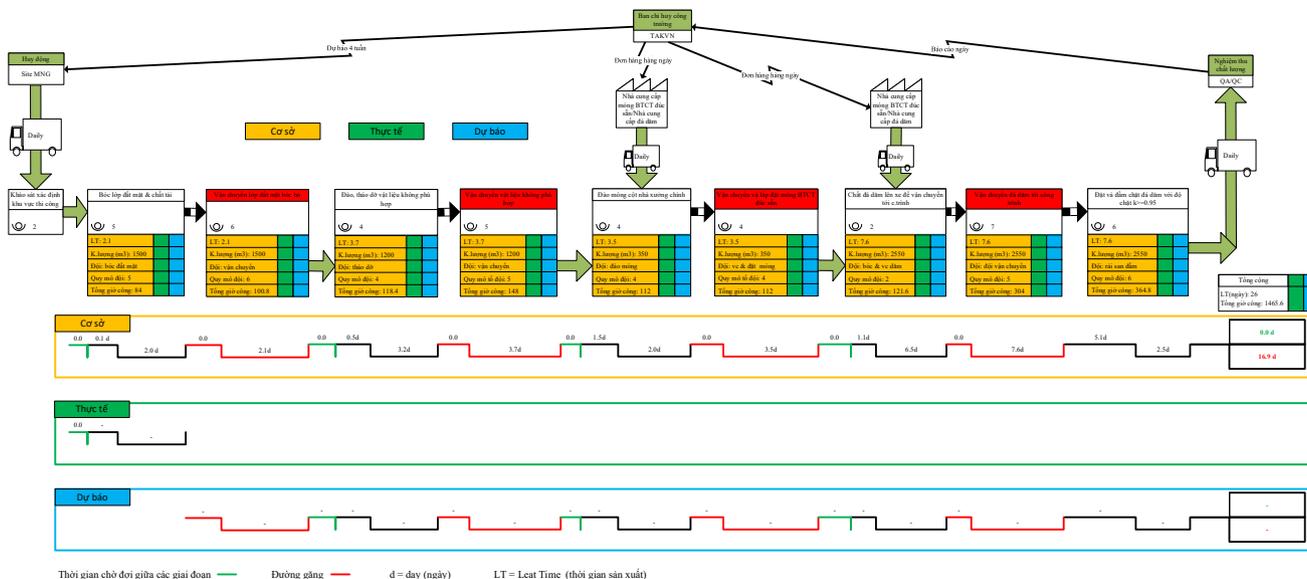
Hình 6. Kết quả kế hoạch tương lai với hiện tại.



Hình 7. VSM kế hoạch hiện tại.



Hình 8. VSM kế hoạch tương lai.



Hình 9. VSM kế hoạch - VSM thực tế - VSM dự báo.

Bước 9: Theo dõi VSM trong tương lai

VSM đã lên kế hoạch trong tương lai có thể được giám sát trong giai đoạn thực hiện dự án và các chỉ số quy trình như năng suất có thể được thực hiện cho các hoạt động đã hoàn thành để so sánh hiệu suất thực tế với kế hoạch cơ sở. Điều này cho phép nhóm dự án theo dõi hiệu suất và đảm bảo công việc đang tiến triển theo kế hoạch. Hơn nữa, kế hoạch dự án có thể được tối ưu hóa (nếu cần) dựa trên bất kỳ điều kiện địa điểm không lường trước được trong giai đoạn lập kế hoạch. Minh chứng cho một VSM cập nhật được thể hiện trong Hình 9. Một mẫu để giám sát VSM được lập kế hoạch trong tương lai được phát triển có thể được sử dụng để theo dõi tiến độ, so sánh với kế hoạch cơ sở và dự báo những kế hoạch trong tương lai như thể hiện trong Hình 9.

4. Kết luận:

Nghiên cứu điển hình trên trình bày cách áp dụng cấu trúc khung bản đồ chuỗi giá trị cho công tác đào đắp nền. VSM là một kỹ thuật tương đối dễ tiếp cận nhưng rất hiệu quả. Các thông tin về sản xuất được thể hiện trực quan, hệ thống trên sơ đồ dòng giá trị. Bằng kết cấu khung đơn giản, các điểm hao phí trong dòng giá trị được thể hiện rõ. Dựa vào VSM hiện tại và các kiến thức về sản xuất tinh gọn, VSM tương lai được xây dựng với mục đích triệt tiêu các phí phạm hoặc giảm thiểu chúng, làm cho dòng sản xuất liên tục hơn. Đóng góp chính yếu của nghiên cứu là đã cung cấp cho các nhà thầu xây dựng công cụ hỗ trợ xác định tình trạng thi công của dự án trực quan và kiến nghị những cải tiến cần thiết để nâng cao năng suất, giảm thiểu phí phạm trong quá trình thi công. Dựa vào mô hình này các nhà thầu có thể đưa ra những quyết định sáng suốt hơn, có cơ sở hơn thay vì dựa trên quyết định mang tính chủ quan, theo kinh nghiệm. Từ đó, chi phí của dự án sẽ giảm về nhân công cũng như vật liệu, năng lượng. Việc áp dụng VSM không chỉ có nghĩa ở một dự án xây dựng, mà còn có thể cải tiến cho cả một công ty xây dựng.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. D. X. Sang and L. Đ. Long, "Nghiên cứu xác định phí phạm (Wastes) trong giai đoạn thi công nhà thép công nghiệp bằng phương thức thực hiện dự án thiết kế-thi công (Design-build)," *Người Xây Dựng*, 2022.
- [2]. N. N. Phong, H. T. P. Dung, H. T. Giang, and N. V. Hường, "Ứng dụng VSM tinh gọn quy trình sản xuất - Trường hợp nghiên cứu tại nhà máy TADL," *Ind. Syst. Eng. Manag.*, 2020.
- [3]. N. N. T. Nhiên, N. T. T. Nhi, and V. T. T. B. Châu, "Áp dụng sơ đồ chuỗi giá trị (VSM) tại dây chuyền sản xuất tôm," *Tạp chí khoa học và công nghệ đại học Đà Nẵng*, vol. 1, no. 5(126).2018, pp. 99–114, 2018.
- [4]. P. Q. Thanh and N. T. Quân, "Phân tích phương thức thực hiện dự án 'thiết kế - xây dựng' trong điều kiện Việt Nam," *Tạp chí Kinh tế Xây dựng*, vol. Bộ Xây dựng, pp. 1–10, 2014.
- [5]. N. Q. Luyện, "Nghiên cứu và ứng dụng sơ đồ dòng giá trị (VSM) tại dây chuyền sản xuất bộ thu RC-2300 công ty SONION Việt Nam," 2010.
- [6]. L. R. Espinoza, R. F. Herrera, and X. Brioso, "Use of Value Stream Mapping in a Case Study in Basement Construction," *Proc. 29th Annu. Conf. Int. Gr. Lean Constr.*, pp. 995–1004, 2021, doi: 10.24928/2021/0189.
- [7]. P. V. Ramani and L. K. L. KSD, "Application of lean in construction using value stream mapping," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 28, no. 1, pp. 216–228, 2021, doi: 10.1108/ECAM-12-2018-0572.
- [8]. M. Gunduz and A. F. Naser, "Cost based Value Stream Mapping as a sustainable construction tool for underground pipeline construction projects," *Sustain.*, vol. 9, no. 12, 2017, doi: 10.3390/su9122184.
- [9]. M. Abdelghani, "Toward a Generalized Value Stream Mapping and Domain Ontology to Support the Enabling of Industry 4.0 in Construction," 2017.
- [10]. A. De Meyer, C. Loch, and M. Pich, "Managing Project Uncertainty: From Variation to Chaos," *Eng. Manag. Rev. IEEE*, vol. 43, p. 91, 2002, doi: 10.1109/EMR.2002.1032403.

Hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị trên địa bàn tỉnh Tiền Giang

Nguyễn Thanh Phước¹, Lê Hoài Long²

¹ Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Đại học Mở TP.Hồ Chí Minh

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

TỪ KHOÁ

Hồ sơ
Quy trình
Hệ thống hóa
Tiền Giang

TÓM TẮT

Lập và quản lý hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị đóng vai trò quan trọng trong công tác quản lý các dự án phát triển đô thị. Vì vậy công tác lập và quản lý hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị phải thật sự là một công việc chuyên nghiệp. Để làm được điều này, chúng ta cần phải đánh giá toàn diện để đưa ra các giải pháp thích hợp. Khi đó việc hệ thống hóa một quy trình lập hồ sơ đề xuất từ khi bắt đầu xin chấp thuận chủ trương của cấp có thẩm quyền đến khi được phê duyệt, làm căn cứ quản lý là rất cần thiết. Nghiên cứu giúp cán bộ quản lý Nhà nước có một cái nhìn khái quát, đầy đủ đối với quy trình lập và thực hiện quản lý, nâng cao hiệu quả trong công việc cũng như chất lượng hồ sơ nhằm để đề xuất các khu vực phát triển trong đô thị trên tỉnh Tiền Giang.

KEYWORDS

Documentation
Process
Systematization
Tien Giang

ABSTRACT

Preparation and management of urban development area proposals play an important role in urban development projects. It should be a professional job. To do this, we need a comprehensive assessment to come up with appropriate solutions. At that time, it is necessary to systematize the process to make a proposal dossier from applying for approval of the policy of the competent authority to approving, serving as a basis for management. The study helps the practitioners have an overview of the process of management planning and implementation. It could help improve the work efficiency and the quality of the dossier to propose development areas for urban development in Tien Giang province.

1. Giới thiệu

Với mục tiêu cụ thể hóa các quy hoạch chung tại khu vực tỉnh Tiền Giang đã được phê duyệt, công tác lập hồ sơ về đề xuất các khu vực phát triển (KVPT) đô thị đóng vai trò khởi đầu đối với việc phát triển đô thị (PTĐT) của tỉnh Tiền Giang. Lập Hồ sơ để đề xuất các KVPT đô thị nhằm huy động các nguồn lực để thực hiện đầu tư, tập trung xây dựng phát triển đô thị, đảm bảo nâng cao chất lượng, hình ảnh kiến trúc cảnh quan đô thị một cách hiện đại, văn minh, bền vững và gìn giữ những giá trị được xem là tinh hoa, bản sắc văn hóa của từng đô thị. Thực hiện xây dựng các lộ trình, kế hoạch phát triển mạng lưới đô thị và phát huy những thế mạnh có sẵn phù hợp với Quy hoạch chung được duyệt. Khai thác, sử dụng hiệu quả, tiết kiệm các nguồn lực tạo ra môi trường sống chất lượng tốt cho cư dân đô thị, đảm bảo lợi ích cộng đồng. Bố trí nguồn lực cho thực hiện đầu tư góp phần nâng cao cho sự phát triển đô thị, xác định lộ trình và chiến lược cụ thể nhằm đảm bảo sự phù hợp cùng với các chương trình, kế hoạch, mục tiêu phát triển đã đề ra theo hướng bền vững. Làm căn cứ để giao đất, thu hồi đất, cho thuê đất, chuyển đổi mục đích sử dụng đất và làm cơ sở khoa học và thực tiễn cho điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất, xây dựng kế hoạch sử dụng đất hàng năm của các địa phương trên địa bàn tỉnh Tiền Giang; đồng thời xác định các mục

tiêu sử dụng đất nhằm đáp ứng nhu cầu chuyển đổi kinh tế, cơ cấu sản xuất được chuyển đổi của các ngành, nhu cầu PTĐT, đất ở, đất chuyên dùng trong KVPT đô thị. Làm cơ sở để quản lý quy hoạch xây dựng và phát triển đô thị về sử dụng đất đai, không gian kiến trúc cảnh quan, cơ sở hạ tầng, tạo lập môi trường sống thích hợp, kết hợp hài hòa giữa các chức năng sản xuất công nghiệp, dịch vụ, bảo vệ môi trường và đảm bảo an ninh quốc phòng. Làm cơ sở để triển khai các dự án đầu tư và thực hiện đầu tư theo quy hoạch được phê duyệt.

Như vậy, xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị đóng vai trò rất quan trọng trong việc phát triển kinh tế - xã hội, nâng tỷ lệ đô thị hóa của mỗi địa phương cũng như cả nước. Việc xây dựng, phân tích với nội dung “Hệ thống hóa quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị trên địa bàn tỉnh Tiền Giang” mong muốn góp một phần để giúp nâng cao việc quản lý các hồ sơ, cũng như đánh giá các hồ sơ được phù hợp như thế nào theo từng giai đoạn cụ thể trong quá trình xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị.

*Liên hệ tác giả: thanhphuocnguyen859@gmail.com

Nhận ngày 19/01/2021, sửa xong ngày 21/03/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.314>

2. Tổng quan

2.1. Các khái niệm

2.1.1. Định nghĩa về quy trình

Quy trình là cách thức cụ thể để tiến hành một hoạt động hay một quá trình. Quy trình xác định đầu vào, đầu ra của quá trình và cách thức để biến đầu vào thành đầu ra bao gồm việc gì cần phải làm, ai làm, làm lúc nào, ở đâu và như thế nào. Quy trình có thể được lập thành văn bản hoặc không (theo ISO 9000 - Các khái niệm cơ bản). Cũng có thể hiểu, quy trình là phương pháp được thiết lập để hoàn thành một nhiệm vụ, thường là với các bước được thực hiện theo một thứ tự nhất định. Đặc điểm của một quy trình là:

- + Các quy trình thường không thay đổi và được thực hiện theo một thứ tự nhất định để có thể tạo ra kết quả cuối cùng được chuẩn hóa và nhất quán.
- + Các đặc điểm của một quy trình rõ ràng là thực tế, ngắn gọn, cụ thể, mang tính hướng dẫn và chính xác.

2.1.2. Định nghĩa về khu vực phát triển đô thị

Khu vực phát triển đô thị là một khu vực được xác định để đầu tư phát triển đô thị trong một giai đoạn nhất định khu vực phát triển đô thị bao gồm: khu vực phát triển đô thị mới, khu vực phát triển đô thị mở rộng, khu vực cải tạo, khu vực bảo tồn, khu vực tái thiết đô thị, khu vực có chức năng chuyên biệt (Điều 2, Nghị định số 11/2013/NĐ-CP của Chính phủ về quản lý đầu tư phát triển đô thị). Như vậy hồ sơ nhằm để đề xuất các khu vực phát triển trong đô thị không phải là đồ án quy hoạch chung mà là hồ sơ cụ thể hóa đồ án quy hoạch chung đã được phê duyệt, đề xuất các dự án để đầu tư phát triển đô thị theo đúng định hướng đã quy hoạch.

2.2. Một số các nghiên cứu trước

Phạm Thị Hoài Thu (2016) đã nghiên cứu, phân tích và chuẩn hóa một quy trình tổ chức lập và thực hiện quản lý các hồ sơ chất lượng (HSCL) trong giai đoạn thi công các công trình xây dựng hoàn chỉnh từ khi bắt đầu giai đoạn thi công sau khi hoàn tất Hợp đồng đến khi công trình được kiểm tra và được bàn giao để sử dụng.[1]

Lê Đức Anh (2020) xây dựng được thư viện thành phần rủi ro thường gặp trong các dự án cao tầng. Tác giả sử dụng công cụ là bảng câu hỏi để xác định các nhân tố rủi ro trong thư viện sau khi tổng quan các nhân tố rủi ro từ những kết quả trước đây. Sau khi có thư viện nhân tố rủi ro, thực hiện quy trình đánh giá sự kiện rủi ro.[2]

Trần Huy Thành (2017) thực hiện nghiên cứu Việc định nghĩa quy mô dự án với mục đích là để mang đến các thông tin một cách cần thiết và đầy đủ, để xác định được các khối lượng cần phải được thực hiện và những khối lượng này sẽ gây ảnh hưởng đến hiệu quả của dự án.[3]

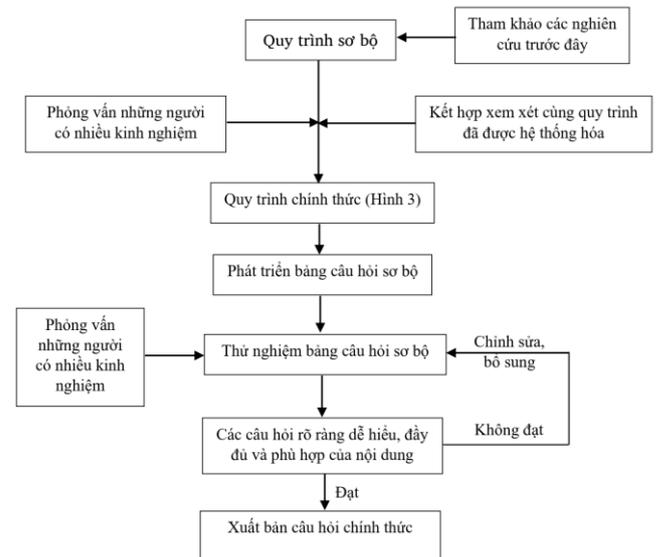
Thiết kế-thi công được xem là phương thức thực hiện dự án hiệu quả và trở nên phổ biến trên thế giới trong những năm gần đây. Tuy nhiên, ở Việt Nam việc áp dụng phương thức này vẫn còn gặp rất nhiều khó khăn, đặc biệt là vấn đề quản lý tiến độ, chi phí và

chất lượng của các dự án tổng thầu thiết kế-thi công. Bởi vì những người thực hiện vẫn còn chưa quen và chưa có nhiều kinh nghiệm với phương thức này. Vì vậy, việc xác định được các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến thành công của dự án sẽ là thông tin vô cùng hữu ích cho những người tham gia thực hiện dự án ở Việt Nam. Năm 2011, Nguyễn Ngọc Châu đã nghiên cứu “Các yếu tố thành công của các dự án được thực hiện theo phương thức thiết kế-thi công ở khu vực phía Nam” với những mục tiêu cụ thể “Xác định các yếu tố không thể thiếu có tương quan đáng kể đối với sản phẩm thực hiện của các dự án tổng thầu thiết kế-thi công ở Việt Nam. Đề ra một số chiến lược để quản lý và thực hiện các dự án này tốt hơn. Đề xuất một số hướng nghiên cứu khác liên quan đến chủ đề thành công của dự án và phương thức thực hiện dự án thiết kế-thi công.[4]

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Quy trình nghiên cứu

Hình 1 thể hiện lộ trình mà nghiên cứu hướng đến. Việc hệ thống hóa thành quy trình lập hồ sơ đề xuất được thực hiện trước. Sau khi đã hệ thống hóa (Hình 3), quy trình được đánh giá bởi các bên có tham gia vào quá trình lập hồ sơ này. Việc đánh giá được triển khai thông qua một cuộc khảo sát bằng bảng câu hỏi. Trong nội dung bài báo này không trình bày chi tiết về việc hệ thống hóa quy trình và cũng như là các bước của quy trình. Độc giả có quan tâm sẽ được cung cấp các kết quả này bằng cách liên lạc qua địa chỉ các tác giả.

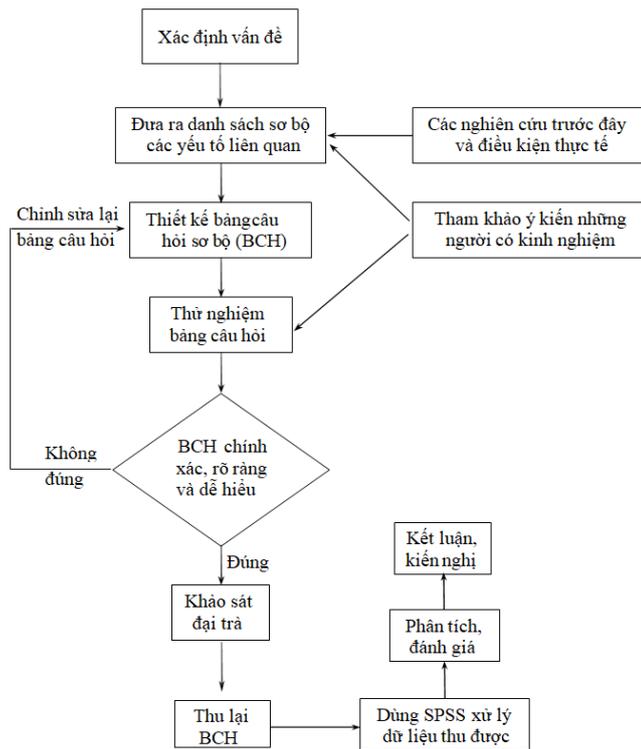


Hình 1. Sơ đồ mô hình nghiên cứu.

3.2. Thiết kế bảng câu hỏi

Việc thu thập dữ liệu được thực hiện thông qua việc sử dụng bảng câu hỏi khảo sát. Thuận lợi của việc thu thập dữ liệu bằng bảng câu hỏi khảo sát là có được thông tin từ một số lượng lớn người tham gia, thực hiện dễ dàng cho mọi đối tượng, giúp làm rõ vấn đề nhanh chóng, và có thể thu thập dữ liệu cần thiết từ nhiều cơ quan hay đơn vị khác nhau trong thời gian ngắn.

Bảng câu hỏi khảo sát là một trong những công cụ hiệu quả dùng để thu thập thông tin phản hồi từ các bên tham gia trong dự án. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu lại phụ thuộc rất nhiều vào dữ liệu và thông tin thu được thông qua việc sử dụng bảng câu hỏi. Vì vậy, việc thiết kế bảng câu hỏi và phương pháp tiếp cận các đối tượng tham gia khảo sát là những vấn đề được quan tâm nhiều trong nghiên cứu nhằm đảm bảo được tính khách quan, độ tin cậy và sự chính xác của dữ liệu thu được.



Hình 2. Sơ đồ thiết kế bảng câu hỏi đánh giá kết quả quy trình được hệ thống hóa.

- Phần thứ nhất

- + Sơ lược về nội dung khảo sát để những đối tượng được khảo sát hiểu được những nội dung và nguyên nhân, điều kiện cần phải có nghiên cứu trong bảng khảo sát.
- + Đối với câu hỏi chọn lựa là một thì nội dung hỏi về lĩnh vực nghề nghiệp đang làm hay lĩnh vực nghề nghiệp mà họ đã từng làm của các đối tượng tham gia khảo sát;...
- + Đối với câu hỏi chọn lựa có nội dung dữ liệu trong một khoảng để khảo sát đối với số thâm niên công tác của đối tượng được khảo sát.

- Phần thứ hai (chính): Đề mục này với mục tiêu là khảo sát mức độ đánh giá của đối tượng được mời khảo sát về nhận định ưu điểm hiệu quả quy trình lập hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị đã được hệ thống hóa. Dạng câu phỏng vấn với dạng thang đo Likert có 5 mức cho đối tượng khảo sát xác định, bình luận về các vấn đề ảnh hưởng đến chất lượng hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị có ảnh hưởng mức độ như thế nào.

Để đánh giá được sự liên quan của những yếu tố đối với chất lượng của hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị, những đối tượng được tác giả đề nghị khảo sát sẽ được đề xuất đánh giá sự xem xét chấp nhận của mình đối với những vấn đề sẽ mang lại thành công cho dự án theo các khoảng đánh giá với 5 cấp độ từ 1 đến 5 (từ “Không hiệu quả” đến “Rất hiệu quả”) cho các câu hỏi trình bày trong Bảng 1.

Những đối tượng được tác giả đề nghị khảo sát cũng được đề nghị bổ sung, kiến nghị vào những yếu tố đối với họ nhận thấy rằng cần xem xét thêm. Mặc dù vậy, các yếu tố được kiến nghị xem xét thêm này sẽ không ảnh hưởng đáng kể.

Quá trình thiết kế bảng câu hỏi thể hiện qua sơ đồ Hình 2:

Bảng 1. Tổng hợp các chỉ tiêu đánh giá quy trình được hệ thống hóa

Biến	Nội dung
1.	Đánh giá việc hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển như thế nào?
2.	Đánh giá việc cấu trúc thành phần hồ sơ lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển như thế nào?
3.	Đánh giá hiệu quả Hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị sau khi được phê duyệt
4.	Việc đề xuất các dự án trong Hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị sau khi được phê duyệt
5.	Việc phân chia các giai đoạn trong việc hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị như thế nào?
6.	Việc áp dụng quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị sau khi được hệ thống hóa
7.	Việc tra cứu, kiểm soát hồ sơ lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị sau khi được cấu trúc theo quy trình lập đã được hệ thống hóa
8.	Việc hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị làm tiền đề triển khai trên hệ thống số hóa điện tử
9.	Đảm bảo đầy đủ thủ tục theo quy định trong quá trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị làm tiền đề triển khai trên hệ thống số hóa điện tử
10.	Giám sát, phát hiện những sai sót trong quá trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị
11.	Đảm bảo giám sát tiến độ của Chủ đầu tư đối với đơn vị tư vấn lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị
12.	Giảm thiểu việc thiếu sót các văn bản pháp lý trong quá trình lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị
13.	Lưu trữ, cập nhật hồ sơ theo từng giai đoạn lập hồ sơ đề xuất khu vực phát triển đô thị

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Kết quả thu thập dữ liệu

Trong tổng số 110 người phỏng vấn có 22 người lĩnh vực nghề nghiệp xây dựng chiếm tỷ lệ 20 %, có 33 người lĩnh vực nghề nghiệp quy hoạch – kiến trúc chiếm tỷ lệ 30 %, có 13 người lĩnh vực nghề nghiệp kinh doanh chiếm tỷ lệ 11,8 %, có 29 người lĩnh vực nghề nghiệp phát triển đô thị chiếm tỷ lệ 26,4 %, có 13 người lĩnh vực nghề nghiệp khác chiếm tỷ lệ 11,8 %. Việc xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị liên quan đến nhiều nghiên cứu, công việc liên quan đến các ngành phát triển đô thị, quy hoạch và xây dựng; Sau khi tổng hợp, kiểm tra những phiếu khảo sát của 110 người có sự tập trung ở các đối tượng thuộc 3 ngành trên nên đây là điều thuận lợi, có khả năng thuận lợi, chính xác và tin tưởng được cho nghiên cứu.

Các cá nhân được tác giả lấy ý kiến khảo sát trong nghiên cứu có số năm kinh nghiệm liên quan lĩnh vực khảo sát tương đối tin cậy. Có 10 người chiếm 9,1 % có kinh nghiệm trên 1-5 năm, có 44 người có kinh nghiệm từ 6-10 năm với tỷ lệ 40 %, có 26 người có kinh nghiệm từ 11-15 năm với tỷ lệ 23,6 %, có 30 người có kinh nghiệm trên 15 năm với tỷ lệ 27,3 %. Tỷ lệ các cá nhân có kinh nghiệm cao là rất tốt đảm bảo sự khách quan, độ chính xác, tin cậy của dữ liệu dùng để phân tích nghiên cứu.

Trong 110 người tham gia khảo sát của tác giả, có 20 người thuộc đối tượng Nhà đầu tư chiếm tỷ lệ 18,2 %, có 20 người thuộc đối tượng Chủ đầu tư chiếm tỷ lệ 18,2 %, có 30 người thuộc đối tượng Nhà thầu chiếm tỷ lệ 27,3 %, có 20 người thuộc đối tượng Nhà đầu tư chiếm tỷ lệ 18,2 %, có 40 người thuộc đối tượng Nhà nước chiếm tỷ lệ 36,4 %. Qua kết quả khảo sát, đối tượng Nhà nước chiếm tỷ lệ cao nhất, đây là tỷ lệ phù hợp, đảm bảo sự tin tưởng cho kết quả nghiên cứu của tác giả.

4.2. Kết quả kiểm định thang đo

Qua kết quả phân tích ta thấy thông số của các biến đáp ứng các điều kiện như sau: tất cả các biến đều có hệ số tương quan biến tổng >0,3. Cronbach's Alpha của các biến từ 0,980 – 0,982 đều >0,6. Kết quả này được đánh giá thuận lợi cho nghiên cứu.

4.3. Phân tích nhân tố khám phá

Thực hiện phân tích nhân tố theo Principal component với phép quay Varimax đối với các biến như Bảng 1 (gồm 13 biến):

Kết quả cho thấy 13 biến quan sát ban đầu được nhóm thành 1 nhóm. Giá trị tổng phương sai trích = 82,972 % > 50 % là đạt yêu cầu; khi đó có thể nói rằng 1 nhân tố này giải thích 82,972 % biến thiên của dữ liệu. Giá trị hệ số Eigenvalues của các nhân tố là 10,786 > 1. Đối với ma trận xoay khi phân tích EFA chỉ được một nhân tố duy nhất từ các biến quan sát đưa vào. Khi chúng ta muốn đánh giá tính đơn hướng của từng thang đo riêng lẻ, việc trích được

chỉ một nhân tố là điều tốt, thang đo được đảm bảo được tính đơn hướng, các biến hội tụ khá tốt. Lúc này, việc đọc kết quả sẽ dựa vào bảng ma trận chưa xoay.

Bảng 2. Kết quả phân tích nhân tố khám phá.

Component	Initial Eigenvalues			Squared Loadings's Extraction Sums		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	10.786	82.972	82.972	10.786	82.972	82.972
2	.717	5.513	88.484			
3	.417	3.204	91.689			
4	.267	2.052	93.741			
5	.234	1.797	95.538			
6	.150	1.151	96.689			
7	.131	1.006	97.695			
8	.119	.913	98.608			
9	.082	.633	99.241			
10	.049	.375	99.616			
11	.037	.285	99.901			
12	.009	.066	99.967			
13	.004	.033	100.000			

4.4. Phân tích tương quan xếp hạng Spearman

4.4.1. Đối tượng Nhà đầu tư (số lượng khảo sát 20 người)

Đối với đối tượng nhóm Nhà đầu tư được khảo sát đánh giá trên 13 yếu tố chung thì trật tự, thứ tự của 12/13 yếu tố có đều sự liên hệ với nhau, chỉ riêng ngoại trừ xuất hiện một trường hợp có hệ số sig là 0,094 > 0,005, cho thấy sự liên quan, ý nghĩa giữa của yếu tố này đối với các yếu tố còn lại là không có.

Như vậy, trên cơ sở 13 yếu tố đã được tác giả lấy ý kiến khảo sát của 20 người thuộc đối tượng nhóm Nhà đầu tư thì hầu như tất cả đều đồng ý, thống nhất với nội dung, cũng như trình tự của quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các khu vực phát triển đô thị đã được hệ thống hóa, nhóm đối tượng trên thống nhất được thứ bậc của của các yếu tố câu hỏi. Riêng một trường hợp nhóm đối tượng Nhà đầu tư (20 người) không có sự thống nhất chung về xếp thứ hạng, trong 20 người có những quan điểm khác nhau, có người cảm thấy yếu tố này quan trọng nhất, ảnh hưởng nhiều nhất, có người cảm thấy yếu tố này có tầm ảnh hưởng nhỏ, không quan trọng trong quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm để đề xuất các KVPT trong đô thị.

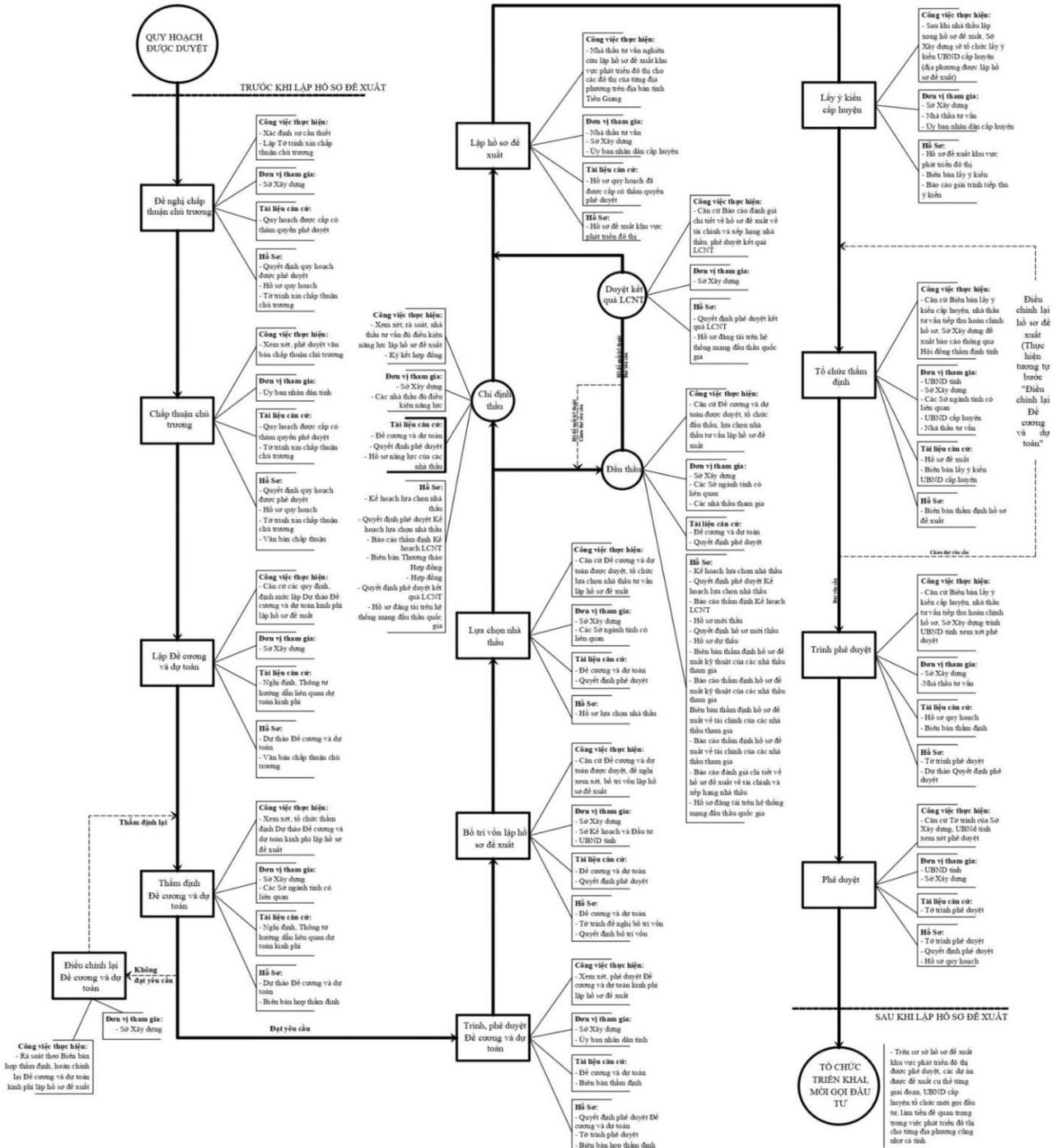
4.4.2. Đối tượng Chủ đầu tư (số lượng khảo sát 20 người)

Nhóm đối tượng Chủ đầu tư thì việc xếp các thứ hạng, trật tự của các yếu tố hầu hết có sự tương quan với nhau, các hệ số sig đều

có ý nghĩa phân tích khi có kết quả < 0,005; Tuy nhiên, trong phân tích tương hạng Spearman này tồn tại một số lưu ý như sau: Xuất hiện 3 cặp yếu tố có hệ số sig lần lượt là 0,041, 0,053, 0,017 > 0,005, điều này cho thấy rằng việc xếp hạng thứ bậc đối với 3 cặp yếu tố này được 20 người thuộc đối tượng Chủ đầu tư đánh giá chưa hoàn toàn giống nhau, nói cách khác là giữa chúng không có sự liên quan với nhau. Tuy vậy, việc khác biệt, hoàn toàn không liên quan

của các yếu tố này không quá lớn so với trên tổng các yếu tố còn lại được nhận định từ nhóm đối tượng Chủ đầu tư, kết quả vẫn cho thấy được quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm đề xuất các KVPT trong đô thị sau khi được hệ thống hóa là phù hợp, có tính khả thi cao.

4.4.3. Đối tượng Nhà thầu (số lượng khảo sát 30 người) và Nhà nước (số lượng khảo sát 40 người)



Hình 3. Quy trình lập hồ sơ đề xuất đã được hệ thống hóa.

Giữa 13 yếu tố hệ số tương quan giữa chúng rất cao theo chiều dương, hệ số sig đề < 0.005 nên toàn bộ các biến được khảo sát cùng mang ý nghĩa thống kê. Những người được khảo sát trong nhóm đối tượng Nhà thầu và nhóm đối tượng Nhà nước đều có nhận định, đánh giá xếp hạng các yếu tố như nhau theo từng phân nhóm của họ. Điều này có nghĩa những người trong cùng một nhóm có cùng quan điểm với nhau, thống nhất từng vấn đề theo một trật tự chung. Kết quả này mang ý nghĩa quan trọng, tác giả đã tránh được những xung đột khi lấy ý kiến, khảo sát của hai nhóm đối tượng này, tạo điều kiện thuận lợi cho việc hệ thống hóa quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm đề xuất các khu vực phát triển trong đô thị theo hướng thống nhất chung

4.5. Phân tích tương quan Pearson

Kết quả phân tích tương quan Pearson cho thấy rằng các biến đều có giá trị sig < 0,05 và hệ số tương quan gần tiến về 1; Điều này cho thấy rằng các biến có ý nghĩa thống kê và có mối tương quan mạnh với nhau. Đồng nghĩa là các vấn đề được đặt ra trong quá trình xây dựng các hồ sơ nhằm đề xuất các KVPT trong đô thị được liên kết chặt chẽ với nhau đem đến tích cực trong kết quả được khảo sát, đánh giá. Các đối tượng được khảo sát có những đánh giá nhận định các câu nghi vấn, những yếu tố có quan hệ gắn kết với nhau, chúng tạo nên một chuỗi đánh giá phù hợp cho công tác lập hồ sơ đề xuất. Kết quả phân tích tương quan có thể khẳng định 13 câu hỏi đặt ra cho các đối tượng khảo sát, đánh giá là cần thiết, quan trọng và nó phản ánh được những yêu cầu bắt buộc tồn tại trong quá trình lập hồ sơ đề xuất, từ những đặt vấn đề sự cần thiết hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ đề xuất đến sự nhận định hiệu quả mà công tác này mang lại cho từng đối tượng

5. Kết luận

Nghiên cứu giúp hỗ trợ người quản lý Nhà nước sẽ nhận định khái quát, đầy đủ về quá trình tổ chức lập, thực hiện quản lý các hồ sơ nhằm đề xuất các KVPT trong đô thị trên cơ sở hệ thống hóa quy trình lập hồ sơ trên, đi với nó cả một hệ thống hồ sơ thành phần đã được cấu trúc đầy đủ theo từng giai đoạn cụ thể. Người quản lý nhà nước chủ động bố trí nhân lực, phân phối được thời gian cụ thể để thực hiện hoàn chỉnh xây dựng các hồ sơ nhằm đề xuất các KVPT trong đô thị từ giai đoạn bắt đầu đến kết thúc.

Giám sát, đánh giá được chất lượng của hồ sơ liên quan sự ứng dụng thực hiện theo quy trình được hệ thống hóa như thế nào, từ đó nhận ra được những bất thường trong quá trình lập hồ sơ xuất hiện cụ thể trong giai đoạn nào ở suốt quá trình thực hiện. Từ đó người quản lý nghiên cứu, xác định những cách sửa chữa các tồn tại, tránh tình trạng ngưng hoạt động kéo dài, tác động lớn đến cả một quy trình.

Việc hệ thống hóa quy trình xây dựng các hồ sơ nhằm đề xuất các KVPT trong đô thị là một bước nền tảng cho việc số hóa trong thời gian tới, nội dung được xem xét công nhận sẽ là một chi tiết cụ

thể, thống nhất chung một hệ thống gồm toàn bộ các bước, các hồ sơ kèm theo đã được khảo sát, phân tích nhận xét, kiểm chứng có ích lợi nhất định, nên đây sẽ là nền tảng dữ liệu rất cần thiết, hữu hiệu cho người muốn thiết lập quy trình số hóa thông qua các ứng dụng kỹ thuật công nghệ thông tin.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Thị Hoài Thu, “Hệ thống hóa quy trình lập và quản lý hồ sơ chất lượng thi công xây dựng công trình,” Luận Văn thạc sỹ ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP HCM, 2016.
- [2] Lê Đức Anh, “Xây dựng quy trình chi tiết định lượng rủi ro lên mức độ biến động thời gian và chi phí dự án,” Luận Văn thạc sỹ ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP HCM, 2020.
- [3] Trần Huy Thành, “Đánh giá mức độ phù hợp của các yếu tố định nghĩa, quy mô của công cụ định nghĩa quy mô dự án tòa trong giai đoạn lập kế hoạch ban đầu dự án tại Việt Nam,” Luận Văn thạc sỹ ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP HCM, 2017.
- [4] Đặng Ngọc Châu, “Các yếu tố thành công của các dự án được thực hiện theo phương thức thiết kế-thi công ở khu vực phía Nam,” Luận Văn thạc sỹ ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP HCM, 2011.

Nhận diện các nhân tố gây rủi ro trong các điều khoản ký kết và thực hiện hợp đồng thi công xây dựng trong điều kiện ở Việt Nam

Lê Hữu Vy¹

¹ Khoa Kiến trúc - Xây dựng và Mỹ thuật ứng dụng, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

TỪ KHOÁ

Hợp đồng thi công xây dựng
Quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng
Nhân tố gây rủi ro

TÓM TẮT

Hợp đồng thi công xây dựng là công cụ giúp chủ đầu tư quản lý hoạt động của bên nhận thầu hay còn gọi là nhà thầu thi công. Giá trị ký kết trong hợp đồng thi công xây dựng chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng mức đầu tư xây dựng của một dự án. Một hợp đồng được thỏa thuận và thực hiện nghiêm túc sẽ mang lại nhiều hiệu quả kinh tế và uy tín cho cả hai bên. Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu nhằm nhận diện các rủi ro trong các nội dung ký kết và các yếu tố ảnh hưởng đến việc thực hiện hợp đồng. Từ đó, trên cơ sở quy định của văn bản pháp luật liên quan và bài học kinh nghiệm từ các dự án đã thực hiện ở Tp.HCM, thông qua các hợp đồng thi công xây dựng từ quy mô nhà ở riêng lẻ đến các dự án lớn để từ đó đề xuất nội dung cơ bản cho các điều khoản chính và các giải pháp đảm bảo cho việc thực hiện hợp đồng thi công xây dựng.

KEYWORDS

Construction contract
Management of construction contract performance
Risk factors

ABSTRACT

Construction contract is a method to help the client manage the activities of the contractors, which is known as the construction contractors. The capital investment signed in a construction contract is the biggest amount of the total construction investment of a project. A contract that is agreed upon and strictly implemented will bring many economic benefits and prestige to both parties. In this article, the author does research to identify the risks in the signing contents and the issues affecting the contract implementation. Since then, on the basis of the provisions of relevant legal documents and lessons learned from projects implemented in HCMC, through construction contracts ranging from individual houses to large projects from which to propose basic content for the main terms and solutions to ensure the implementation of construction contracts.

1. Đặt vấn đề

Hợp đồng thi công xây dựng là công cụ giúp chủ đầu tư quản lý hoạt động của bên nhận thầu hay còn gọi là nhà thầu thi công. Có thể thấy, công tác ký kết và quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng đóng vai trò chủ yếu nhất, quyết định đến kết quả đầu tư của dự án bởi nó chiếm tỷ trọng lớn nhất trong các hợp đồng mà chủ đầu tư ký kết với nhà thầu. Trên thế giới, công tác ký kết và quản lý hợp đồng cũng rất được coi trọng. Liên đoàn kỹ sư tư vấn quốc tế đã soạn thảo các mẫu hợp đồng FIDIC. Ở Việt Nam cũng đã tiếp cận đến vấn đề này thông qua rất nhiều quy định pháp luật hướng dẫn về thành lập, ký kết và quản lý thực hiện hợp đồng xây dựng nói chung và hợp đồng thi công xây dựng nói riêng. Bài báo này sử dụng các phương pháp nghiên cứu phân tích và tổng hợp lý thuyết, phân tích và tổng kết kinh nghiệm, so sánh..., trình bày một số vấn đề tổng quan về hợp đồng thi công xây dựng ở Việt Nam, xem xét nội dung quản lý thực hiện hợp đồng xây dựng và trình bày các nhân tố rủi ro khi ký kết và thực hiện hợp đồng thi công xây dựng trong điều kiện ở Việt Nam hiện nay.

2. Khái niệm và phân loại hợp đồng thi công xây dựng ở Việt Nam

2.1. Khái niệm

Theo Nghị định 37/2015 được sửa chữa bổ sung bởi Nghị định 50/2021 đã nêu rõ tại khoản 1 điều 2 như sau: “Hợp đồng xây dựng là hợp đồng dân sự được thỏa thuận bằng văn bản giữa bên giao thầu và bên nhận thầu để thực hiện một phần hay toàn bộ công việc trong hoạt động đầu tư xây dựng”. Ở đây, trong phạm vi nghiên cứu là hợp đồng thi công xây dựng thì bên giao thầu là chủ đầu tư, người đại diện chủ đầu tư và bên nhận thầu chính là nhà thầu thi công xây dựng, có thể là tổng thầu hoặc nhà thầu chính.

2.2. Phân loại hợp đồng thi công xây dựng

Căn cứ điều 3 Nghị định 37/2015 (điều chỉnh bổ sung theo Nghị định 50/2021) về việc phân loại hợp đồng xây dựng, về cơ bản chúng ta có thể phân loại hợp đồng thi công xây dựng như sau:

*Liên hệ tác giả: lhvy@ntt.edu.vn

Nhận ngày 25/01/2022, sửa xong ngày 21/04/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI:

Thứ nhất, theo giá hợp đồng: thì hợp đồng thi công xây dựng có hợp đồng trọn gói, hợp đồng theo đơn giá...

Thứ hai, theo mối quan hệ các bên tham gia hợp đồng: thì có hợp đồng thi công xây dựng có hợp đồng thầu chính, hợp đồng tổng thầu...

3. Nhận diện rủi ro khi ký kết và quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng

3.1. Nhận diện rủi ro về nội dung của hợp đồng thi công xây dựng

Về chủ thể ký hợp đồng: Một trong hai chủ thể ký kết hợp đồng không có chức năng liên quan đến phạm vi công việc mà họ ký kết. Ngành nghề xây dựng là ngành nghề có điều kiện, chủ thể tham gia trong vai trò nhà thầu thi công phải đáp ứng những yêu cầu của pháp luật, tổ chức phải có tư cách pháp nhân, có đăng ký ngành nghề và có chứng chỉ năng lực hoạt động xây dựng do Cục Quản lý hoạt động xây dựng cấp. Người đại diện ký kết phải có thẩm quyền ký kết hoặc được ủy quyền. Thực tế nhiều hợp đồng bị vô hiệu khi sai lầm về chủ thể. Chủ đầu tư đã thực hiện ký kết với nhà thầu không đáp ứng điều kiện về mặt chủ thể.

Về điều khoản phạm vi công việc: nhiều chủ đầu tư chưa có kinh nghiệm hoặc mới bắt đầu đầu tư thường chưa xây dựng một hệ thống kiểm soát dẫn đến việc các nhà thầu tự soạn hợp đồng với khối lượng công việc thiếu so với thực tế dẫn đến phát sinh khối lượng ngoài phạm vi công việc đã ký kết. Danh mục vật tư do nhà thầu liệt kê thường có ba đến bốn nhà sản xuất (thương hiệu) và bản chất về giá đối với từng nhà sản xuất không giống nhau, có khi rất chênh lệch về giá. Điều này gây thiệt hại cho chủ đầu tư.

Về điều khoản về tạm ứng, thanh toán: thông thường nhà thầu sẽ đặt yêu cầu tạm ứng cho việc chuẩn bị thi công, mức tạm ứng do hai bên thỏa thuận và tùy giá trị hợp đồng nhưng mức tối thiểu là 10% giá trị hợp đồng, do giá trị của hợp đồng thi công xây dựng lớn nên số tiền tạm ứng rất cao. Tuy nhiên nhiều chủ đầu tư không yêu cầu nhà thầu bất cứ biện pháp đảm bảo nào. Bên cạnh đó, việc quy định các đợt thanh toán chỉ đơn thuần xét về khối lượng đã thực hiện mà các chủ đầu tư nhất là các Chủ đầu tư tư nhân không gắn với điều kiện về chất lượng cùng với hồ sơ nghiệm thu và tiến độ hai bên đã thống nhất trong hợp đồng.

Về điều khoản quyền và nghĩa vụ của hai bên: điều khoản này thường rất chung chung, Chủ đầu tư và nhà thầu thường không cụ thể hóa điều khoản này, bởi quyền của bên này thì bên kia phải thực hiện nghĩa vụ, việc không phân tách rõ ràng quyền và nghĩa vụ của mỗi bên dễ dẫn đến tranh chấp giữa hai bên.

Về điều khoản bất khả kháng và miễn trừ trách nhiệm: đối với điều khoản này hợp đồng liệt kê rất nhiều các trường hợp bất khả kháng và để phòng ngừa thiếu sót trong hợp đồng thường thể hiện ở dấu ba chấm. Việc không giới hạn các trường hợp bất khả kháng dẫn đến hệ lụy khi xảy ra tranh chấp, bên chủ đầu tư không xem đó là bất khả kháng nhưng nhà thầu thi công xem đó là bất khả kháng. Bất khả kháng không phải là cơ sở để một bên được quyền chấm dứt hợp

đồng. Bên bị ảnh hưởng bởi sự kiện bất khả kháng phải có một số nghĩa vụ nhất định và được kéo dài tiến độ công việc bằng thời gian bị ảnh hưởng bởi trường hợp bất khả kháng. Chỉ chấm dứt hợp đồng khi nỗ lực khắc phục của một bên hoặc cả hai bên không hiệu quả và buộc phải chấm dứt, bên ra quyết định chấm dứt phải ra thông báo cho bên kia trước một khoảng thời gian phù hợp.

Về điều khoản sự cố công trình: đây là điều khoản hai bên tham gia ký kết thường không đưa vào hợp đồng hoặc đưa vào một cách rất ngắn gọn. Các bên không định nghĩa các trường hợp thuộc sự cố công trình, trách nhiệm của mỗi bên như thế nào, bên nào lập báo cáo nhanh về sự cố, bên nào thu dọn, bên nào khắc phục. Việc không quy định cụ thể điều khoản này trong hợp đồng dẫn đến khi sự cố xảy ra thì các bên đổ lỗi và tranh chấp với nhau.

Về điều khoản phạt vi phạm: Trong lĩnh vực xây dựng, mức phạt vi phạm nghĩa vụ hợp đồng không vượt quá 12 % giá trị phần hợp đồng bị vi phạm đối với công trình xây dựng sử dụng vốn nhà nước. Nhiều chủ đầu tư không sử dụng vốn nhà nước vẫn áp dụng mức phạt 12 % giá trị hợp đồng vi phạm, điều này không hợp lý và không cụ thể. Đối với dự án không sử dụng vốn nhà nước thì phải theo mức phạt của luật thương mại là 8 % giá trị hợp đồng vi phạm. Về điều khoản phạt trong hợp đồng chỉ nói đến mức phạt theo giá trị phần vi phạm mà không đề cập đến các hình thức phạt về hành vi của nhà thầu trên công trường, có thể phạt tiền đối với hành vi của cá nhân hoặc Ban chỉ huy công trường, phạt tạm dừng thi công do vi phạm các vấn đề an toàn lao động,...

Về điều khoản về tạm dừng, chấm dứt hợp đồng: điều khoản này quy định về các trường hợp tạm dừng, chấm dứt hợp đồng. Thường trong các hợp đồng đều quy định chung các trường hợp được tạm dừng hoặc chấm dứt hợp đồng cho bên giao thầu và bên nhận thầu mà không cụ thể hóa đối với từng bên. Thực tế các tình huống dẫn đến việc tạm dừng hoặc chấm dứt của bên giao thầu và bên nhận thầu rất khác nhau và hậu quả pháp lý của việc tạm dừng và chấm dứt của hai bên cũng không giống nhau. Các hợp đồng thường không nêu rõ việc thanh toán của bên này đối với bên kia sau khi chấm dứt hợp đồng.

Về điều khoản xử lý tranh chấp: điều khoản này thường quy định là xử lý tranh chấp tòa án cấp tỉnh hoặc trung tâm trọng tài. Việc xử lý tranh chấp bằng tòa án phải tuân thủ quy định của bộ luật Tố tụng dân sự về trình tự và thẩm quyền của Tòa án. Đối với xử lý tranh chấp bằng Trọng tài thì phải tuân thủ Luật trọng tài thương mại. Các bên chỉ chọn một trong hai hình thức, không thể chọn hai hình thức cùng một lúc. Thực tế trong hợp đồng thi công xây dựng hiện nay, cả hai hình thức đều ghi vào trong phần xử lý tranh chấp đến khi xảy ra tranh chấp thì bản thân điều khoản không giải quyết được. Ngay trong điều khoản này nếu chọn giải quyết trọng tài thì các bên cũng không thỏa thuận rõ hình thức trọng tài là vụ việc hay quy chế...

3.2. Nhận diện rủi ro tới công tác quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng

Cơ chế chính sách nhà nước về hợp đồng xây dựng: Việc soạn thảo, ban hành và sửa đổi bổ sung các văn bản quy phạm pháp luật trong quản lý đầu tư và xây dựng trong những năm qua thường xuyên biến động, có nhiều thời kỳ cơ chế không đồng bộ, không thống nhất. Việc tồn tại song hành thực hiện nhiều văn bản quy phạm pháp luật cùng điều chỉnh một quan hệ pháp luật đã gây ra không ít khó khăn trong quản lý đầu tư và xây dựng nói chung và công tác quản lý hợp đồng nói riêng. Đối với dự án bất động sản, hợp đồng xây dựng nói chung và hợp đồng thi công xây dựng nói riêng sẽ được điều chỉnh bởi rất nhiều văn bản quy phạm pháp luật như bộ luật dân sự, luật thương mại, luật đầu tư, luật đầu tư công, luật xây dựng...và các văn bản hướng dẫn. Các nội dung điều chỉnh nhiều trường hợp không thống nhất và số lượng văn bản quy phạm pháp luật điều chỉnh nhiều dẫn đến gây khó khăn cho các chủ thể trong việc quản lý việc thực hiện hợp đồng.

Năng lực chuyên môn của Chủ đầu tư: Chủ đầu tư có thể là người sở hữu vốn hoặc người được nhà nước giao sở hữu vốn để quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình, lại là một trong hai chủ thể trực tiếp tham gia trong quan hệ hợp đồng. Chủ đầu tư là người phải chịu hoàn toàn trách nhiệm về công tác quản lý, kiểm tra, giám sát và xử lý các vi phạm về hợp đồng trong hoạt động thi công xây dựng dự án của mình. Do đó, Chủ đầu tư sử dụng nhân lực chuyên môn kém, không có chuyên môn và kiến thức về đầu tư xây dựng công trình, chưa nắm chắc các quy định về công tác quản lý hợp đồng xây dựng, quản lý hợp đồng lỏng lẻo hoặc yếu tố kinh tế đã không xây dựng một bộ máy hỗ trợ chuyên môn tốt về pháp lý, quản lý thiết kế, quản lý chi phí, quản lý đấu thầu, quản lý dự án...sẽ gây tác động không nhỏ đến chất lượng và hiệu quả kinh tế của dự án.

Năng lực chuyên môn của nhà thầu thi công: Gói thầu thi công xây dựng là gói thầu lớn nhất và chiếm tỷ trọng lớn trong tổng vốn đầu tư của dự án. Năng lực của nhà thầu thi công là một yếu tố tiên quyết và quan trọng số một đối với việc thành công của hợp đồng xây dựng. Năng lực chuyên môn tốt của nhà thầu thể hiện qua nhiều yếu tố như tính chuyên nghiệp cao, khả năng, kinh nghiệm, trình độ và phẩm chất đạo đức đội ngũ cán bộ, trang thiết bị máy móc, khả năng tài chính, số lượng và tay nghề của đội ngũ công nhân... Nhà thầu có năng lực chuyên môn tốt, có uy tín cao sẽ dễ dàng đáp ứng và thực hiện đầy đủ các cam kết trong hợp đồng. Ngược lại nhà thầu có năng lực yếu, đội ngũ cán bộ công nhân có tay nghề kém. Do đó, việc nhận diện được năng lực nhà thầu cần trên nhiều tiêu chí. Thực tế, nhiều nhà thầu được lựa chọn dựa vào giá thầu thấp và năng lực chủ yếu dựa trên hồ sơ. Đây là vấn đề cần được chủ đầu tư lưu ý và xem xét cẩn trọng. Nhiều dự án nhà thầu bỏ nửa chừng hoặc xảy ra tranh chấp với chủ đầu tư khi dự án đang trong những giai đoạn thi công quan trọng như hoàn thành đóng nắp hầm của phần ngầm, hoàn thành việc cắt nóc đối với phần thân công trình hoặc giai đoạn cuối để nghiệm thu hoàn thành và bàn giao đưa vào sử dụng...

4. Một số giải pháp cơ bản khi ký kết và quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng trong điều kiện ở Việt Nam

4.1. Về nội dung một số điều khoản của hợp đồng thi công xây dựng

Về chủ thể ký hợp đồng: cần xem xét yếu tố chủ thể ký hợp đồng nhất là từ phía nhà thầu thi công xây dựng. Nhà thầu trong nước phải là công ty có ngành nghề hoạt động thi công xây dựng, có đăng ký kinh doanh và có chứng chỉ năng lực hoạt động phù hợp. Người đại diện ký hợp đồng là người có thẩm quyền được quy định trong điều lệ công ty hoặc trong quy chế tổ chức hoạt động của công ty hoặc người được người có thẩm quyền ủy quyền.

Về phạm vi công việc: để tránh thiếu sót phạm vi, khối lượng công việc và danh mục vật tư thiết bị, chủ đầu tư nên đính kèm phụ lục hợp đồng, phần đính kèm này cần được các phòng ban chuyên môn hoặc đơn vị tư vấn của Chủ đầu tư soạn thảo và kiểm tra kỹ lưỡng.

Về điều khoản về tạm ứng, thanh toán : đối với việc tạm ứng cần yêu cầu nhà thầu phải có bảo lãnh đối với chi phí tạm ứng, phần thanh toán phải được quy định dựa trên khối lượng thực hiện thực tế trên công trường cùng với hồ sơ nghiệm thu đạt, phải có xác nhận từ Ban quản lý dự án và tư vấn giám sát (nếu có).

Về điều khoản quyền và nghĩa vụ của hai bên: trong hợp đồng xây dựng thì điều khoản này phải thỏa mãn yêu cầu: quyền của bên này là nghĩa vụ của bên kia và ngược lại. Do đó cần xây dựng tách bạch quyền và nghĩa vụ của từng bên một cách cụ thể để tránh tranh chấp sau này.

Về điều khoản bất khả kháng và miễn trừ trách nhiệm: điều khoản này cần nêu định nghĩa rõ ràng về bất khả kháng, liệt kê các trường hợp bất khả kháng và có giới hạn. Ngoài các trường hợp liệt kê thì các trường hợp khác không được xem là bất khả kháng.

Về điều khoản sự cố công trình: sự cố công trường là điều không ai mong muốn, tuy nhiên trong hợp đồng cần nêu rõ trách nhiệm của mỗi bên trong việc xử lý sự cố gồm báo cáo nhanh về sự cố, sửa chữa và khắc phục sự cố, thu dọn sự cố và quản lý thông tin về sự cố.

Về điều khoản phạt vi phạm: phạt vi phạm là một trong những chế tài mà chủ đầu tư hay sử dụng để quản lý việc thực hiện hợp đồng của nhà thầu thi công. Ở đây cần phân định giữa công trình vốn nhà nước và các công trình không phải vốn nhà nước. Các công trình không phải vốn nhà nước thì áp dụng mức phạt tối đa của luật thương mại là 8 % giá trị hợp đồng vi phạm. Bên cạnh đó còn có các chế tài phạt tiền áp dụng đối với hành vi của cá nhân chỉ huy trưởng, chỉ huy phó, chế tài phạt bổ sung tạm dừng thi công khi vi phạm các vấn đề an toàn lao động mà chưa có biện pháp khắc phục. Các khoản đền bù khác khi một trong hai bên vi phạm gây ra hậu quả đối với bên kia.

Về điều khoản về tạm dừng, chấm dứt hợp đồng: cần nêu rõ các điều kiện tạm dừng, chấm dứt hợp đồng của từng bên. Chủ đầu tư được tạm dừng, chấm dứt hợp đồng trong những trường hợp nào, thanh toán sau khi chấm dứt hợp đồng được thực hiện như thế nào. Tương tự đối với bên nhà thầu thi công. Cần liệt kê cụ thể các trường hợp của từng bên.

Về điều khoản xử lý tranh chấp: điều khoản này cần quy định rằng: sau khi thương lượng, hòa giải không thành thì cơ quan nào sẽ xử lý tranh chấp. Việc thống nhất lựa chọn tòa án nào giải quyết phải tuân thủ quy định của Bộ luật Tố tụng dân sự về thẩm quyền giải quyết của tòa án. Nếu lựa chọn Trung tâm trọng tài thì cần thống nhất rõ Trung tâm trọng tài nào, địa điểm giải quyết, hình thức giải quyết theo quy chế hay theo vụ việc.

4.2. Về quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng

Năng lực chuyên môn của Chủ đầu tư: Chủ đầu tư có thể thuê tư vấn có chuyên môn và uy tín hoặc tự mình xây dựng bộ máy chuyên môn phù hợp với quy mô dự án mà Chủ đầu tư thực hiện. Thực tế từ các Chủ đầu tư lớn như TTCLand, Đại Quang Minh,... họ xây dựng một bộ máy chuyên môn như phòng quản lý thiết kế, phòng quản lý chi phí, phòng quản lý chất lượng, ban quản lý dự án,... dù năng lực thay mặt họ trong việc xét năng lực nhà thầu cũng như quản lý thực hiện hợp đồng thi công từ lúc lựa chọn nhà thầu đến lúc nghiệm thu đưa vào sử dụng công trình. Đối với những Chủ đầu tư khác có thể xây dựng và vận hành một bộ máy chuyên môn phù hợp với điều kiện đang có. Việc xây dựng và quản lý bộ máy chuyên môn hiệu quả sẽ giúp Chủ đầu tư tiết kiệm rất nhiều chi phí, mang lại hiệu quả kinh tế lớn cho dự án.

Năng lực chuyên môn của nhà thầu thi công: Chủ đầu tư cần xem xét nhà thầu dựa trên kinh nghiệm thực tế, năng lực công ty (con người và trang thiết bị), khả năng về tài chính. Uy tín của nhà thầu dựa vào ba yếu tố đó. Kinh nghiệm thực tế căn cứ vào các dự án mà nhà thầu đã và đang thực hiện, năng lực công ty dựa vào đội ngũ nhân sự đang có, máy móc và trang thiết bị thi công, khả năng tài chính có thể căn cứ vào báo cáo tài chính, báo cáo thuế,... Chủ đầu tư tư nhân còn có thêm ưu thế là có thể xây dựng những đội ngũ những nhà thầu đối tác chiến lược, đó những nhà thầu đã từng thực hiện dự án với Chủ đầu tư, gây được niềm tin đối với Chủ đầu tư.

Các nội dung chính của việc quản lý thực hiện hợp đồng thi công xây dựng:

Quản lý tiến độ: trước khi triển khai thi công công trình thì phải được lập tiến độ thi công xây dựng. Tiến độ thực hiện của gói thầu thi công xây dựng công trình phải phù hợp với tổng tiến độ của dự án đã được phê duyệt. Quản lý tiến độ dự án bao gồm các công việc cần thiết để thiết lập tiến độ và quản lý hoàn thành dự án đúng thời gian. Nhà thầu có trách nhiệm lập tiến độ chi tiết trên cơ sở tổng thời gian thực hiện và các mốc thời gian hoàn thành các hạng mục chính mà hai bên đã thống nhất trong hợp đồng và có trách nhiệm kiểm soát tiến độ trong quá trình thi công dự án. Chủ đầu tư theo dõi, giám sát tiến độ thi công xây dựng công trình và có biện pháp xử lý nếu nhà thầu thực hiện chậm hơn các mốc thời gian hoàn thành các hạng mục chính đã được thống nhất trong hợp đồng.

Quản lý chất lượng: Quản lý chất lượng của công trình xây dựng bao gồm lập kế hoạch chất lượng, thực hiện đảm bảo chất lượng và kiểm soát chất lượng. Trước khi thanh toán, quyết toán hợp đồng xây dựng chủ đầu tư yêu cầu các đơn vị tư vấn (Ban Quản lý

dự án, Tư vấn giám sát) xác nhận khối lượng và chất lượng của hạng mục cần thanh toán kèm theo đó là các biên bản nghiệm thu công việc nhà thầu hoàn thành theo như đã ký kết trong hợp đồng, đảm bảo các công việc này đạt điều kiện về chất lượng. Chất lượng sản phẩm của hợp đồng thi công xây dựng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong hợp đồng, tuân thủ và đáp ứng các yêu cầu về chất lượng theo quy định của pháp luật.

Quản lý khối lượng và giá hợp đồng xây dựng: Quản lý khối lượng hợp đồng xây dựng là việc quản lý thực hiện theo khối lượng theo thiết kế được Chủ đầu tư phê duyệt và theo hợp đồng đã ký kết. Khối lượng thi công xây dựng được tính toán, xác nhận giữa chủ đầu tư hoặc đại diện chủ đầu tư, nhà thầu thi công xây dựng, tư vấn giám sát theo các mốc thời gian hoặc giai đoạn thi công cần thanh toán và được đối chiếu với khối lượng thiết kế được duyệt để làm cơ sở nghiệm thu, thanh toán theo hợp đồng. Khi có thực hiện khối lượng phát sinh ngoài hợp đồng đã ký kết thì chủ đầu tư và nhà thầu thi công xây dựng phải xem xét để xử lý. Riêng đối với công trình sử dụng vốn ngân sách nhà nước, khi có khối lượng phát sinh ngoài giá trị hợp đồng và làm cho dự án vượt tổng mức đầu tư ban đầu thì chủ đầu tư phải báo cáo người quyết định đầu tư để xem xét, quyết định. Khối lượng phát sinh được chủ đầu tư hoặc người quyết định đầu tư chấp thuận, phê duyệt là cơ sở để thanh toán, quyết toán công trình. Chủ đầu tư thông qua nguồn lực của mình để kiểm tra nhằm phòng tránh và xử lý việc khai khống, khai tăng khối lượng hoặc thông đồng giữa các bên tham gia dẫn đến làm sai khối lượng thanh toán. Khối lượng và giá hợp đồng phát sinh thường được thể hiện thông qua phụ lục hợp đồng giữa chủ đầu tư và nhà thầu, và thông qua đó làm cơ sở cho việc nghiệm thu, thanh toán giữa hai bên.

Quản lý an toàn, và vệ sinh môi trường: quản lý an toàn bao gồm tất cả các hoạt động của Chủ đầu tư và nhà thầu thi công nhằm mục tiêu và trách nhiệm để ngăn chặn tai nạn, hoặc có khả năng gây ra thương tích cá nhân, tử vong cho người, hoặc thiệt hại tài sản trên công trường. Quản lý môi trường dự án bao gồm tất cả các hoạt động của Chủ đầu tư và nhà thầu nhằm mục tiêu và trách nhiệm để giảm thiểu tác động đến môi trường xung quanh và tài nguyên thiên nhiên phù hợp với giới hạn ghi trong giấy phép hợp pháp.

Nội dung của Quản lý an toàn, và vệ sinh môi trường bao gồm lập kế hoạch, thực hiện đảm bảo và kiểm soát an toàn lao động và môi trường. Nhà thầu thi công xây dựng, chủ đầu tư, bộ phận chuyên môn của Chủ đầu tư (ví dụ: bộ phận An toàn lao động thuộc phòng Quản lý dự án) và đơn vị tư vấn của chủ đầu tư (Quản lý dự án, Tư vấn giám sát) kiểm tra giám sát công tác an toàn lao động trên công trường. Khi phát hiện có vi phạm về an toàn lao động và vệ sinh môi trường thì chủ đầu tư phải ngay lập tức đình chỉ thi công xây dựng để giải quyết theo quy định của pháp luật, công trường chỉ được thi công lại khi nhà thầu đã khắc phục xong.

5. Kết luận và Kiến nghị

Kết luận

Việc kết hợp áp dụng các văn bản quy phạm pháp luật trong hợp đồng thi công xây dựng trong điều kiện ở Việt Nam còn rất nhiều bất cập do liên quan đến các lĩnh vực như Luật đầu tư, Luật thương mại, Luật Xây dựng, Luật đấu thầu và các Nghị định liên quan hướng dẫn...

Qua nghiên cứu và thực tiễn làm công tác quản lý dự án, tác giả thấy rằng việc nhận diện được các nhân tố rủi ro trong từng điều khoản hợp đồng và các nhân tố ảnh hưởng đến việc thực hiện hợp đồng thi công xây dựng hiện nay đóng vai trò rất quan trọng và cần thiết, để từ đó đề xuất các giải pháp dự báo và phòng ngừa trong quá trình đàm phán, ký kết và quản lý thực hiện từng điều khoản hợp đồng thi công xây dựng từ góc độ Chủ đầu tư dự án.

Kiến nghị

Các cơ quan nhà nước có thẩm quyền cần rà soát các văn bản quy phạm pháp luật do mình ban hành liên quan đến hoạt động quản lý đầu tư và xây dựng, các văn bản quy phạm pháp luật có điều chỉnh lớn thì ban hành văn bản thay thế văn bản cũ để tránh nhầm lẫn trong việc áp dụng.

Đối với các Chủ đầu tư cần xây dựng hoặc điều chỉnh các quy trình nội bộ để có thể kiểm soát quá trình lựa chọn nhà thầu, thương thảo, ký kết và quản lý việc thực hiện hợp đồng xây dựng. Chủ đầu tư trên cơ sở quy mô các dự án đầu tư mà mình thực hiện để xây dựng bộ máy vận hành gồm đầy đủ các bộ phận quản lý thiết kế, quản lý chi phí, đấu thầu, quản lý chất lượng và các ban quản lý dự án.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Quốc hội khóa XIII (2017), Bộ luật dân sự 2015, sửa đổi bổ sung 2017, Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội.
- [2]. Quốc hội khóa XIII (2013), Luật Xây dựng 2014, sửa đổi bổ sung 2020, Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội.
- [3]. Quốc hội khóa XIII (2014), Luật Kinh doanh bất động sản, Nhà xuất bản Lao Động, Hà Nội
- [4]. Quốc hội khóa XIII (2014), Luật Nhà ở, Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội
- [5]. Quốc hội khóa XIII (2014), Luật Trọng tài thương mại, Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội
- [6]. Quốc hội khóa XIV (2020), Luật Đầu tư, Nhà xuất bản Lao Động, Hà Nội
- [7]. Quốc hội khóa XIV (2019), Luật Đầu tư, Nhà xuất bản chính trị quốc gia sự thật, Hà Nội
- [8]. Chính phủ (2021), Nghị định 37/2015/NĐ-CP, sửa chữa bổ sung bởi Nghị định 50/2021/NĐ-CP, Thư viện pháp luật.vn

[9]. Bộ Xây dựng (2016), Thông tư 09/2016/TT-BXD của BXD ngày 10 tháng 3 năm 2016 hướng dẫn hợp đồng thi công xây dựng công trình, Thuvienphapluat.vn

[10]. Lại Văn Lương, Nguyễn Thị Thanh Nhân, Đặng Hoàng Mai (2016), Quản lý thực hiện hợp đồng ở Việt Nam, nội dung và các nhân tố gây ảnh hưởng, Tạp chí khoa học và công nghệ xây dựng số 29, tháng 6/2016

Phân tích việc bố trí, lựa chọn van khí trên đường ống cấp nước

Nguyễn Tiến Dũng¹

¹ Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị, Đại học Kiến trúc Hà Nội

TỪ KHOÁ

Van khí
Van xả khí
Mạng lưới cấp nước
Tuyến ống truyền dẫn
Mạng lưới phân phối

TÓM TẮT

an khí là thiết bị cơ học thủy khí được thiết kế để tự động xả khí trong khoảng thời gian điền nước, xả nước, của hoạt động một tuyến ống cấp nước hoặc của một hệ thống cấp nước. Sự vận hành an toàn và hiệu quả của một tuyến ống phụ thuộc vào việc loại bỏ liên tục không khí ra khỏi đường ống. Bài báo này đề cập đến việc lựa chọn các loại van khí và vị trí đặt van khí trên tuyến ống cấp nước.

KEYWORDS

Air valve
Air release valve
Water supply network
Transmission pipeline
Distribution network

ABSTRACT

An air valve is a hydro-mechanical device designed to automatically release air during filling, draining, operation of a water supply pipeline or of a water supply system. The safe and efficient operation of a pipeline depends on the continuous removal of air from the pipeline. This article refers to the selection of air valves and the location of air valves on the water supply pipeline.

1. Đặt vấn đề

Nước chứa ít nhất 2 % không khí hòa tan tính theo thể tích ở điều kiện tiêu chuẩn (14,7 psi và 60 °F) nhưng có thể chứa nhiều hơn, phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất của nước bên trong đường ống.

Sự xuất hiện túi khí có thể làm giảm dòng chảy của nước trong tuyến ống do làm giảm diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy tuyến ống và nếu túi khí này đủ lớn thì nó có thể ngăn chặn hoàn toàn dòng chảy của nước trong tuyến ống.

Trong chỉ dẫn thiết kế của “TCXDVN 33-2006 Cấp nước – Mạng lưới đường ống và công trình Tiêu chuẩn thiết kế” ở mục 8.10 và 8.11 đề cập đến việc bố trí van xả khí ở vị trí điểm cao gãy góc của đường ống theo trắc dọc.

Nội dung bài báo này cụ thể hóa các hướng dẫn và khuyến nghị cho việc xác định vị trí cũng như loại van xả khí bố trí trên tuyến ống cấp nước đặc biệt là các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch vận chuyển vào mạng lưới phân phối.

2. Nội dung

2.1. Sự xuất hiện và ảnh hưởng của khí bên trong đường ống

Định luật Henry phát biểu rằng “lượng khí hòa trong một dung dịch tỷ lệ thuận với áp suất của khí đó ở phía trong dung dịch đó”. Do đó khi nước bị nén, khả năng giữ khí của nó có thể tăng lên rất lớn. Trong hệ thống phân phối nước, tình trạng không khí thoát ra khỏi nước bên trong đường ống sẽ được gom lại thành các túi khí tại những điểm có vị trí cao dọc theo tuyến ống.

Các túi khí xuất hiện sẽ làm tăng tổn thất áp lực của tuyến ống trong quá trình truyền dẫn. Tổn thất này làm giảm lưu lượng nước và tăng mức tiêu hao năng lượng cho bơm. Từ đó làm giảm hiệu suất toàn bộ hệ thống cấp nước. Ngoài ra các túi khí xuất hiện có thể gây ra hiện tượng nước va (water hammer) làm nổ tuyến ống, gây tiếng ồn và sự ăn mòn trong đường ống, đồng thời có thể là nguyên nhân gây ra sự hoạt động thất thường của các van điều khiển, đồng hồ đo và các thiết bị.

Với những ảnh hưởng to lớn này, việc loại bỏ các túi khí xuất hiện trên đường ống là điều bắt buộc để hệ thống có thể làm việc được.

2.2. Các loại van khí

- Van xả khí còn được gọi là van lỗ nhỏ, được thiết kế để tự động xả các túi khí nhỏ được tích tụ trong đường ống ra bên ngoài khi hệ thống hoạt động trong điều kiện áp suất trong đường ống vượt quá áp suất khí quyển. Cơ cấu của van xả khí điển hình được trình bày trong Hình 1. Các van xả khí đặc trưng bởi các lỗ thoát khí có kích thước nhỏ hơn đường kính đầu vào hay nhỏ hơn đường kính ống. Đường kính các lỗ khí này vào khoảng 1,6 mm đến 25 mm, trong khi đường kính đầu vào có kích thước từ 13 mm đến 150 mm.

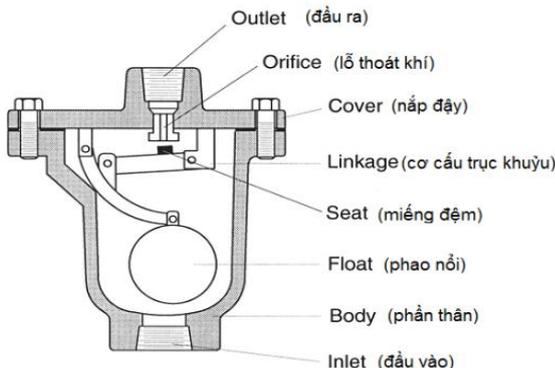
Khi hoạt động, van này thường mở và sẽ thông khí ra khỏi lỗ thoát khí. Khi nước đi vào van, phao chặn dâng lên vào đóng chặt lỗ thoát khí. Khi không khí được tích lũy trong đường ống, đi vào van, nó sẽ thay thế vị trí của nước làm cho phao hạ xuống cho phép không khí thoát ra ngoài qua lỗ

*Liên hệ tác giả: Dungnt@hau.edu.vn

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.03.2022.296>

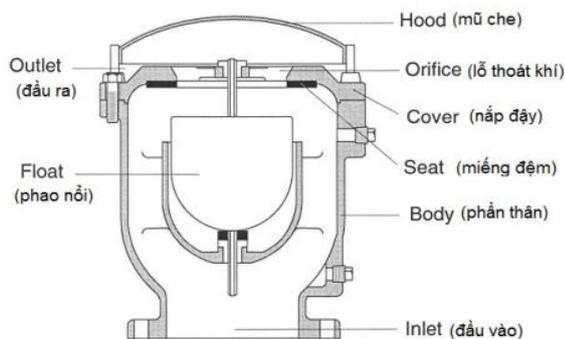
thoát khí. Van xả khí được thiết kế với khối lượng phao chính xác và cơ cấu đòn bẩy cho phép van mở tại bất kỳ áp suất nào lớn hơn áp suất làm việc lớn nhất của van.



Hình 1. Van xả khí.

- Van khí/ chân không, còn được gọi là van lỗ lớn, được thiết kế để tự động thoát ra một lượng khí lớn trong suốt thời gian ống điền nước và tự động nạp một lượng lớn không khí khi áp suất bên trong giảm thấp hơn áp suất khí quyển. Áp suất âm có thể gây ra hiện tượng bóp méo đường ống, rút nước của tuyến ống, hỏng bơm hoặc làm nổ vỡ tuyến ống. Một van khí/ chân không điển hình có cấu tạo như Hình 2 Các van khí/ chân không đặc trưng bởi các lỗ khí có đường kính khoảng 13 mm đến 500 mm bằng với đường kính danh nghĩa đầu vào của van.

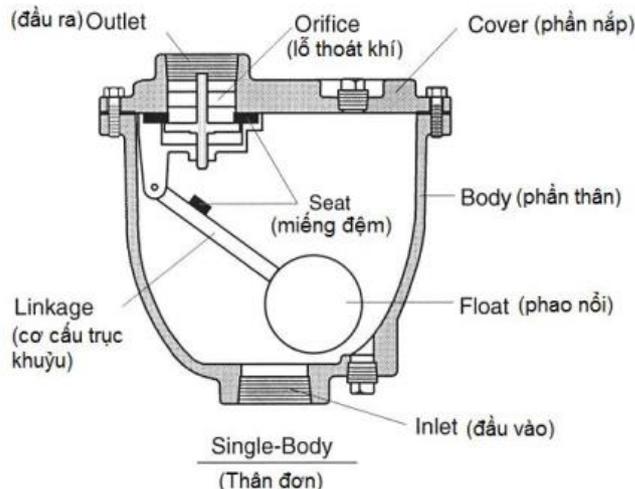
Hoạt động của van khí/ chân không tương tự như van xả khí ngoại trừ việc đường kính lỗ khí của van này sẽ lớn hơn đáng kể và sẽ không mở trong điều kiện có áp. Van khí/chân không thường mở và được thiết kế để thoát một lượng lớn không khí qua lỗ khí. Khi nước đi vào van trong thời gian cấp nước của hệ thống, phao sẽ dâng lên đóng kín lỗ khí. Van khí/ chân không một khi đã đóng sẽ không mở lại để thoát không khí ra khi tuyến ống đang làm việc trong điều kiện áp suất vượt quá áp suất khí quyển hoặc nếu nước có mặt trong đó.



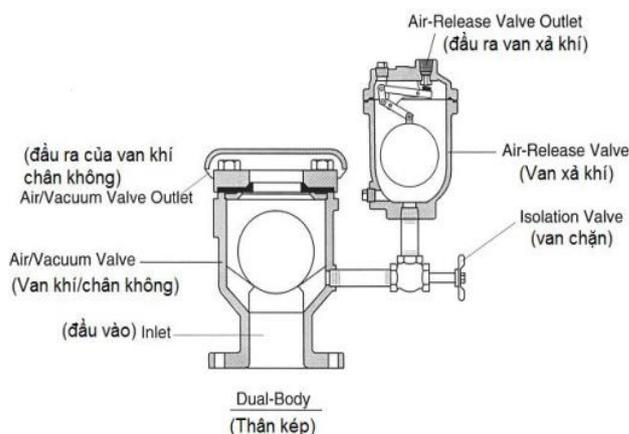
Hình 2. Van khí/ chân không.

- Van khí kết hợp được thiết kế để thực hiện đồng thời các chức năng như van khí/ chân không nhưng ngoài ra, chúng sẽ tự động xả các túi khí nhỏ ra khỏi tuyến ống trong điều kiện

làm việc áp lực như chức năng của van xả khí. Van khí kết hợp có thể có dạng thân đơn hoặc thân kép như trong Hình 3 và Hình 4.



Hình 3. Van khí kết hợp kiểu thân đơn.

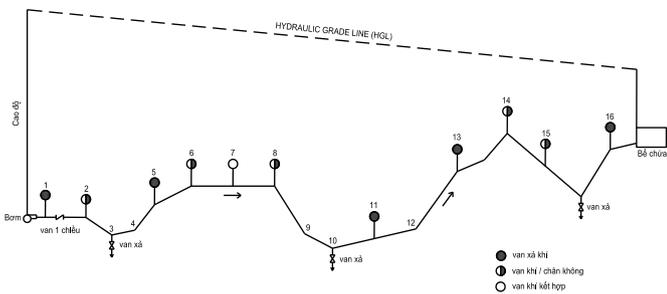


Hình 4. Van khí kết hợp kiểu thân kép.

2.3. Vị trí các van khí trên tuyến ống

Vị trí chính xác lắp đặt van xả khí, van khí/ chân không và van khí kết hợp quan trọng như kích cỡ chính xác của van. Vị trí van không chính xác có thể làm cho van hoạt động không hiệu quả.

Các van khí thường được sử dụng trên các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch được vận chuyển vào hệ thống phân phối, hoặc các ứng dụng tương tự. Van xả khí có thể không cần thiết đối với các tuyến ống nhỏ hơn trong mạng lưới đường ống phân phối nơi mà các trụ cứu hỏa và các kết nối dịch vụ sẽ làm nhiệm vụ thông khí.



Hình 5. Mặt cắt minh họa vị trí lắp đặt van khí điển hình trên tuyến ống.

Bảng 1. Đề xuất vị trí và loại van khí trên tuyến ống.

Điểm	Mô tả	Loại van đề xuất	Điểm	Mô tả	Loại van đề xuất
1	Bơm	Khí/ chân không	9	Xuống dốc thấp	Không cần
2	Xuống dốc cao	Kết hợp	10	Điểm thấp	Không cần
3	Điểm thấp	Không cần	11	Đi lên dài	Khí/ chân không hoặc Kết hợp
4	Lên dốc cao	Không cần	12	Lên dốc cao	Không cần
5	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp	13	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp
6	Bắt đầu vào phương ngang	Kết hợp	14	Điểm cao	Kết hợp
7	Phương ngang	Xả khí hoặc Kết hợp	15	Xuống dốc dài	Xả khí hoặc Kết hợp
8	Kết thúc phương ngang	Kết hợp	16	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp

Các van khí nên được lắp đặt ở những vị trí sau:

- **Các điểm cao.** Các van khí kết hợp nên được lắp đặt tại những điểm cao trên tuyến ống để thông khí khi tuyến ống đang điền nước vào, trong suốt thời gian làm việc bình thường của tuyến ống và cho phép không khí đi vào, bảo vệ chân không khi ống xả nước. Điểm cao được xác định bằng gradient thủy lực và được xem là điểm trên cùng của bất kỳ đoạn ống nào dốc lên theo gradient thủy lực hoặc chạy song song với nó.
- **Xuống dốc cao.** Van khí kết hợp nên được bố trí tại những vị trí xuống dốc cao đột ngột.

- **Lên dốc thấp.** Van khí/ chân không hoặc van khí kết hợp nên được bố trí tại những vị trí lên dốc thấp.
- **Đi lên dài.** Van khí/ chân không hoặc van khí kết hợp nên được bố trí tại các khoảng cách 400m đến 800m dọc theo phần đi lên của tuyến ống.
- **Xuống dốc dài.** Van xả khí hoặc van khí kết hợp nên được xem xét tại vị trí vát đầu và kết thúc của phần tuyến ống ngang dài, các van xả khí hoặc các van khí kết hợp nên được bố trí tại các khoảng cách 400m đến 800m dọc theo phần tuyến ống nằm ngang.

3. Kết luận và kiến nghị

Như vậy sự xuất hiện và ảnh hưởng của các túi khí trên đường ống là nguyên nhân gây ra những sự cố và sự làm việc kém hiệu quả của hệ thống. Việc xác định vị trí chính xác và lựa chọn loại van khí phù hợp để loại bỏ khí trên đường ống cấp nước là một trong các yếu tố quan trọng tạo ra sự ổn định, làm việc hiệu quả cho các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch vận chuyển vào mạng lưới phân phối. Từ đó góp phần đảm bảo hệ thống làm việc với độ tin cậy cao đặc biệt là các khu vực có địa hình phức tạp.

Theo chỉ dẫn thiết kế ở mục 8.10 và 8.11 của TCXDVN 33-2006 đề cập đến việc bố trí van thu xả khí là ở vị trí điểm cao gãy góc của đường ống theo trắc dọc. Chỉ dẫn này cần bổ sung, làm rõ và chi tiết hơn như nội dung bài báo đã trình bày ở Bảng 1.

Cùng với việc chọn vị trí, loại van khí thì việc xác định kích thước của van khí cũng chưa đề cập đến trong TCXDVN 33-2006 mà lấy theo sơ bộ là loại $d = 25\text{mm}$ và $d = 50\text{mm}$ tùy vào đường kính ống. Việc lựa chọn theo sơ bộ này dẫn đến hệ thống sẽ làm việc khi các túi khí không thể được loại bỏ hết. Bởi thế việc có một chỉ dẫn tính toán xác định kích thước van khí là cần thiết.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Ngọc Dung (2003), Cấp nước đô thị, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2]. Lê Dung (2003), Công trình thu nước trạm bơm cấp thoát nước, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Tài (1999), Thủy Lực Đại Cương, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Văn Tín (2001), Cấp nước tập 1, NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [5]. Trịnh Xuân Lai. 2014. Tính toán mạng lưới phân phối nước và phân tích nước va. NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [6]. TCXDVN 33 - 2006 Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế.
- [7]. Edmunds, Robert C.1979. " Air Binding In Pipes" Journal AWWA. Mau, pp. 272-277.

- [8]. “Theory, Application, and Sizing of Air Valves”, 1997. Val-Matic Valve & Mfg.Corp.Zumdahl, Steven S.Chmistry, third edition.
- [9]. H. Reissig,R. Fischer và R. Reimann: Laboratorium sunterchungen zur unterirdischen Enteisung von Grundwassern Acta hydrochim et hydrobiol. 10 (1982). 5, 487-496.
- [10]. H.Reissig, A.Gnauck và M.Schwan: Zur Bemessung Untereirdischer Enteisungsalagen Teil 2: Kinetik der initialen Sauerstoffzhrung im Bodennaterial eines reduzierten Grundwasserleister Acta hydrochim et hydrobiol 13 (1985) 4,461– 468.
- [11]. P. Boochs, G. Barovic: Numerical model describing groundwater treatment by recharge of oxygenated water, water resources research 1981, vol 17. N1.
- [12]. American Water Work Ass.n (1976), Water Distribution operator training Handbook Copyright, pp.25-58.
- [13]. James B. (Burt) Rishel, P.E (2002), Water pumps and pumping Systems, pp.1- 8.
- [14]. Japan water works Association (1969), Design criterion of water works facilities.

Ứng dụng mạng Neuron nhân tạo để tính toán sự thay đổi áp suất của dòng chảy đa pha trong môi trường liên tục

Phạm Sơn Tùng¹, Võ Trâm Oanh¹

¹ Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

TỪ KHOẢ

Áp suất dòng chảy đáy giếng
Dòng chảy đa pha
Mạng neuron nhân tạo

TÓM TẮT

Dự đoán chính xác về sự giảm áp suất là điều quan trọng phải có trong suốt vòng đời của giếng để thiết kế ống hiệu quả hơn và hoạt động sản xuất tối ưu hơn. Triển khai đồng hồ đo áp suất là một biện pháp phổ biến để đo áp suất dòng chảy đáy giếng (FBHP). Ngoài ra, một số mô hình cơ khí và mối tương quan thực nghiệm cho dòng đa pha đã được đề xuất để tránh tiêu tốn chi phí đáng kể và tốn thời gian khi can thiệp vào một giếng đang sản xuất. Tuy nhiên, kết quả của các kỹ thuật dự đoán gần đây cho thấy mức độ chính xác khá thấp, vì vậy phương pháp cải tiến là cần thiết để giải quyết vấn đề này. Bài báo này liên quan đến nghiên cứu gần đây của chúng tôi về việc sử dụng Mạng neuron nhân tạo (ANN) để dự đoán sự sụt giảm áp suất trong các giếng đa pha. Mô hình ANN được phát triển dựa trên nhiều dữ liệu sản xuất bề mặt khác nhau bao gồm tốc độ dòng chảy của dầu, tốc độ dòng chảy của khí, tỷ lệ khí-dầu, áp suất đầu giếng, nhiệt độ đầu giếng, áp suất đáy giếng, nhiệt độ đáy giếng. Các bộ dữ liệu thu thập được từ giếng X tại mỏ Hải Thạch Mộc Tinh được thống kê sần lọc và nhập vào các mô hình ANN. Các mô hình được đề xuất bao gồm một loạt các biến với số lượng tế bào thần kinh khác nhau của các lớp ẩn. Kết quả giữa các tập dữ liệu khác nhau là các bản ghi và so sánh thống kê với nhau để chọn lỗi ít nhất.

KEYWORDS

Flowing bottom-hole pressure
Multiphase flow
Artificial neuron network

ABSTRACT

It is immense important to have accurate prediction of pressure drop over the life of the well to design more effective tubing and optimum production operation. A deployment of pressure gauge is a common practice to measure flowing bottom-hole pressure (FBHP). Additionally, some mechanic models and empirical correlations for multiphase have been proposed in order to avoid a significant expense and time-consuming of intervening a producing well. Nevertheless, the recent prediction techniques present a low level of accuracy in the result, the improvement method is needed to tackle this problem. This paper reports our recent study on the use of an Artificial Neural Networks (ANN) to predict the pressure drop in multiphase flowing wells. The ANN model is developed based on numerous different surface production data including oil flow rate, gas flow rate, gas-oil ratio, wellhead pressure, wellhead temperature, bottom-hole pressure, bottomhole temperature. The collected data sets from the flowing well X at Hai Thach Moc Tinh field are normalized and imported into the ANN models. The proposed models covered a wide range of variables with different neuron number of hidden layers. The results between different data set are records and compared statistically to each other in order to choose the least error.

1. Giới thiệu

Thiết kế thích hợp của các hệ thống hoàn thành giếng và hệ thống nâng nhân tạo, cũng như tối ưu hóa và dự báo chính xác hiệu suất sản xuất, đòi hỏi một phương pháp đáng tin cậy và chính xác để ước tính giảm áp suất trong dòng chảy đa pha cho những giếng dọc. Do sự phức tạp của dòng chảy đa pha, hầu hết các dự đoán giảm áp suất đều dựa trên mối tương quan thực nghiệm hoặc bán thực nghiệm (Hagedorn và Brown (1961), Duns và Ros (1963), Orkiszewski (1967), Beggs and Brill (1973), Mukherjee và Brill (1985). Nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để kiểm tra và điều tra

khả năng áp dụng của các mối quan hệ đó trên một loạt các dữ liệu. Hầu hết các nghiên cứu thừa nhận rằng không có kết nối duy nhất nào được tìm thấy có thể áp dụng trên tất cả các phạm vi biến với độ chính xác đủ. Tuy nhiên, khi các giá trị sai lầm bị bỏ qua, một cuộc điều tra thống kê không tìm thấy lợi ích đáng kể cho các mô hình cơ học so với các mối tương quan thực nghiệm hiện tại về khả năng dự đoán áp suất.

Mặc dù mạng lưới thần kinh nhiều lớp được phát hiện vào những năm 1960, chúng không được khám phá kỹ lưỡng cho đến những năm 1980. Bản đồ tự tổ chức dựa trên học tập cạnh tranh đã được giới thiệu vào những năm 1970. Trong những năm 1980,

*Liên hệ tác giả: phamsontung@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 06/01/2022, sửa xong ngày 15/03/2022, chấp nhận đăng 28/04/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.359>

mạng lưới thần kinh đã trải qua một thời kỳ phục hưng. Mạng lưới thần kinh hoạt động tương tự như các tế bào thần kinh trong não. Mạng lưới thần kinh nhân tạo gần đây đã trở nên phổ biến vì khả năng giải quyết một loạt các vấn đề dầu mỏ phức tạp. Osman và cộng sự [2] đã đề xuất một mạng lưới mới để dự đoán áp suất lỗ dưới chảy trong dòng chảy đa pha đối với giếng thẳng đứng. Khi họ so sánh mạng lưới của họ với các mô hình thực nghiệm và cơ học thông thường, họ phát hiện ra rằng ANN là phương pháp tối ưu nhất. Mohammadpoor và cộng sự [3] đã phát triển một mạng lưới thần kinh nhân tạo mới (ANN) để dự đoán áp suất dòng chảy đáy giếng trong các giếng dầu đa pha theo phương thẳng đứng trong các mỏ dầu của Iran. Ông đã đánh giá nhiều lớp tế bào thần kinh của ANN và các chức năng đào tạo khác nhau và chọn lớp tốt nhất có lỗi thấp nhất. Trong các giếng chảy đa pha thẳng đứng, một mô hình Mạng neuron nhân tạo cũng được đề xuất để dự đoán áp suất chảy dưới đáy giếng và kết quả là áp suất giảm. Mô hình thể hiện tốt hơn các mô hình truyền thống với hệ số tương quan là 0,9222 và sai số trung bình tuyệt đối 3,5% sau khi đánh giá một loạt các tập dữ liệu, bao gồm 413 bộ dữ liệu trường thu được trong nỗ lực nghiên cứu. Những phát hiện thống kê nói trên thu được bằng cách sử dụng một lớp ẩn của mạng lưới neuron hướng tới nguồn cấp dữ liệu trong mô hình dự đoán. 2011 (Jahanandish và Salimifard) [4]. Li và cộng sự [5] đã đề xuất một chiến lược kết hợp bao gồm quy trình tính toán tương quan giữa dòng đa pha và các mô hình Mạng neuron nhân tạo. Các mô hình mạng neuron lan truyền trở lại đã được kết hợp thành một kỹ thuật tính toán chính xác để ước tính gradient áp suất, dẫn đến tăng độ chính xác dự đoán và phạm vi dự đoán rộng hơn. Tỷ lệ không chính xác tuyệt đối trung bình thấp nhất, theo mô hình, là 3,1 %. Kỹ thuật kết hợp kết quả có độ chính xác trung bình tuyệt đối phần trăm là 23,0 % khi so sánh với các mối tương quan trong dòng đa pha. Mô hình, mặt khác, đã được sử dụng với một máy tính áp suất đáy giếng được tích hợp vào giao diện người dùng. Medhat và Hassan [6] đã trình bày dự đoán về áp suất lỗ dưới chảy cho các giếng dầu thẳng đứng bằng các mô hình mạng thần kinh, sử dụng bộ dữ liệu lịch sử từ nhiều mỏ dầu khác nhau. Sử dụng một kỹ thuật học máy mạng thần kinh nhân tạo, Spesivtsev et al. [7] đã tạo ra một mô hình để dự báo áp suất lỗ dưới đa chiều. Họ đã sử dụng một bộ dữ liệu gồm 3500 mẫu mà họ tạo ra với trình mô phỏng.

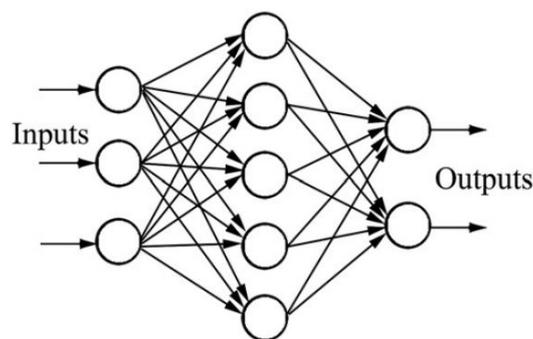
Hệ thống ANN được thiết kế trên ba yếu tố cơ bản chính; cụ thể là thuật toán, chức năng chuyển giao và một yếu tố xử lý tín hiệu được gọi là tế bào neuron Lippman và Lippman [8]. Mạng lưới bao gồm ít nhất ba lớp cấu trúc; cụ thể là lớp đầu vào, (các) lớp ẩn và lớp đầu ra. Lớp ẩn bao gồm một số tế bào neuron. Mỗi tế bào neuron tham gia các thông số đầu vào bằng các kết nối được gọi là trọng lượng và chức năng phụ trợ được gọi là thiên vị Burbidge và cộng sự [9].

Nghiên cứu hiện tại tập trung vào việc xác định bộ số liệu áp suất đáy giếng bằng cách sử dụng Mạng neuron nhân tạo. Các bộ dữ liệu khác nhau xem xét số lượng tế bào neuron đào tạo khác nhau đã được đề xuất để tìm ra các thông số đầu vào hiệu quả nhất. Các bộ dữ liệu này được tách thành các bộ đào tạo, xác nhận chéo và thử nghiệm theo tỷ lệ 3: 1: 1. Tập hợp con thử nghiệm của dữ liệu đã được sử dụng để kiểm tra độ chính xác dự đoán của mô hình và so sánh nó với các mối tương quan hiện có và các mô hình cơ học không được phát hiện bởi mô hình ANN trong giai đoạn đào tạo. Các mạng chuyển tiếp nguồn cấp dữ liệu nhiều lớp đã được chọn cho mô hình ANN được tạo vì khả năng thể hiện các bản đồ chức năng phi tuyến tính giữa đầu vào và đầu ra. Một lớp đầu vào (chứa chín tế bào thần kinh đầu vào hoặc nút) đại diện cho các thông số đầu vào (tốc độ dòng chảy dầu, tốc độ lưu lượng khí, tỷ lệ khí-dầu, áp suất đầu giếng, nhiệt độ đầu giếng, nhiệt độ đáy giếng), hai lớp ẩn và một lớp đầu ra (chứa một nút) đại diện cho máy ép lỗ dưới.

2. Phương pháp luận

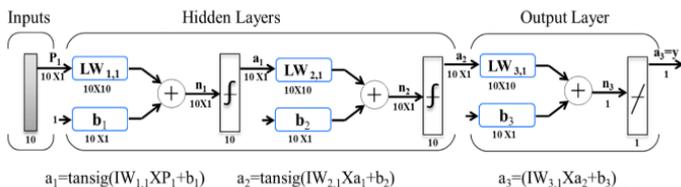
2.1. Mạng lưới thần kinh nhân tạo

Ann được tạo thành từ ba lớp: đầu vào, đầu ra và các lớp ẩn. Dữ liệu đầu vào của hệ thống được đọc từ một nguồn bên ngoài vào một loạt các biến trong lớp đầu vào. Theo cách tương tự, lớp đầu ra lưu trữ dữ liệu hoặc kết quả dự kiến, có thể là một số vectơ. Lớp đầu vào nhận dữ liệu lúc đầu và gửi nó đến lớp ẩn đầu tiên để xử lý. Như minh họa trong Hình 1, dữ liệu được xử lý từ lớp ẩn đầu tiên được chuyển sang các lớp ẩn tiếp theo để xử lý [10]. Cuối cùng, lớp đầu ra lấy dữ liệu từ lớp được che giấu cuối cùng và đưa nó đến một nguồn bên ngoài. Không có mối liên hệ trực tiếp giữa các lớp ẩn và thế giới bên ngoài, và toàn bộ quy trình xử lý được che giấu khỏi chúng ta (Hình 2).



Hình 1. Đầu vào, đầu ra, lớp ẩn ANN [10].

Việc thu thập dữ liệu, chuẩn bị dữ liệu, xây dựng mạng lưới, mạng đào tạo và mạng thử nghiệm là năm quy trình trong quy trình mô hình hóa ANN. Giai đoạn đầu trong việc tạo ra các mô hình ANN là thu thập và chuẩn bị dữ liệu mẫu. Các phương pháp chuẩn bị dữ liệu được thực hiện sau khi thu thập dữ liệu để đào tạo ANN hiệu quả hơn.



Hình 2. ANN với các lớp dữ liệu đầu vào và đầu ra.

Trước khi trình bày dữ liệu đầu vào cho mạng, nói chung là một thực hành tốt để thực hiện bình thường hóa dữ liệu, bởi vì trộn các biến với cường độ lớn và nhỏ sẽ nhầm lẫn thuật toán học tập về bản chất của từng biến và có thể buộc nó đến nhà thiết kế chỉ định số lớp ẩn, tế bào thần kinh trong mỗi lớp, chức năng truyền trong mỗi lớp, chức năng đào tạo, chức năng học tập trọng lượng / thiên vị và chức năng thực hiện.

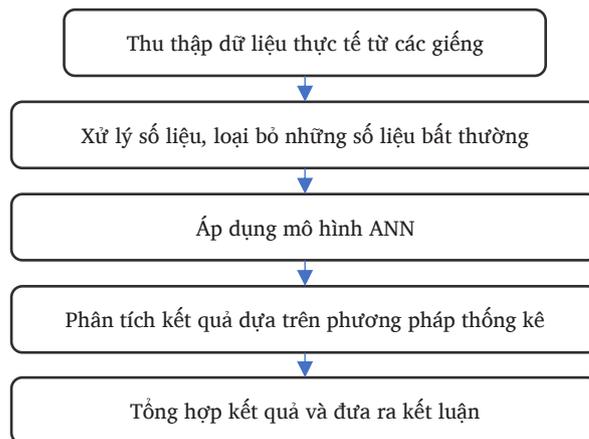
Trong giai đoạn đào tạo, trọng lượng được sửa đổi để đưa đầu ra thực tế (dự đoán) của mạng gần hơn với đầu ra mục tiêu (đo lường). Giai đoạn tiếp theo là đưa mô hình được xây dựng vào thử nghiệm. Tại thời điểm này, mô hình được tiếp xúc với dữ liệu chưa biết trước đây.

2.2 Quy trình tiến hành

Hình 3 hiển thị quy trình làm việc chung để xác định áp suất đáy giếng bằng cách sử dụng các mô hình ANN. Quy trình được tiến hành từ bước thu thập dữ liệu từ các giếng đến việc đưa ra những kết luận cho toàn bộ nghiên cứu.

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này được thu thập từ giếng X tại mỏ Hải Thạch- Mộc Tinh, tổng cộng 1568 bộ dữ liệu, ban đầu. Dữ liệu được sử dụng để phát triển mô hình bao gồm tốc độ dầu lên tới 44M mscf/ngày từ năm 2015 đến năm 2019. Ngoài ra, các bộ dữ liệu đã được xử lý trước để loại trừ dữ liệu sai lệch như các giá trị âm của áp suất và lưu lượng. Số lượng dữ liệu sau đó đã giảm xuống còn 350. Dữ liệu được chia thành ba phần, 75 % điểm dữ liệu được sử dụng để đào tạo các mạng, 15 % điểm dữ liệu được sử dụng để xác thực và 15% điểm dữ liệu được xem xét để kiểm tra mạng được đào tạo. Sau các bước xử lý trước, dữ liệu đã được thay đổi để phù hợp với các biểu mẫu đầu vào trong mạng ANN. Dữ liệu đầu vào bao gồm 7 tính năng là tốc độ dòng chảy dầu, tốc độ dòng khí, tỷ lệ khí-dầu, áp suất đầu giếng, nhiệt độ đầu giếng, áp suất lỗ đáy, nhiệt độ lỗ đáy. Bảng 1 hiển thị các biến ANN và đơn vị của chúng. Số lượng tế bào thần kinh được đào tạo đã được thay đổi để xem xét ảnh hưởng của số lượng tế bào thần kinh được đào tạo khác nhau đối với áp suất được tính toán và đạt được kết quả hiệu quả nhất. Sau quá trình đào tạo, lỗi được tính toán giữa áp suất lỗ dưới xác định và áp suất đo để xác định độ chính xác của mạng. Phân tích thống kê các tế bào thần kinh đào tạo khác nhau bằng cách so sánh dữ liệu ước tính so với dữ liệu thực tế đã được hiển thị. Bắt đầu từ việc thu thập dữ liệu sản xuất lịch sử đến phân tích

kết quả được tính toán bởi các mô hình ANN so với dữ liệu đo lường thực tế, các kết luận được đưa ra.



Hình 3. Quy trình chung được áp dụng trong công việc này.

Bảng 1. Hình minh họa một số dữ liệu đầu vào.

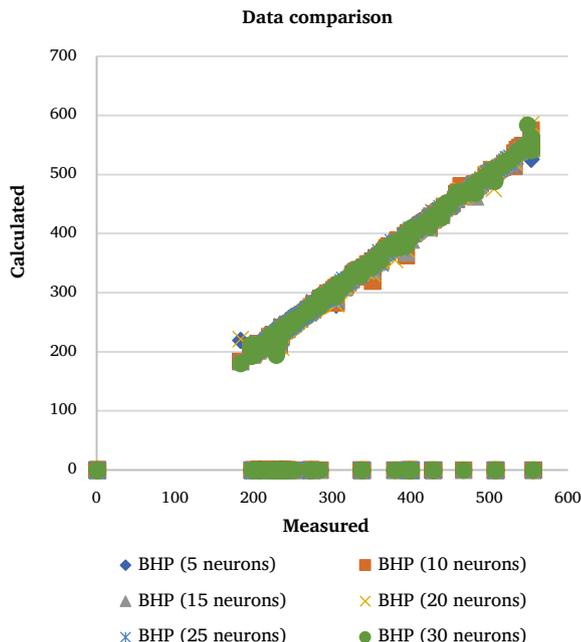
Features	Unit	1	2	3	4	5
Oil Flow Rate	m ³ /day	668,0646346	441,0308	393,6526	64,38986	144,6784
Gas Flow Rate	Km ³ /day	1248,772935	821,1886	733,4063	113,2674	263,3467
Gas-Oil Ratio		1869,239697	1861,976	1863,08	1759,087	1820,221
Wellhead Pressure	Bara	441,8849941	449,814	450,7792	455,3987	450,9861
Wellhead Temperature	°C	85	84	77	57	51
Bottomhole Temperature		137	137	137	133	132
Bottomhole Pressure	Bara	553,1664	552,5458	553,718	553,3043	545,0995

3. Kết quả và thảo luận

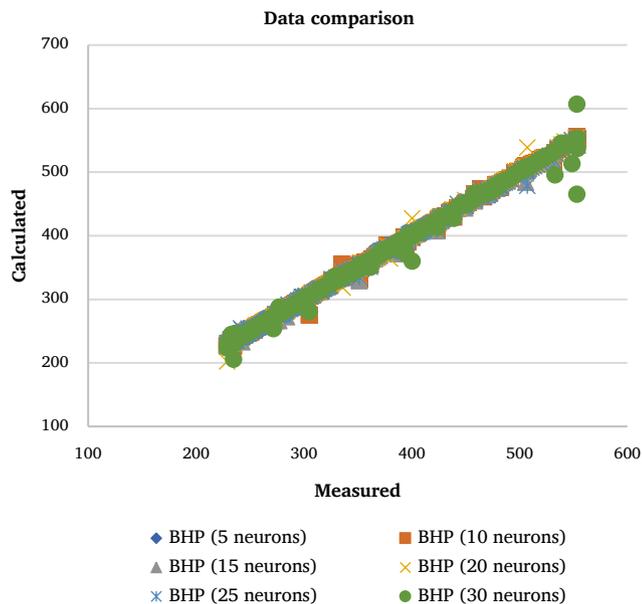
Sau quá trình tiền xử lý và loại bỏ những số liệu nhiễu trong bộ dữ liệu ban đầu, ba bộ dữ liệu khác nhau đã được sử dụng làm dữ liệu để luyện mạng neuron với mô hình Neural Net Fitting với số neuron lần lượt từ 5 đến 30 (với mỗi lần thay đổi 5 đơn vị). Để chứng minh tính chính xác của các mô hình dự đoán, kết quả của quá trình tính toán được so sánh với áp suất đo được tại hiện trường. Các thông số thống kê như Sai số toàn phương trung bình (MSE), Hiệu phương sai (C), Hệ số tương quan (R), Hệ số góc và Hệ số tự do của phương trình tương quan đã được sử dụng để so sánh.

Từ Hình 4 dưới đây, áp suất dòng chảy ở đáy giếng dự đoán thu được so với các giá trị đo được có sai số lớn nhất, các số liệu nhiễu khác nhau từ các bộ dữ liệu ban đầu là nguyên nhân chính dẫn đến hệ quả này. Do đó, áp suất đáy giếng được tính toán không nằm trong đường xu hướng 45^o được vẽ giữa dữ liệu ước tính và thực tế. Để cải thiện độ chính xác, các bộ dữ liệu ban đầu được lọc để loại bỏ những dữ liệu nhiễu của lưu lượng dòng khí và lưu lượng condensate, vì vậy tổng số bộ số liệu giảm xuống còn 350 dữ liệu. Quá trình luyện mạng ANN được lặp lại cho bộ số liệu sau khi sần lọc, kết quả hiển thị trong Hình 5. Áp suất đáy giếng nhiễu đã được loại bỏ khỏi bộ dữ liệu thứ hai, do đó những áp suất tính được bằng 0 không còn tồn tại và

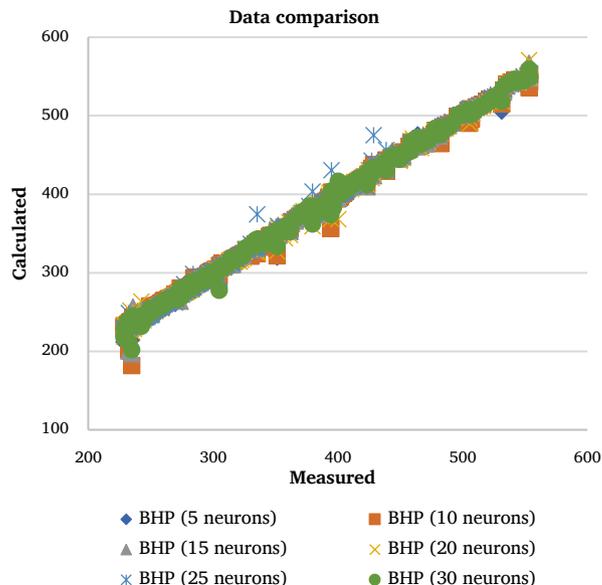
kết quả cho thấy mức độ sai số được cải thiện đáng kể (Hình 5). Tiếp tục loại bỏ những số liệu áp suất đáy giếng nhiễu trong bộ dữ liệu thứ 2, bộ số liệu mới được nhập vào ANN để luyện mạng lần nữa với cùng những số neuron như lần trước. Hình 6 cho thấy kết quả được cải thiện đáng kể, kết quả chính xác hơn so với các bộ dữ liệu được thử nghiệm trước đó cho áp suất trên 500 bara.



Hình 4. Sự tương quan giữa áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các bộ dữ liệu ban đầu.



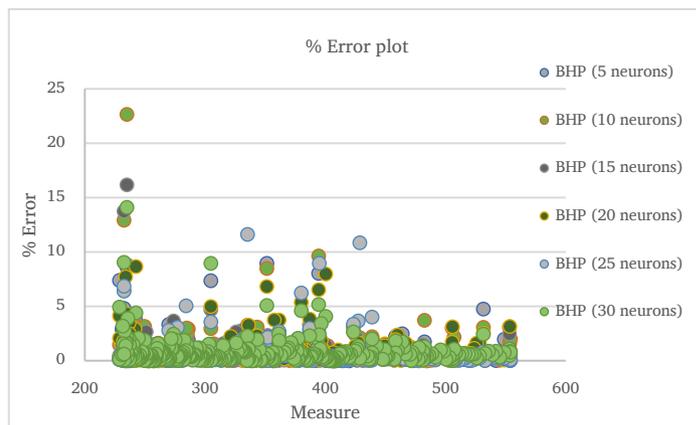
Hình 5. Sự tương quan giữa áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các dữ liệu được xử lý trước.



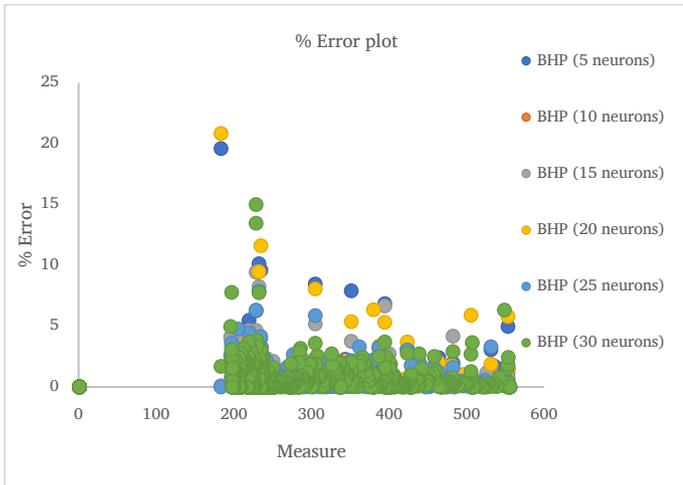
Hình 6. Sự tương quan giữa áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các dữ liệu thứ ba.

Đa phần sai số lớn nằm trong khoảng áp suất bé hơn 300 bara (Hình 7-9). Nguyên nhân chính dẫn đến sai số lớn có thể do sự mất ổn định của áp suất đáy giếng trong quá trình gần đóng giếng.

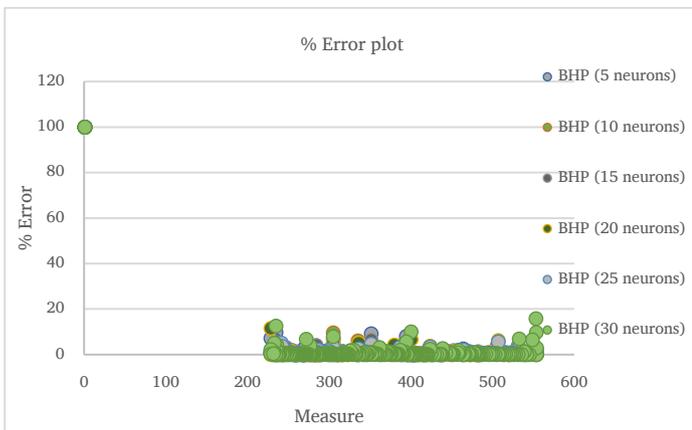
Hệ số tương quan giữa các giá trị thực tế và dự đoán vượt quá 0,99 cho tất cả các bộ dữ liệu. Ngoài ra, kết quả chính xác phụ thuộc vừa phải vào số lượng tế bào neuron. Đối với bộ dữ liệu đầu tiên, hiệu suất của mô hình ANN với 25 tế bào neuron bị lu mờ so với quy trình luyện mạng bao gồm 5, 10, 15, 20, 30 tế bào neuron, trong khi các mô hình phát triển với 10 tế bào neuron và 15 tế bào neuron cho thấy lỗi tối thiểu cho bộ dữ liệu thứ hai và thứ ba. Những kết quả này cho thấy từ độ chính xác tổng thể của xu hướng chính xác hơn 98%. Tất cả các số liệu thống kê về hiệu suất mạng được minh họa trong Bảng 2.



Hình 7. Sai số của áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các bộ dữ liệu được xử lý trước.



Hình 8: Sai số của áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các bộ dữ liệu ban đầu.



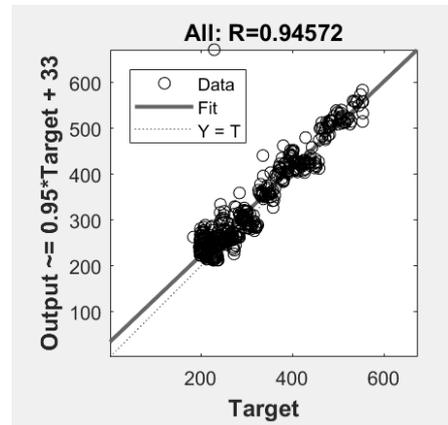
Hình 9. Sai số của áp suất được tính toán bằng ANN và áp suất đo được ở đáy giếng cho các dữ liệu thứ ba.

Bảng 2. Một số hệ số thống kê của mạng ANN.

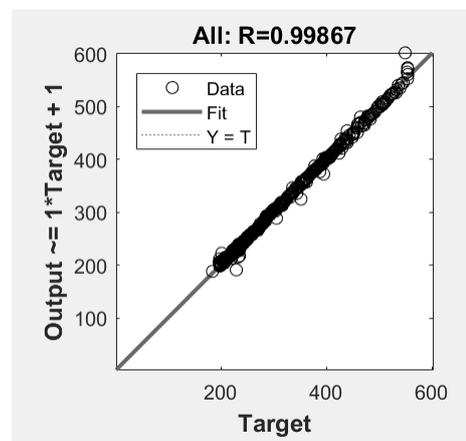
Number of Neurons		5	10	15	20	25	30
The first dataset	Covariance	7300,611	7331,409	7253,77	7376,389	7322,487	7313,558
	Correlation coefficient, R	0,998654	0,998611	0,99905	0,998776	0,999381	0,99866
	Slope	0,994901	0,999098	0,988518	1,005228	0,997882	0,996665
	Intercept	1,948462	0,572875	4,015943	-3,33806	0,849969	2,159248
The second dataset	Mean squared error, MSE	22,47081	11,92206	12,39136	17,70123	13,1822	55,03092
	Covariance	8283,395	8325,848	8288,026	8360,585	8265,47	8288,871
	Correlation coefficient, R	0,998673	0,999293	0,999282	0,998944	0,999272	0,996727
	Slope	0,991358	0,996439	0,991913	1,000596	0,989213	0,992014
The third dataset	Intercept	3,057974	0,967952	2,669196	-0,13475	3,214806	2,141015
	Mean squared error, MSE	22,25736	31,15542	17,3894	24,65324	25,27256	20,69198
	Covariance	8379,055	8294,319	8400,7	8382,974	8462,042	8396,786
	Correlation coefficient, R	0,998677	0,998201	0,998976	0,998572	0,998539	0,998771
Slope	0,996081	0,986007	0,998654	0,996546	1,005946	0,998188	
	Intercept	1,367434	4,946677	0,056886	0,393409	-1,86112	0,472897

Tuy nhiên, các sai số giữa những mạng ANN có số neuron khác nhau hầu như không đáng kể. Sai số chênh lệch chỉ trong khoảng 1%. Hình 10 – 13 biểu thị kết quả khi luyện mạng ANN tương ứng với số

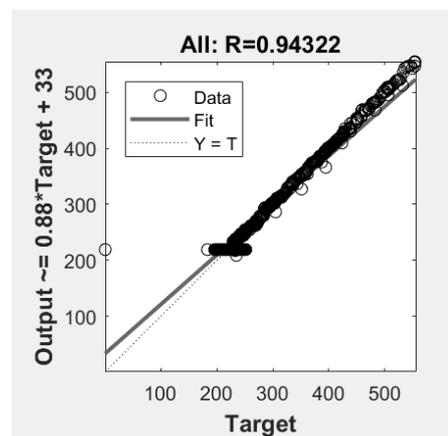
neuron cho ít sai số nhất của từng trường hợp. Tóm lại, số neuron khi luyện mạng ANN không ảnh hưởng nhiều đến kết quả và trong một vài trường hợp, nếu cần độ chính xác tuyệt đối, phép thử thay đổi số neuron là cần thiết.



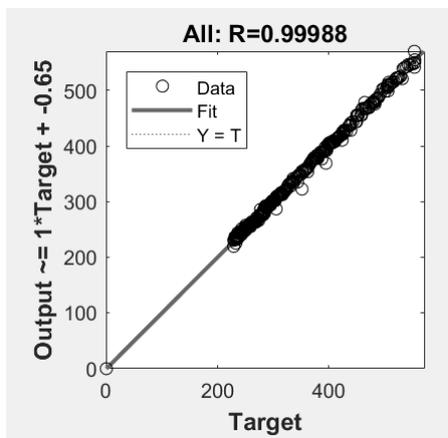
Hình 10. Sai số của mạng ANN bao gồm 5 neuron của các bộ dữ liệu ban đầu.



Hình 11. Sai số của mạng ANN bao gồm 25 của các bộ dữ liệu ban đầu.



Hình 12. Sai số của mạng ANN bao gồm 10 của các bộ dữ liệu được xử lý trước.



Hình 13. Sai số của mạng ANN bao gồm 15 của các bộ dữ liệu thứ ba.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã trình bày dự đoán áp suất lỗ dưới trong giếng dọc bằng cách sử dụng mô hình ANN kết hợp với phân tích dữ liệu để đạt được mô hình tối ưu. Hiệu quả của các mô hình ANN được xây dựng phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như dữ liệu đầu vào và đầu ra, một số đào tạo thần kinh. Đặc biệt, dữ liệu đầu vào được triển khai đóng một vai trò thiết yếu trong việc xây dựng các mô hình ANN. Do đó, dữ liệu ban đầu nên được áp dụng một số bộ lọc để phát hiện và loại bỏ các biến dự phòng để tối ưu hóa kết quả. Tổng cộng có 1568 bộ dữ liệu được sàng lọc để phát triển mô hình ANN. Để xác định mô hình nào là chính xác, tính toán hồi quy đã được sử dụng cho từng trường hợp. Kết quả đã chứng minh rằng mô hình ANN phát triển cho phép dự đoán áp suất lỗ dưới với sự phù hợp đáng kể với áp suất đo về hệ số tương quan là 0,99 và sai số bình phương trung bình tối thiểu. Mặc dù mô hình ANN có thể được sử dụng như là công cụ hiệu quả để dự đoán áp suất lỗ dưới, số lượng tế bào thần kinh cho mỗi trường hợp nên được xem xét cho kết quả tối ưu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số To-ĐCDK-2021-07.

Tài liệu tham khảo

[1]. T. H. Ahmed, "Reservoir engineering handbook", Elsevier, 2021.
 [2]. Osman, E. A., Mohammed A. A., and Mohammed A. A., "Artificial Neural Network Model for predicting bottom-hole flowing pressure in vertical multiphase flow" Society of Petroleum Engineers, 2005. Doi: <https://doi.org/10.2118/93632-MS>
 [3]. Mohammadpoor M, Shahbazi K, Torabi F, Firouz ARQ, "A new methodology for prediction of bottomhole flowing pressure in vertical multiphase flow in Iranian oil fields using artificial neural networks (ANNs)" Society of Petroleum Engineers SPE Latin American and

Caribbean Petroleum Engineering Conference, 1-3 December. DOI: <https://doi.org/10.2118/139147-MS>

[4]. Jahanandish, B. and Salimifard, H. J. , " Predicting Bottomhole Pressure in vertical multiphase flowing wells using artificial neural networks" Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 75, no. 3-4, pp. 336-342, 2011.
 [5]. Li, X., Miskimins, J., and Hoffman, B. T., "A combined bottom-hole pressure calculation procedure using multiphase correlations and artificial neural network models" SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2118/170683-MS>
 [6]. Medhat, A., Hassan, Y, " Neural networks for flow bottom hole pressure prediction" Int. J. Energy a Clean Environ, pp. 1839-1856, 2016.
 [7]. Spesivtsev, P., Sinkov, K., Sofronov, I., Zimina, A., Umnov, A., Yarullin, R., Vetrov, D., "Predictive model for bottomhole pressure based on machine learning" Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 166, pp. 825-841, 2018.
 [8]. R. P. Lippmann, "An introduction to computing with Neural Nets", IEEE ASSP Magazine, pp. 4-22, 1987.
 [9]. R. Burbidge, M. Trotter, B. Buxton, S. Holden, "Drug design by machine learning: support vector machines for pharmaceutical data analysis" Computers & Chemistry, vol. 26, no. 1, pp. 5-14, 2001.
 [10]. Schalkoff, R, "Artificial Neural Networks" McGraw-Hill, pp. 62-92, 1997



Ván khuôn thi công lan can cầu sử dụng xe đúc

Nguyễn Văn Mạnh¹

¹ Khoa cơ khí - Trường đại học xây dựng Hà Nội

TỪ KHOẢ

Ván khuôn
 Lan can cầu
 Đúc hẫng

TÓM TẮT

Đúc hẫng là công nghệ thi công kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép dự ứng lực bằng phương pháp đúc bê tông các khối dầm liên tiếp từ hai phía. Các khối bê tông đúc hẫng được đổ tại chỗ trên đà giáo di động gọi là xe đúc. Lan can là kết cấu quan trọng trong hệ thống kết cấu cầu, đóng vai trò bảo vệ cho người và phương tiện khi tham gia giao thông. Trong những năm tới, nhu cầu xây dựng cầu mới sẽ tăng lên ở Việt Nam. Do đó, số lượng lan can được thực hiện cũng sẽ tăng lên. Trong giai đoạn lập kế hoạch, tính chất của địa điểm xây dựng phải được đánh giá thích hợp và lựa chọn hệ ván khuôn phù hợp, bao gồm công tác treo, để giảm thiểu rủi ro và chi phí cũng như tránh mọi sự chậm trễ trong thi công. Bài báo giới thiệu hệ ván khuôn thi công lan can cầu thi công sử dụng xe đúc.

KEYWORDS

Formwork
 Bridge parapets
 The cantilever system

ABSTRACT

The cantilever is a construction technology of prestressed reinforced concrete span structures by the concrete casting of consecutive beam blocks from two sides. The cantilevered concrete blocks are poured in place on movable scaffolding called casters. The railing is an important structure in the bridge system, playing a protective role for people and vehicles when participating in traffic. In the coming years, the demand for new bridge construction will increase in Vietnam. As a result, the number of railings to be made will also increase. During the planning phase, the nature of the construction site must be properly assessed and the appropriate formwork system selected, including suspension work, to minimize risks and costs as well as avoid any delays. in construction. The article introduces the formwork system for the construction of bridge railings constructed by the cantilever method.

1. Giới thiệu

Lan can cầu là phần biên ngoài cùng của mặt cầu. Lan can cầu có tác dụng ngăn không cho người cũng như phương tiện giao thông bị văng ra khỏi cầu, tạo cảm giác an toàn cho người đi trên cầu đồng thời tạo mỹ quan cho cầu.

Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11823-13:2017 về Thiết kế cầu đường bộ - Phần 13: Lan can, đã nêu ra yêu cầu: [[1]]

Khi thiết kế cầu, phải xác định yêu cầu đảm bảo an toàn cho lan can cầu. Nên chọn loại hình Lan can cầu sao cho đáp ứng đảm bảo an toàn đầy đủ và thiết thực. Phải xác định mức độ ngăn chặn của lan can phù hợp với vị trí cầu.

Lan can phải được bố trí dọc theo các mép kết cấu để bảo vệ cho xe và người đi bộ. Các kết cấu hộ lan khác có thể được dựng trên các công có chiều dài như cầu. Công tác ván khuôn phục vụ thi công bê tông lan can cầu là công tác quan trọng trong mỗi dự án.

Đề tài "Nghiên cứu thiết kế và chế tạo xe đúc phục vụ xây dựng cầu bê tông dự ứng lực nhịp lớn bằng phương pháp đúc hẫng" đã được ứng dụng rộng rãi trong toàn quốc, mang lại hiệu quả kinh tế lớn. Từ hai bộ xe đúc hẫng đầu tiên mua của Thụy Sĩ và của Pháp để làm Cầu Phú Lương và Cầu Sông Gianh, từ kết quả nghiên cứu

của đề tài này, đến nay Ngành Giao thông vận tải đã tự thiết kế, chế tạo và vận hành tốt khoảng sáu mươi bộ xe đúc hẫng với giá thành mỗi bộ chỉ bằng (60-70) % so với nhập của nước ngoài. Các bộ xe đúc hẫng này đang phát huy hiệu quả và trở thành những thiết bị thi công đặc chủng trên hàng chục các công trường xây dựng cầu lớn phân bố rộng khắp trong cả nước. [[2]]

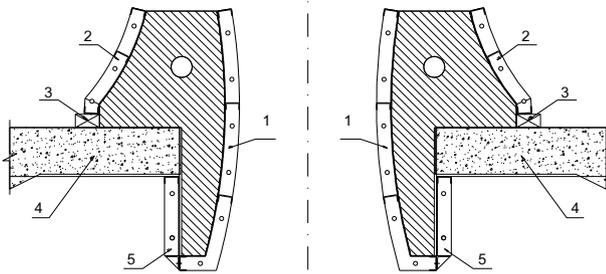
Xây dựng và phát triển cơ sở hạ tầng đóng vai trò quan trọng, giao thông kết nối vùng miền, văn hóa, thúc đẩy giao phát triển kinh tế xã hội. Lựa chọn, quyết định giải pháp ván khuôn cho mỗi công trình là một trong những nội dung quan trọng trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư, ván khuôn chiếm khoảng (25- 40) % tổng chi phí dự án và gần 60 % thời gian thi công bê tông.

Mục đích của bài báo này là giới hệ thống ván khuôn di động phục vụ thi công lan can cầu bê tông cốt thép sử dụng xe đúc, trong điều kiện công nghệ chế tạo thiết bị, trình độ tổ chức thi công tại Việt Nam.

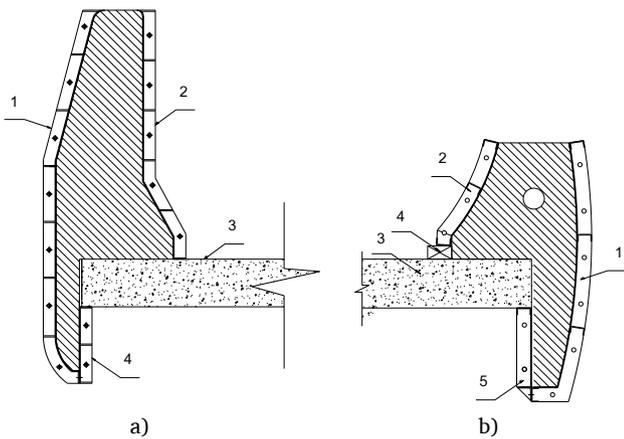
2. Hệ thống ván khuôn di động phục vụ thi công lan can cầu bê tông cốt thép

Hệ thống lan can bê tông cầu thường gặp các dạng sau [[3],[4]]:

*Liên hệ tác giả:
 Nhận ngày 21/01/2022, sửa xong ngày 15/02/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022
 Link DOI:



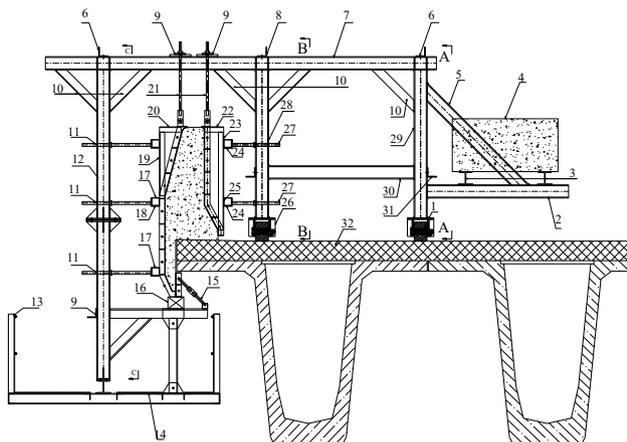
Hình 1. Cấu tạo điển hình lan can giữa 2 làn cầu bê tông cốt thép
1: Tấm ván khuôn thành bên; 2: Tấm ván khuôn phía trong bản mặt cầu; 3: Tấm palet gỗ; 4: Bản mặt cầu; 5: Tấm ván khuôn dưới bản đáy cầu.



Hình 2. Cấu tạo điển hình lan can biên cầu bê tông cốt thép
1: Tấm ván khuôn thành bên; 2: Tấm ván khuôn phía trong bản mặt cầu; 3: Bản mặt cầu; 4: Tấm palet gỗ (hình 2.b); 4, 5: Tấm ván khuôn dưới bản đáy cầu (hình 2.a và hình 2.b).

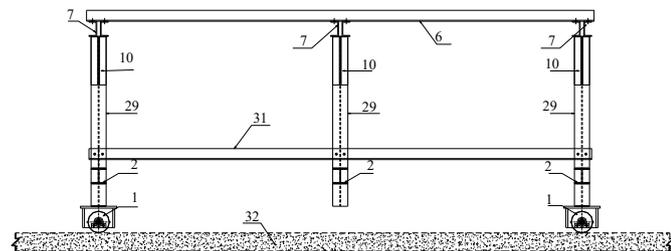
Hệ thống ván khuôn di động ngang phục vụ thi công lan can cầu bê tông cốt thép có các dạng điển hình sau:

a. Hệ thống ván khuôn thi công lan can biên cầu bê tông cốt thép



Hình 3. Cấu tạo điển hình hệ thống ván khuôn thi công lan can biên cầu bê tông cốt thép.

1: Cơ cấu di chuyển trong; 2: Dầm công xôn đỡ đối trọng; 3: Thép hình đỡ đối trọng; 4: Đối trọng; 5: Thanh chống xiên tăng cứng; 6, 8: Thép góc L liên kết; 7: Khung dầm trên; 9: Chi tiết liên kết thanh treo và dầm treo trên; 10: Thanh chống xiên tăng cứng; 11: Thanh vít điều chỉnh ngoài; 12: Khung trụ đứng treo giàn giáo ngoài; 13: Lan can sàn thao tác; 14: Hệ khung thép sàn thao tác; 15: Tầng đỡ điều chỉnh ván khuôn dưới bản đáy cầu; 16: Nệm gỗ; 17, 18: Chi tiết liên kết thanh vít điều chỉnh và tấm ván khuôn phía ngoài; 19: Thanh liên kết đứng ván khuôn ngoài với vít điều chỉnh; 20: Thanh liên kết ngang giữa ván khuôn và thanh treo ngoài; 22: Thanh treo ván khuôn; 23, 24, 25: Liên kết giữa ván khuôn trong với thanh vít điều chỉnh trong; 26: Cơ cấu di chuyển ngoài; 27: Thanh vít điều chỉnh trong; 28, 29: Khung trụ đứng phía trong; 30: Khung dầm dưới; 31: Thanh liên kết trụ đứng phía ngoài; 32: Bản mặt cầu



Hình 4. Mặt cắt A-A, cấu tạo điển hình hệ thống ván khuôn thi công lan can biên cầu bê tông cốt thép.

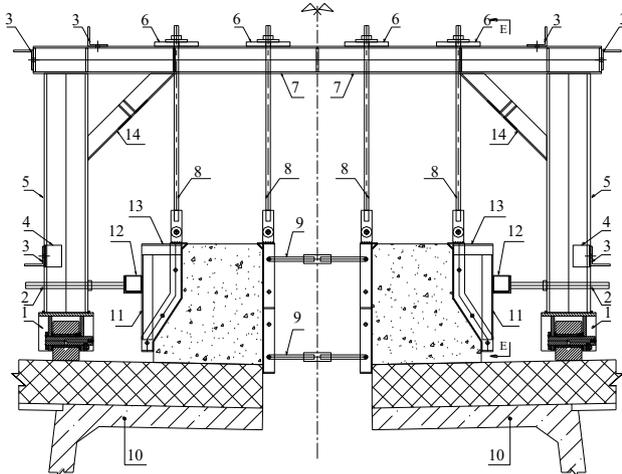
Hệ thống ván khuôn thi công lan can biên cầu bê tông cốt thép bao gồm các hệ thống chính sau:

Hệ thống di chuyển: Hệ thống di chuyển có nhiệm vụ tiếp nhận toàn bộ tải trọng do hệ thống khung truyền xuống và truyền xuống bản mặt cầu. Có 02 phương án dẫn động cơ cấu di chuyển thường gặp là dẫn động cơ khí và dẫn động thủy lực, tùy vào qui mô của từng dự án, phương án dẫn động sẽ được lựa chọn để tối ưu hóa ưu điểm, mang lại hiệu quả kinh tế và kỹ thuật.

- Hệ thống khung dầm: Bao gồm hệ thống khung trụ đứng phía trong (28,29), hệ thống khung trụ đứng phía ngoài (11), hệ thống khung dầm trên (7), hệ thống khung dầm dưới (30, 31) và hệ thống các thanh giằng chéo tăng cứng (10)
- Hệ thống treo, điều chỉnh và hệ thống ván khuôn: Bao gồm bộ thanh treo (21) có nhiệm vụ treo giữ, điều chỉnh ván khuôn theo phương đứng, các thanh vít điều chỉnh trong (27) và thanh vít điều chỉnh ngoài (11) nhằm điều chỉnh ván khuôn theo phương ngang, bóc tách ván khuôn khỏi cấu kiện đã thi công khi di chuyển hệ thống ván khuôn.
- Hệ thống sàn thao tác, an toàn: Có nhiệm vụ là đảm bảo an toàn cho người trong quá trình lắp đặt, tháo dỡ và di chuyển

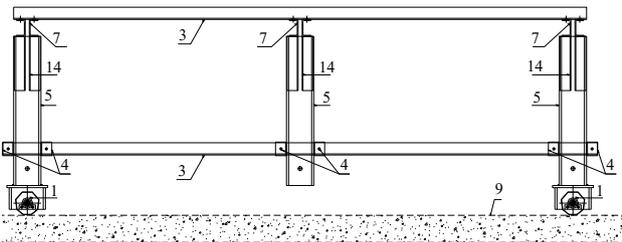
hệ thống ván khuôn. Đối trọng được đặt trên hệ thống khung dầm có nhiệm vụ ổn trọng, cân bằng đảm bảo an toàn trong quá trình thi công.

b. Hệ thống ván khuôn thi công lan can giữa 2 lần cầu bê tông cốt thép



Hình 5. Cấu tạo điển hình hệ thống ván khuôn thi công lan can giữa 2 lần cầu bê tông cốt thép

1: Cơ cấu di chuyển; 2: Thanh vít điều chỉnh; 3: Thanh L liên kết; 4: Thanh liên kết; 5: Khung trụ đứng; 6: Chi tiết liên kết thanh treo ván khuôn với khung dầm ngang; 7: Khung dầm ngang; 8: Thanh treo ván khuôn; 9: Tầng đỡ; 10: Bàn mặt cầu; 11, 12, 13: Thanh liên kết ván khuôn với thanh vít điều chỉnh



Hình 6. Mặt cắt D-D, cấu tạo điển hình hệ thống ván khuôn thi công lan can giữa 2 lần cầu bê tông cốt thép

Do được bố trí đối xứng giữa 2 bàn mặt cầu nên hệ thống ván khuôn thi công lan can giữa 2 lần cầu bê tông cốt thép không có đối trọng đặt trên hệ khung.

c. Qui trình thiết kế, thi công hệ thống ván khuôn thi công lan can cầu bê tông cốt thép

Hệ thống ván khuôn, xe đúc phục vụ thi công lan can cầu bê tông cốt thép cần đảm bảo các tiêu chí sau:

- Có tỷ lệ tái sử dụng cao các hệ thống thành phần như: Hệ thống di chuyển, hệ thống sàn thao tác.

- Có khả năng tháo lắp nhanh hơn: Phân tích liên kết ốc vít và liên kết chân bản lề để lựa chọn đưa ra giải pháp giảm thời gian tháo và lắp đặt.
- Đảm bảo an toàn, độ bền lắp đặt và thẩm mỹ của cấu kiện sau khi đúc.

Khi thi công các công trình cầu bê tông theo phương pháp đúc hẫng cân bằng, ván khuôn di động ngang là phương án được lựa chọn sử dụng phổ biến nhất để thi công hệ thống lan can. Toàn bộ ván khuôn này có thể được bố trí trên hệ thống đường ray hoặc bánh xe. Việc di chuyển toàn bộ hệ ván khuôn được thực hiện bằng tời hoặc kích. Với mỗi dự án khác nhau công tác hệ thống được khảo sát tính toán thiết kế để phù hợp với đặc điểm cấu tạo, qui mô của dự án, đảm bảo các tiêu chí kinh tế, kỹ thuật. Thông thường sau khi thiết kế, hệ thống ván khuôn được gia công, chế tạo tại nhà máy, các chi tiết sẽ được lắp đặt cơ bản tại nhà máy sau đó được cầu lắp, vận chuyển tới công trình.

Khi hoàn thành công tác chuẩn bị mặt bằng, định vị, hệ thống di chuyển được cầu lắp và cố định trên bản mặt cầu. Khung dầm chính và các chi tiết được cầu lắp đặt cố định trên hệ thống di chuyển. Công tác lắp đặt ván khuôn, điều chỉnh được thực hiện thông qua thanh treo và thanh vít điều chỉnh và tăng đơ. Công tác bê tông hoàn thành, khi bê tông đảm bảo đạt 70% cường độ trở lên, hệ thống ván khuôn được tách khỏi cấu kiện bằng việc điều chỉnh hệ thống tăng đơ, thanh treo và thanh vít điều chỉnh.

Hệ thống xe đúc ván khuôn di chuyển thi công lan can cầu bê tông cốt thép có ưu điểm: Lắp đặt nhanh, đơn giản, kết cấu gọn nhẹ, di chuyển dễ dàng và bề mặt cấu kiện sau hoàn thiện có tính thẩm mỹ cao.

3. Kết Luận

Những năm gần đây ngành xây dựng cầu của Việt Nam đã có những chuyển biến đáng kể bằng việc đầu tư vào công nghệ thi công hiện đại, một trong những công nghệ đó chính là tiếp cận, vận dụng thành công công nghệ thi công dầm hộp bê tông cốt thép dự ứng lực liên tục bằng phương pháp đúc hẫng cân bằng. Nguyên tắc cơ bản của phương pháp đúc hẫng cân bằng là sử dụng thiết bị giá đỡ ván khuôn (xe đúc) để tạo ra các đốt dầm, đoạn dầm. Do đó xe đúc có thể nói là nhân tố quan trọng, có tính quyết định tới sự thành công của công tác thi công. Việc thiết kế, chế tạo xe đúc phục vụ thi công lan can cầu phù hợp với công nghệ và trình độ gia công chế tạo trong nước là nội dung hết sức cấp thiết, nhằm giảm thiểu chi phí thi công so với xe đúc nhập khẩu tới (30-40) %, nâng cao trình độ chế tạo, cũng như thúc đẩy ngành cơ khí trong nước. Tuy nhiên công tác triển khai thi công thực hiện trên mặt bằng chật hẹp đòi hỏi đơn vị thi công phải có trình độ tổ chức tốt, trang thiết bị đồng bộ cũng như trình độ kỹ sư, công nhân phù hợp mới có thể đảm bảo chất lượng

công trình. Do đó mục tiêu có tính quyết định tới sự phát triển của ngành xây dựng là công tác chuyển giao công nghệ, qui trình thi công, vận hành của hệ thống thiết bị, xe đúc tới đội ngũ kỹ sư tương lai, kỹ sư hiện trường là nội dung có ý nghĩa quan trọng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11823-13:2017 về Thiết kế cầu đường bộ - Phần 13: Lan can
- [2]. Trần Doãn Thọ, (2004), Kết quả khoa học công nghệ giao thông vận tải giai đoạn 1999-2004 và phương hướng hoạt động đến năm 2020.
- [3]. Nguyễn Viết Trung, Hoàng Hà, Công nghệ đúc hẫng cầu bê tông cốt thép, NXB giao thông vận tải
- [4]. Nguyễn Trọng Nghĩa, Nguyễn Viết Trung, (2010), Ứng dụng chương trình RM trong phân tích tính toán kết cấu cầu. Tập 2: Phân tích tính toán kết cấu cầu bê tông cốt thép dự ứng lực thi công phân đoạn, NXB Xây dựng.

Một số đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả dự án nhà ở xã hội tại Tiền Giang

Lê Minh Quang^{1*}, Lê Hoài Long²

¹ Đại học Mở TP.Hồ Chí Minh

² Trường Đại học Bách Khoa (HCMUT), Đại học Quốc Gia TP.HCM (VNU-HCM)

TỪ KHOÁ

Nhà ở xã hội
Nhu cầu nhà ở
Giải pháp
Tiền Giang

TÓM TẮT

Phát triển nhà ở xã hội, là một trong những nhiệm vụ trọng tâm được Đảng và Nhà nước đặc biệt quan tâm nhằm tạo điều kiện cho các nhóm đối tượng gặp khó khăn về nhà ở có được chỗ ở ổn định, an tâm lao động và sản xuất nhằm tạo thêm của cải, vật chất cho xã hội, góp phần vào sự phát triển bền vững, tiến bộ của xã hội. Tuy nhiên, thực tế phát triển nhà ở tại một số địa phương, trong đó có tỉnh Tiền Giang vẫn còn nhiều hạn chế, khó khăn. Một trong những nguyên nhân là do chưa giải quyết được hài hòa mối quan hệ giữa nhu cầu của người dân và lợi nhuận đạt được của dự án. Chủ đầu tư chưa tìm hiểu kỹ thị trường và nhu cầu thực tế của người dân Tiền Giang về nhà ở xã hội. Mặt khác, qui mô, kiến trúc của các dự án cũng chưa phù hợp với tập tục, xu hướng của địa phương dẫn đến giá bán, cho thuê nhà ở quá cao, không phù hợp thực tế trong khi nhu cầu thực tế của người dân vẫn chưa được giải quyết. Do đó, cần phải tiếp tục nghiên cứu tìm ra giải pháp, phương hướng đúng đắn cho các dự án phát triển nhà ở xã hội tại Tiền Giang nhằm nâng cao hiệu quả các dự án đồng thời giải quyết được nhu cầu thiết thực của người dân. Trong bài viết này, từ việc thu thập, tổng hợp, đánh giá nhu cầu thực tế về nhà ở xã hội tại Tiền Giang, các tác giả với mục tiêu tìm một số đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả các dự án phát triển nhà ở xã hội tại Tiền Giang.

KEYWORDS

Social housing
Housing needs
Solutions
Tien Giang

ABSTRACT

The development of social housing is one of the crucial tasks that the government pays special attention to. It could create good accommodation conditions for the people and contribute to the sustainable development and the progress of society. However, the housing development in some localities, including Tien Giang, still has many limitations and difficulties. One of the reasons is that the relationship between people's needs and the project's profit has not been harmoniously addressed. The scale and architectural design of the projects are not suitable for local customs and trends. Therefore, it is necessary to research to find the right solutions and directions for social housing development projects in Tien Giang. The findings of the survey could be used to improve the efficiency of projects and to solve the actual needs of the people. In this article, from collecting, synthesizing, and assessing the circumstance of social housing in Tien Giang, the authors aim to find some directions to improve the efficiency of housing development projects in Tien Giang.

1. Giới thiệu

Giống như các quốc gia khác trên thế giới, Việt Nam phải đối mặt với nhiều thách thức nảy sinh từ việc tốc độ tăng trưởng kinh tế - xã hội tăng nhanh, như bất bình đẳng xã hội gia tăng và cơ sở hạ tầng chưa đầy đủ. Đặc biệt là quá trình đô thị hóa mạnh mẽ với lượng người nhập cư lớn dẫn đến tình trạng thiếu nhà ở tại các thành phố lớn. Những cá nhân và gia đình có thu nhập thấp là những người chịu nhiều khó khăn hơn những người khác trong xã hội, do không có nơi cư trú. Vì vậy, vấn đề về nhà ở luôn là vấn đề quan tâm hàng đầu của các cấp chính quyền và các nhà hoạch định chính sách. Việc thiếu các đơn vị nhà ở cho người có thu nhập thấp đã tạo ra áp lực

lớn cho Chính phủ Việt Nam cần xem xét đưa ra các giải pháp giải quyết phù hợp.

Trước thách thức này, Chính phủ Việt Nam đã nhận thấy rõ ràng rằng việc thiếu nhà ở giá rẻ không chỉ ảnh hưởng nặng nề và trực tiếp đến đời sống của người dân mà còn tác động tiêu cực đến các mục tiêu và chương trình mục tiêu quốc gia lâu dài. Tại Việt Nam, chính sách nhà ở xã hội được xây dựng muộn hơn so với nhiều nước trong khu vực, do đó việc ban hành các văn bản pháp luật đó là điều cần thiết để các cơ quan quản lý, nhà đầu tư và người dân đầu tư xây dựng và quản lý mô hình nhà ở hiệu quả.

Tuy nhiên, theo nhận định của các chuyên gia hoạch định chiến lược, việc triển khai các chính sách hiện nay còn chậm, dù thực tế nhu cầu đối với nhà ở xã hội là rất cao, nhưng nhiều dự án nhà ở xã

*Liên hệ tác giả: quanglm.188c@ou.edu.vn

Nhận ngày 15/11/2021, sửa xong ngày 19/12/2021, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.318>

hội vẫn đang bị tạm dừng hoặc triển khai chậm chạp, còn nhiều vướng mắc trong các thủ tục triển khai.... Phần lớn các dự án chưa đến được tay người mua. Trong khi đó, các nhà đầu tư lại gặp nhiều vướng mắc về chính sách, trình tự thủ tục đầu tư theo quy định.

Từ thực tế trên, lấy bối cảnh thực tế triển khai chính sách nhà ở xã hội tại tỉnh Tiền Giang, thông qua phương pháp điều tra, khảo sát bằng bảng câu hỏi để thu thập các thông tin liên quan, nhằm đánh giá nhu cầu về nhà ở xã hội của các đối tượng được hưởng chính sách theo quy định tại địa phương, làm cơ sở đề xuất một số giải pháp phù hợp góp phần nâng cao hiệu quả dự án nhà ở xã hội tại Tiền Giang.

2. Tổng quan

2.1. Khái niệm “nhà ở xã hội”

Thật khó để tìm ra khái niệm ngắn gọn về “nhà ở xã hội” bởi vì mỗi quốc gia, tổ chức hoặc thậm chí mỗi nhà nghiên cứu có những định nghĩa khác nhau dựa trên các tiêu chí và đặc điểm khác nhau. Đến nay, ngoài cách gọi “nhà ở xã hội”, có một số khái niệm thường được đề cập đến như: “nhà ở công cộng”, “nhà ở giá rẻ” và “nhà ở thu nhập thấp” dường như đôi khi được sử dụng thay thế cho nhau. Tuy nhiên, có một sự khác biệt nhỏ giữa chúng và sẽ tốt hơn nếu các thuật ngữ này được xác định và phân biệt để có thể sử dụng chúng một cách chính xác và tránh nhầm lẫn.

Tại Việt Nam, Luật Nhà ở 2014 được ban hành và có hiệu lực từ ngày 01 tháng 7 năm 2015, trong đó định nghĩa: “Nhà ở xã hội là nhà ở có sự hỗ trợ của Nhà nước cho các đối tượng được hưởng chính sách hỗ trợ về nhà ở theo quy định của Luật này”. Theo đó, các nhóm đối tượng được hưởng chính sách về nhà ở xã hội được quy định tại Điều 49 của Luật Nhà ở 2014, bao gồm: người có công với cách mạng; hộ nghèo tại nông thôn; người có thu nhập thấp tại đô thị; công nhân; cán bộ, công chức, viên chức; sĩ quan, công an; học sinh, sinh viên, ...

Rõ ràng, nếu so sánh khái niệm “nhà ở xã hội” được quy định trong các văn bản quy phạm pháp luật của Việt Nam với các nước trên thế giới thì không có nhiều sự khác biệt giữa chúng. Nó cũng nhấn mạnh vai trò của nhà nước để cung cấp nhà ở cho các đối tượng không có điều kiện mua nhà ở thương mại. Loại nhà ở này do chính phủ hoặc các tổ chức được giao xây dựng và quản lý vận hành nhà ở, các đối tượng chỉ được cho thuê, thuê mua và thừa kế. Đồng thời, để được thuê, thuê mua nhà ở xã hội, các đối tượng này phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu, điều kiện hợp pháp cũng như tuân thủ các thủ tục pháp lý.

2.2. Các nghiên cứu tương tự đã công bố

Thông qua việc khảo sát có sự tham vấn sâu của các chuyên gia trong lĩnh vực quy hoạch và quản lý đô thị, các tác giả Ta Quynh Hoa, Phạm Đình Tuyen (2021) đã nghiên cứu và tìm hiểu rõ bối cảnh phát triển nhà ở xã hội cho người lao động làm việc tại các

khu công nghiệp tại Việt Nam, để chứng minh những đặc điểm nổi bật của các loại hình nhà ở này, cũng như các vấn đề cốt yếu liên quan đến nhà ở xã hội và nhà ở phi chính thức cho công nhân nhà máy. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đã đưa ra được các giải pháp nhằm tìm ra một số khái niệm phù hợp cho nhà ở xã hội hướng đến đối tượng là công nhân công nghiệp và hướng tới mục tiêu xã hội bền vững, cụ thể: về thể chế pháp lý, cơ chế quản lý, xây dựng cơ sở dữ liệu nhà ở công nhân và các giải pháp kỹ thuật cơ bản (quy hoạch và tổ chức không gian).[4]

Trong một nghiên cứu khác của các tác giả TS. Phạm Đình Tuyền và ThS. Lê Lan Hương (2015), trên cơ sở cụ thể hoá quan điểm, hành lang pháp lý về phát triển nhà ở xã hội đã được các cơ quan Trung ương ban hành; các luận cứ khoa học phục vụ cho việc triển khai có hiệu quả Chiến lược phát triển nhà ở quốc gia, trong đó có phát triển nhà ở xã hội tại từng địa phương đặt ra, các tác giả đã hình thành một sản phẩm khoa học công nghệ, trước hết là lý luận, về mô hình phát triển nhà ở xã hội Việt Nam.[12]

Nghiên cứu của tác giả Vũ Thị Minh (2015) về những bất cập trong chính sách nhà ở cho người thu nhập thấp của thành phố Hà Nội được thực hiện trên cơ sở phân tích, đánh giá tình hình thực thi chính sách hỗ trợ cho người có thu nhập thấp trên địa bàn thành phố Hà Nội, từ đó đã chỉ ra các bất cập từ quá trình thực hiện chính sách về nhà ở xã hội, từ khâu hoạch định đến khâu thực thi và điều chỉnh chính sách.[14]

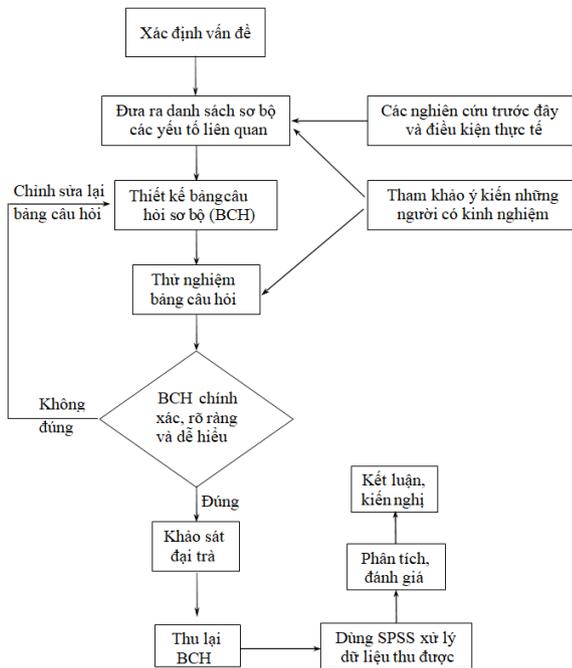
Trong một nghiên cứu về giải pháp cho nhà ở giá rẻ, các tác giả Susilawati và Armitage (2010) thông qua việc thảo luận trên cơ sở các đặc tính điển hình của bốn loại hình sản phẩm nhà ở giá rẻ, trong đó nhấn mạnh các thiết kế đặc biệt và các tiện nghi cần thiết cho những người có nhu cầu đặc biệt. Đã nghiên cứu đưa ra một loạt các giải pháp về nhà ở giá cả phải chăng cho người thu nhập thấp bằng phương thức thuê mua.[11]

Tác giả Phạm Thị Trúc Hoa Quynh (2011) trong một nghiên cứu về những bất cập và các giải pháp phát triển nhà ở xã hội tại Việt Nam, bằng các phương pháp phân tích (dữ liệu) và các phương pháp so sánh, đánh giá sẽ được sử dụng. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng kết hợp với nghiên cứu kinh nghiệm của ba quốc gia là Singapore, Hong Kong và Thái Lan, để rút ra những bài học kinh nghiệm quý báu mà Việt Nam có thể xem xét và áp dụng vào thực tế.[9]

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Quy trình nghiên cứu

Hình 1 thể hiện nội dung chung cho từng công đoạn từ đơn giản đến phức tạp nhằm hoàn thiện bằng câu hỏi chất lượng ngoài ra nội dung tiến trình các bước tiếp theo sẽ rõ ràng hóa lộ trình mà nghiên cứu hướng đến.



Hình 1. Sơ đồ mô hình nghiên cứu.

3.2. Thiết kế bảng câu hỏi

Đầu tiên, cần phải liệt kê được một danh sách các yếu tố sơ bộ có liên quan đến nhu cầu của các đối tượng khách hàng đối với dự án nhà ở xã hội bằng cách nghiên cứu, xem xét tỷ mỉ các công trình nghiên cứu có liên quan cả trong và ngoài nước. Tiếp theo, tác giả đã

mời một nhóm chuyên gia gồm 10 người để thực hiện việc kiểm tra, chọn lọc một lần nữa các yếu tố phù hợp nhất. Các chuyên gia này có nhiều kinh nghiệm trong triển khai thực hiện chính sách nhà ở xã hội tại Tiền Giang. Trong 10 chuyên gia này, có 02 người có kinh nghiệm công tác trên 30 năm, 02 người có kinh nghiệm công tác từ 10 năm trở lên và 06 người có ít nhất 05 năm kinh nghiệm công tác trong lĩnh vực xây dựng.

Qua kiểm tra của các chuyên gia, một vài yếu tố được loại bỏ ra khỏi danh sách do không phù hợp với yêu cầu. Bên cạnh đó, danh sách cũng xem xét, bổ sung các yếu tố mà các chuyên gia yêu cầu thêm vào do đã từng gặp phải trong quá trình công tác liên quan đến nhu cầu nhà ở xã hội tại Tiền Giang. Tiếp đó, 01 bảng câu hỏi khảo sát sơ bộ được hình thành.

Mặt khác, 01 nhóm khác gồm 05 chuyên gia có kinh nghiệm trong thực hiện chính sách nhà ở xã hội, có ít nhất 5 năm kinh nghiệm, cùng tham gia kiểm tra thử nghiệm bảng câu hỏi khảo sát sơ bộ cùng với nhóm 10 chuyên gia trước. Cuối cùng, bảng câu hỏi (BCH) khảo sát gồm 27 yếu tố đã được hoàn chỉnh, đã được các chuyên gia thống nhất và thực hiện thử nghiệm khảo sát đại trà.

Để đánh giá được nhu cầu của người dân Tiền Giang về nhà ở xã hội. Các đối tượng tham gia khảo sát sẽ được yêu cầu cho biết “mức độ đồng ý” của họ đối với các yếu tố theo mức độ từ 1 = “Hoàn toàn không đồng ý”, 2 = “Đồng ý mức thấp”, 3 = “Đồng ý ở mức trung bình”, 4 = “Khá đồng ý”, đến 5 = “Rất đồng ý”. Những người tham gia trả lời cũng được yêu cầu thêm vào các yếu tố mà họ cho rằng cần thiết. Tuy nhiên, những yếu tố thêm vào ảnh hưởng đáng kể.

Bảng 1. Kết quả kiểm tra hệ số Cronbach's Alpha.

STT	Mã hóa	Nhóm yếu tố khảo sát đánh giá	Cronbach's Alpha	Corrected Item-Total Correlation
1	Q1.1	Gần nơi làm việc	.847	.841
2	Q1.2	Gần siêu thị/trung tâm thương mại		.817
3	Q1.3	Gần chợ/cửa hàng tạp hóa/thực phẩm		.690
4	Q1.4	Gần trường học/trường mẫu giáo		.579
5	Q1.5	Gần bệnh viện/Trạm y tế		.676
6	Q1.6	Trong khu đông dân cư		.685
7	Q2.1	Không gian chức năng trong nhà đảm bảo theo quy chuẩn	.789	.755
8	Q2.2	Thiết kế căn hộ đẹp		.531
9	Q2.3	Nội thất, tiện nghi đầy đủ		.662
10	Q2.4	Hệ thống phòng cháy chữa cháy đạt chuẩn		.599
11	Q3.1	Giao thông thuận tiện, thông thoáng, không bị ùn tắc	.750	.594
12	Q3.2	Hệ thống thu gom nước thải, rác thải đảm bảo hợp vệ sinh		.322
13	Q3.3	Có bãi xe rộng rãi, thông thoáng		.387
14	Q3.4	Có bảo vệ, camera an ninh,...đảm bảo trật tự, an toàn		.682
15	Q3.5	Có công viên, cây xanh		.720
16	Q3.6	Có bố trí khu thương mại dịch vụ trong khu nhà		.570

STT	Mã hóa	Nhóm yếu tố khảo sát đánh giá	Cronbach's Alpha	Corrected Item-Total Correlation
17	Q4.1	Chủ đầu tư có uy tín	.833	.615
18	Q4.2	Chủ đầu tư có năng lực tài chính và kinh nghiệm		.626
19	Q4.3	Hồ sơ pháp lý dự án rõ ràng		.331
20	Q4.4	Dự án đảm bảo tiến độ		.781
21	Q4.5	Chất lượng thi công đảm bảo		.909
22	Q5.1	Giá hợp lý so với vị trí, qui mô căn hộ	.622	.333
23	Q5.2	Chi phí quản lý vận hành và bảo trì hợp lý		.601
24	Q5.3	Hình thức thanh toán tiện lợi		.407
25	Q6.1	Chính sách bảo hành, bảo trì phù hợp	.938	.934
26	Q6.2	Được vay vốn ưu đãi khi mua nhà		.850
27	Q6.3	Được phân kỳ thanh toán		.885

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Kết quả thu thập dữ liệu

Kết quả thu về, đối tượng tham gia khảo sát nhiều nhất là “công nhân” chiếm 58,1%, điều đó có nghĩa là đối tượng này có nhu cầu cao nhất đối với nhà ở xã hội. Tiếp theo đối tượng “công nhân” thì có 02 đối tượng cũng có nhu cầu tương đối cao là “Công chức/viên chức” và “nhân viên (người có thu nhập thấp)”. Kết quả trên là phù hợp tình hình triển khai chính sách trên địa bàn tỉnh cũng như cả nước. Trong những năm qua việc chăm lo giải quyết nhà ở cho người dân luôn được Đảng và Nhà nước ta quan tâm và xác định là nhiệm vụ trọng tâm trong phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Trong đó, đối tượng “công nhân” được các cấp đặc biệt quan tâm do đây là đối tượng có lực lượng đông nhất và cũng là đối tượng có nhu cầu về nhà ở cấp thiết nhất. Điều đó được thể hiện trong Chỉ thị số 03/CT-TTg ngày 25/1/2017 của Thủ tướng Chính phủ, trong đó yêu cầu các cơ quan trung ương và địa phương phải triển khai các giải pháp nhằm tháo gỡ các khó khăn, vướng mắc cho việc phát triển nhà ở xã hội cho công nhân; huy động các doanh nghiệp và cá nhân tham gia đầu tư phát triển nhà ở cho công nhân làm việc tại các khu, cụm công nghiệp.[12]

Bên cạnh đó, theo kết quả thu thập được, trên địa bàn tỉnh Tiền Giang các đối tượng có nhu cầu về nhà ở xã hội chủ yếu là các hộ gia đình trẻ có độ tuổi từ 25 - 35 tuổi và đã có con. Thực tế rõ ràng, Việt Nam đang ở thời kỳ “dân số vàng” với cơ cấu đạt hơn 98 triệu người, trong đó đối tượng người trẻ dưới 35 tuổi chiếm khoảng 35 %. Trong 10 năm gần đây, tỷ lệ người trẻ dưới 35 tuổi trong số lượng khách hàng mua nhà ngày càng tăng. Tuy nhiên, với mức thu nhập bình quân còn thấp của các hộ thì việc mua một ngôi nhà hay một căn hộ chung cư thương mại là hết sức khó khăn. Do đó, nhà ở xã hội là một lựa chọn vô cùng phù hợp trong giai đoạn hiện nay.

4.2. Kết quả kiểm định thang đo

Kết quả kiểm tra hệ số Cronbach's Alpha của các yếu tố đánh giá nhu cầu về nhà ở của các nhóm đối tượng được hưởng chính sách nhà ở xã hội trên địa bàn tỉnh Tiền Giang được tổng hợp trình bày trong Bảng 1.

Kết quả kiểm tra hệ số Cronbach's Alpha của các nhóm 1, 4 và 6 > 0,8 cho thấy thang đo của 3 nhóm này là tốt; Cronbach's Alpha của các nhóm 2 và 3 > 0,7 cho thấy thang đo của các nhóm này là sử dụng được; riêng Cronbach's Alpha của nhóm 5 > 0,6 cho thấy thang đo của nhóm này là có thể sử dụng được (Hoàng Trọng, Chu Nguyễn Mộng Ngọc, 2008).[5]

Hệ số tương quan biến - tổng (Corrected Item-Total Correlation) của tất cả các biến trong các thang đo đều > 0,3 cho thấy mức độ đóng góp của các mục hỏi đối với vấn đề nghiên cứu là có ý nghĩa khá cao.

Tóm lại, thông qua việc kiểm tra hệ số Cronbach's Alpha và hệ số tương quan biến - tổng của 6 nhóm yếu tố đánh giá, nhận thấy rằng thang đo của tất cả các nhóm đều từ mức “có thể sử dụng được” cho đến “tốt”; và mức độ đóng góp của các mục hỏi đối với vấn đề nghiên cứu là khá cao. Kết luận được đưa ra là toàn bộ các biến được giữ lại để sử dụng cho các bước phân tích tiếp theo.

4.3. Phân tích nhân tố khám phá

Sau khi phân tích Cronbach's Alpha xong, bước kế tiếp là phân tích phân nhân tố khám phá với các lý do là phân tích Cronbach's Alpha chỉ thực hiện trên từng thang đo một cách riêng lẻ, do đó để kiểm tra xem có hay không trường hợp thang đo của biến này có mối quan hệ với thang đo của biến khác, phân tích nhân tố khám phá được sử dụng để loại bỏ các trường hợp đó ra, và thỏa mãn giá trị hội tụ và đảm bảo giá trị phân biệt. Trong đó, giá trị hội tụ là thể hiện việc các biến quan sát hội tụ về cùng một nhân tố; giá trị phân biệt là thể hiện các biến quan sát thuộc các nhân tố khác nhau thì phân biệt với nhau.

Phân tích nhân tố khám phá là một phương pháp phân tích thống kê dùng để loại bỏ những biến quan sát không đóng góp ý nghĩa cho ra tập biến mới nhỏ hơn tập biến ban đầu. Trong phân tích nhân tố khám phá, phương pháp trích Principal Components Analysis đi cùng với phép xoay Varimax là cách được sử dụng phổ biến nhất. Hệ số tải nhân tố (factor loading) là chỉ tiêu để đảm bảo mức ý nghĩa thiết thực của kỹ thuật phân tích. Trong nghiên cứu này, hệ số tải nhân tố (Factor loading) được lấy lớn hơn 0,55 khi thực hiện phân tích.

Trong nghiên cứu, việc phân tích nhân tố khám phá được thực hiện qua hai lần, do trong kết quả phân tích lần một có 02 biến xấu là Q4.3 và Q4.2. Sau khi loại bỏ 02 biến này để tiến hành phân tích lần hai, cuối cùng, 25 biến quan sát còn lại cho ra kết quả phân tích hội tụ và phân biệt như Bảng 2. Tổng phương sai trích được giải thích bằng 73,4 % > 50 %. Hệ số Eigenvalue đều từ 1,023 trở lên (đều lớn hơn 1). Kết quả Rotated Component Matrix cho thấy, 25 biến quan sát được phân thành 6 nhân tố, và đều có hệ số tải lớn hơn 0,5 và không có biến không phù hợp với toàn thể.

Bảng 2. Kết quả phân tích nhân tố khám phá.

STT	Mã hóa	Nhóm yếu tố khảo sát đánh giá	Hệ số tải nhân tố	Đặt tên nhân tố
1	Q1.2	Gần siêu thị/trung tâm thương mại	.816	Vị trí
	Q1.1	Gần nơi làm việc	.803	
	Q1.4	Gần trường học/trường mẫu giáo	.783	
	Q1.3	Gần chợ/cửa hàng tạp hóa/thực phẩm	.720	
	Q1.5	Gần bệnh viện/Trạm y tế	.698	
	Q1.6	Trong khu đông dân cư	.660	
2	Q2.2	Thiết kế căn hộ đẹp	.731	Căn hộ
	Q2.3	Nội thất, tiện nghi đầy đủ	.721	
	Q5.1	Giá hợp lý so với vị trí, qui mô căn hộ	.588	
	Q4.4	Dự án đảm bảo tiến độ	.559	
3	Q3.2	Hệ thống thu gom nước thải, rác thải đảm bảo hợp vệ sinh	.807	Giao thông và xử lý rác thải
	Q3.3	Có bãi xe rộng rãi, thông thoáng	.681	
	Q3.1	Giao thông thuận tiện, thông thoáng, không bị ùn tắc	.620	
4	Q4.1	Chủ đầu tư có uy tín	.871	Chủ đầu tư
	Q4.5	Chất lượng thi công đảm bảo	.801	
5	Q3.6	Có bố trí khu thương mại dịch vụ trong khu nhà	.781	Tiện ích và Chi phí
	Q3.4	Có bảo vệ, camera an ninh,...đảm bảo trật tự, an toàn	.685	
	Q2.4	Hệ thống phòng cháy chữa cháy đạt chuẩn	.590	
	Q3.5	Có công viên, cây xanh	.567	
	Q2.1	Không gian chức năng trong nhà đảm bảo theo quy chuẩn	.545	
	Q5.2	Chi phí quản lý vận hành và bảo trì hợp lý	.569	
	Q5.3	Hình thức thanh toán tiện lợi	.816	
6	Q6.3	Được phân kỳ thanh toán	.824	Chính sách
	Q6.1	Chính sách bảo hành, bảo trì phù hợp	.782	
	Q6.2	Được vay vốn ưu đãi khi mua nhà	.536	

4.4. Đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả dự án nhà ở xã hội tại tỉnh Tiền Giang

Từ kết quả phân tích nêu trên, một số đề xuất nhằm hướng tới nâng cao hiệu quả các dự án nhà ở xã hội tại Tiền Giang như sau:

Thứ nhất, về lựa chọn địa điểm xây dựng công trình

Việc xác định địa điểm đầu tư xây dựng công trình gắn liền với chủ trương đầu tư do Ủy ban nhân dân (UBND) tỉnh phê duyệt do các dự án phát triển nhà ở xã hội phần lớn là các dự án được Nhà nước giao đất nhưng miễn tiền sử dụng đất. Đồng thời, các dự án nhà ở xã hội đa phần đều nằm trong danh mục dự án mời gọi đầu tư, được UBND tỉnh phê duyệt chủ trương đầu tư trước khi tổ chức mời gọi đầu tư. Chính vì thế,

để đảm bảo nhu cầu của người dân đối với vị trí của dự án nhà ở xã hội như nêu trên, trách nhiệm thuộc về phía chính quyền địa phương trong việc xác định địa điểm đầu tư xây dựng công trình.

Thứ hai, về quy hoạch xây dựng và kiến trúc

Theo nhu cầu của các đối tượng hưởng chính sách, các dự án nhà ở xã hội tại Tiền Giang nên xem xét lựa chọn loại nhà chung cư thấp tầng để cho thuê, thuê mua và bán. Các chung cư này có tầng cao tối đa 05 tầng; diện tích mỗi căn khoảng 45-70 m², được bố trí đầy đủ công năng sử dụng: Diện tích 45 m² với 2 phòng ngủ và diện tích 70 m² với 3 phòng ngủ được trang trí và bố trí nội thất đảm bảo không gian sinh hoạt đầy đủ tiện nghi, thỏa mãn trạng thái hoạt động

(ngủ, làm việc, nấu ăn, lấy đồ...) đồng thời đáp ứng yếu tố vật lý, tâm lý (tầm nhìn, ánh sáng, thông thoáng) Ngoài ra, dự án cũng cần phải tính toán đến việc đầu tư các thiết chế phục vụ nhu cầu về y tế, giao dục, văn hóa thể dục thể thao... để góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân trong dự án.

Thứ ba, về hệ thống giao thông và các công trình công cộng

Các dự án phát triển nhà ở xã hội theo quy định được tận dụng tối đa mật độ xây dựng nhằm phát triển được nhiều nhất diện tích ở có thể để phục vụ nhu cầu ở của các đối tượng. Do đó, sẽ thu hẹp diện tích đất giao thông và công trình công cộng. Chính vì thế, đối với hệ thống giao thông nội bộ khu ở cũng như các công trình công cộng cần phải nghiên cứu, bố trí một cách khoa học, phù hợp nhất nhằm đảm bảo sự thông thoáng, thuận tiện, không bị ùn tắc.

Thứ tư, về giá cả

Đối với giá bán nhà ở xã hội đã được Chính phủ quy định và Bộ Xây dựng hướng dẫn cụ thể, chi tiết về phương pháp xác định. Trong đó, đáng chú ý là lợi nhuận của nhà đầu tư bị khống chế trong mức tối đa không quá 10 % tổng mức đầu tư của dự án. Theo quy định tại Thông tư số 20/2016/TT-BXD ngày 30 tháng 6 năm 2016 của Bộ Xây dựng, giá bán nhà ở xã hội cao hơn thấp phụ thuộc tổng mức đầu tư của dự án và tổng diện tích sử dụng nhà ở xã hội. Trong đó, diện tích của mỗi căn hộ đã được khống chế theo quy định không được vượt quá 70 m²/căn. Do đó, để giảm giá thành của các căn hộ nhà ở xã hội, cần phải nghiên cứu giải pháp nhằm giảm chi phí đầu tư của dự án.

5. Kết luận

Chính sách nhà ở xã hội của Việt Nam được coi là một trong những chính sách nhân văn. Việc ban hành luật này nhằm hỗ trợ các hộ gia đình có thu nhập thấp tiếp cận với các đơn vị nhà ở giá cả phải chăng thông qua một loạt các hỗ trợ của chính phủ. Mặc dù chính sách này đã được Chính phủ Việt Nam và các bộ ngành liên tục ban hành và sửa đổi trong các năm, nhưng nó vẫn cần được cải thiện trong thời gian tới nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu của cư dân tốt hơn.

Kết quả của nghiên cứu này chủ yếu dựa trên việc phân tích, đánh giá nhu cầu thực tế của các nhóm đối tượng được hưởng chính sách về nhà ở xã hội trên địa bàn tỉnh Tiền Giang, trên cơ sở đó đề xuất một số ý kiến nhằm nâng cao hiệu quả của các dự án nhà ở xã hội trên địa bàn tỉnh Tiền Giang trong thời gian tới. Qua đó, nghiên cứu cũng góp phần tìm kiếm định hướng để giải quyết bài toán về phát triển nhà ở xã hội hiện nay trên địa bàn tỉnh Tiền Giang.

Tài liệu tham khảo

[1]. Alex Leandro Pérez Pérez, 2011. *Quality of Habitat for social housing. Solutions developed between 2000 and 2007 in Bogotá.*
 [2]. Bộ Xây dựng, 2016. *Thông tư số 20/2016/TT-BXD về việc hướng dẫn thực hiện một số nội dung của Nghị định số 100/2015/NĐ-CP.*
 [3]. Chính phủ, 2015. *Nghị định số 100/2015/NĐ-CP ngày 20/10/2015 về phát triển và quản lý nhà ở xã hội.*

[4]. Ta Quynh Hoa, Pham Dinh Tuyen, 2021. *Social Housing for Workers in Industrial Zones in Vietnam - Concepts and Practical Solutions towards Sustainable Development. The Case Studies of Hanoi City.*
 [5]. Hoàng Trọng & Chu Nguyễn Mộng Ngọc, 2008. *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS.* NXB Hồng Đức, Trường Đại Học Kinh Tế TP.HCM.
 [6]. Huỳnh Nguyễn Dạ Uyên, 2011. *Giải pháp phát triển nhà ở xã hội tại thành phố Đà Nẵng.*
 [7]. Lê Hoài Long, 2011. *Bài giảng môn học Thống kê ứng dụng.*
 [8]. Nguyễn Thị Kim Anh, 2018. *Quản lý nhà nước về nhà ở xã hội từ thực tiễn thành phố Đà Nẵng.*
 [9]. Pham Thi Truc Hoa Quynh, 2011. *Social Housing Policy of Vietnam: Inadequacies and Solutions.*
 [10]. Quốc hội, 2014. *Luật Nhà ở.*
 [11]. Susilawati, C., & Armitage, L, 2010. *Affordable Housing Solutions: Affordable Housing Providers' Perspective.*
 [12]. Thủ tướng Chính phủ, 2017. *Chỉ thị số 03/CT-TTg ngày 25/1/2017 về đẩy mạnh phát triển nhà ở xã hội.*
 [13]. TS. Phạm Đình Tuyền, ThS. Lê Lan Hương, 2015. *Nghiên cứu giải pháp công nghệ nhằm tạo lập mô hình phát triển nhà ở xã hội.*
 [14]. UBND tỉnh Tiền Giang, 2015. *Chương trình phát triển nhà ở tỉnh Tiền Giang đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.*
 [15]. Vũ Thị Minh, 2015. *Những bất cập trong chính sách nhà ở cho người thu nhập thấp Thành phố Hà Nội.*



Mô hình hỗ trợ ra quyết định đầu tư trong các dự án xây dựng nhà máy năng lượng tái tạo

Phạm Vũ Hồng Sơn^{1, 2}, Nguyễn Thanh Huy^{2, 3*}

¹ Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

² Bộ môn Thi công và Quản lý Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

³ Học viên cao học ngành Quản lý Xây dựng, Bộ môn Thi công và Quản lý Xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

TỪ KHOÁ

Thuật toán ra quyết định đầu tư
 Mô hình mô phỏng dựa trên đại lý
 Lập kế hoạch mở rộng công suất
 Mô hình tối ưu hóa

TÓM TẮT

Việc đầu tư phát triển nhanh về Năng Lượng Tái Tạo (NLTT) cũng như việc áp dụng đề án phát triển thị trường bán lẻ điện cạnh tranh luôn là thách thức lớn đối với các nhà đầu tư. Sự không chắc chắn về giá bán điện dẫn đến nhiều rủi ro trong việc hoạch định doanh thu và lợi nhuận khi quyết định đầu tư một nhà máy mới. Nghiên cứu này nhằm mục đích phân tích các phương pháp dự báo giá khác nhau được áp dụng trong các mô hình mô phỏng hệ thống điện dựa trên dữ liệu của các đại lý hiện có. Từ đó đưa ra phương pháp dự báo giá dựa trên mô hình tối ưu hóa và hỗ trợ ra nhà đầu tư ra quyết định. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, trong một thị trường điện cô lập với các thiết lập mô hình được cách điệu hóa cao, các quyết định đầu tư được thực hiện bởi các thuật toán đầu tư hiện có rất nhạy cảm với các giả định liên quan đến các tham số nhất định của thuật toán ra quyết định đầu tư. Việc áp dụng mô hình dựa trên đại lý này giúp các nhà đầu tư giảm thiểu các rủi ro tiềm ẩn và hướng tới một thị trường cạnh tranh minh bạch trong tương lai, phù hợp với thị trường bán lẻ điện cạnh tranh mà Việt Nam đang hướng tới.

KEYWORDS

Agent-based simulation modeling
 Generation expansion planning
 Optimization modeling

ABSTRACT

The investment to encourage rapid development of Renewable Energy (RE) as well as the application of the development scheme of competitive electricity retail market is always considered to be a great challenge for investors. The uncertainty of electricity selling price results in many risks for revenue and profit planning when making decision on new plant investment. This study aims to analyze various price forecasting methods applied in power system simulation models based on data from existing agents. From there, a price forecasting method is proposed based on the optimization model and supports investors in decision making. The simulation result shows that, in an isolated electricity market with highly stylized model settings, investment decisions made by existing investment algorithms are very sensitive to assumptions related to certain parameters of the investment decision – making algorithm. The application of such agent-based model helps investors reduce potential risks and move towards a transparent competitive market in the future, in line with the competitive electricity retail market towards which Vietnam is moving.

1. Giới thiệu

Với mức độ phức tạp của hệ thống điện thì Mô hình dựa trên đại lý (Agent-Based Model - ABM) là một trong những mô hình được thường xuyên sử dụng. Thuật toán ra quyết định đầu tư trong mô hình dựa trên đại lý dài hạn thường bao gồm ba bước. Đầu tiên, các dự báo được đưa ra liên quan đến lợi nhuận có thể thu được cho các

khoản đầu tư tiềm năng. Thứ hai, những dự báo này được sử dụng để đánh giá khả năng sinh lời của các khoản đầu tư tiềm năng. Khả năng sinh lời thường được thể hiện bằng cách tính toán các số liệu phổ biến, chẳng hạn như giá trị hiện tại ròng (NPV) hoặc tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR). Trong bước thứ ba và cuối cùng, khoản đầu tư có lợi nhất, nếu có, sẽ được chọn. Quá trình này thường được lặp lại cho đến khi không có đại lý nào sẵn sàng đầu tư nữa. Thách thức

*Liên hệ tác giả: nguyenthanhhuycmut@gmail.com

Nhận ngày 15/10/2021, sửa xong ngày 04/11/2021, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.358>

chính mà các mô hình này phải đối mặt nằm ở bước đầu tiên, tức là thiết kế một phương pháp phù hợp cho phép các đại lý đưa ra dự đoán về các dòng doanh thu trong tương lai. Trong khi các mô hình dựa trên đại lý hiện tại được điều chỉnh dựa trên các chỉ số và tiêu chí được sử dụng để đưa ra quyết định đầu tư (ví dụ: NPV không âm hoặc IRR tối thiểu), các phương pháp được sử dụng trong các mô hình dựa trên đại lý dài hạn hiện có khác nhau để dự đoán giá trong tương lai hoặc các luồng doanh thu thay đổi mạnh mẽ.

2. Giới thiệu về mô hình dựa trên đại lý

Trong những thập kỷ qua, mô hình dựa trên đại lý đã được sử dụng để trả lời nhiều loại câu hỏi nghiên cứu trong bối cảnh hệ thống điện. Nhìn chung, có thể xác định hai nhóm mô hình dựa trên đại lý: mô hình dựa trên đại lý ngắn hạn và mô hình dựa trên đại lý dài hạn. Hai loại mô hình dựa trên đại lý này thường được sử dụng cho các

mục đích khác nhau và trọng tâm của bài là về mô hình dựa trên đại lý dài hạn. Các mô hình dựa trên đại lý ngắn hạn chủ yếu được sử dụng để nghiên cứu trò chơi đấu thầu trên một thị trường theo các thiết kế thị trường khác nhau. Đánh giá toàn diện về các mô hình dựa trên đại lý ngắn hạn có thể được tìm thấy trong tham khảo [1], [2]. Không giống như các mô hình dựa trên đại lý ngắn hạn tập trung vào kết quả của thị trường giao ngay, các mô hình dựa trên đại lý dài hạn được phát triển để nghiên cứu quá trình chuyển đổi hệ thống điện với quy mô thời gian thay đổi từ nhiều năm đến nhiều thập kỷ. Một số mô hình dựa trên đại lý dài hạn đã kết hợp việc ra quyết định đầu tư ở cấp đại lý, ví dụ PowerACE [3], [4], AMIRIS [5], EMCAS [6], [7] và EMLab [8] – [10]. Mỗi mô hình kể trên đều phát triển phương pháp dự báo giá khác nhau và ở nghiên cứu này sẽ tập trung xem xét ảnh hưởng của các phương pháp dự báo giá này đến kết quả mô phỏng, cũng như xây dựng một phương pháp dự báo giá mới minh bạch hơn, khả thi khi ứng dụng vào mô hình mô phỏng hệ thống điện bán lẻ cạnh tranh của Việt Nam đang hướng tới.

3. Mô phỏng thị trường điện bằng mô hình dựa trên đại lý

3.1. Xây dựng mô hình

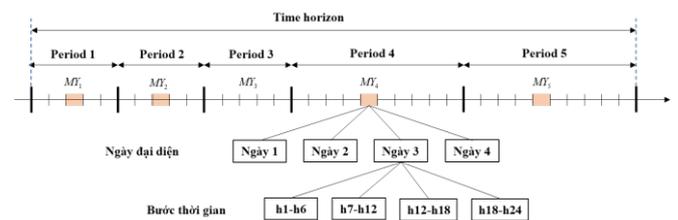
Để đánh giá hiệu quả ảnh hưởng của các phương pháp dự báo giá đến kết quả mô phỏng, một khung mô hình dựa trên đại lý dài hạn được phát triển và các phương pháp dự báo giá khác nhau được triển khai trong thuật toán ra quyết định đầu tư của nó, đồng thời giữ cho tất cả các cài đặt khác trong mô hình không đổi. Sử dụng tập hợp các giả định này cho phép thu được một điểm chuẩn được xác định rõ ràng, điểm cân bằng dài hạn đóng vai trò là một giải pháp tham chiếu. Cụ thể hơn, theo tập hợp các giả định này, mô hình dựa trên đại lý nên hội tụ về trạng thái cân bằng dài hạn. Sự sai lệch so với trạng thái cân bằng dài hạn này có thể được hiểu là tác động của

phương pháp dự báo giá được sử dụng. Mô hình dựa trên đại lý được thực hiện bằng ngôn ngữ lập trình Julia. Mô tả của mô hình dựa trên đại lý dài hạn tuân theo giao thức ODD (Tổng quan, khái niệm thiết kế và chi tiết) như đề xuất của Grimm và cộng sự [11].

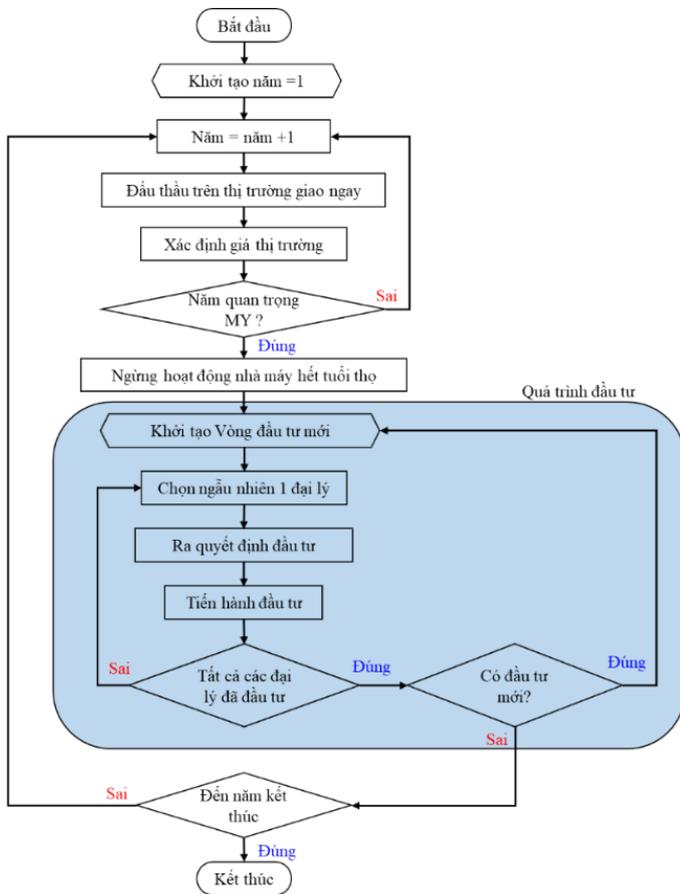
Ba loại đại lý (thực thể) được xem xét trong mô hình dựa trên đại lý dài hạn: các công ty phát điện, nhà điều hành thị trường (Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Quốc gia) và người tiêu dùng điện. Đặc điểm chính của đại lý công ty phát điện là danh mục công nghệ của nó. Biện trạng thái của nhà điều hành thị trường là giá điện thị trường. Người tiêu dùng được đặc trưng bởi cấu hình tài của họ.

Là một mô hình dài hạn, mô phỏng bao gồm vài thập kỷ trong khi độ phân giải thời gian là 1 giờ. Do đó, hai khái niệm chính được đưa ra để kết hợp giữa lập kế hoạch dài hạn (với thời gian kéo dài hàng thập kỷ) với hoạt động ngắn hạn (với độ phân giải theo giờ) là: ngày đại diện (representative day) và năm quan trọng (milestone years - MYs). Hình 1 cho thấy một sơ đồ ví dụ về những ngày đại diện và những năm quan trọng. Một cách trực quan, các ngày đại diện tìm cách giảm số ngày thực tế trong một năm bằng cách tìm một số ngày nhất định và trọng số tương ứng của chúng để giảm thiểu độ lệch so với các cấu hình tài theo giờ đầy đủ.

Như được chỉ ra bởi các hình chữ nhật trong Hình 2, bốn quy trình chính được thực hiện trong mô hình dựa trên đại lý dài hạn được đề xuất: đấu thầu trên thị trường giao ngay, xác định giá thị trường, xác định các máy phát điện sẽ ngừng hoạt động và tiến hành đầu tư vào công suất mới. Chi tiết như sau: quá trình đấu thầu trên thị trường giao ngay được thực hiện bởi các nhà sản xuất năng lượng và tất cả các nhà phát điện được giả định đặt giá thầu bằng với chi phí cận biên. Sau đó, nhà điều hành thị trường xác định giá thị trường bằng cách tối đa hóa phúc lợi xã hội. Khi đạt đến một năm quan trọng, các công ty phát điện đầu tiên ngừng hoạt động các đơn vị sản xuất đã đạt đến vòng đời của chúng, tiếp theo là một quá trình đầu tư trong đó các công ty phát điện đưa ra quyết định đầu tư một cách tuần tự.



Hình 1. Một ví dụ về biểu diễn thời gian qua các ngày đại diện [12].



Hình 2. Lưu đồ của mô hình dựa trên đại lý dài hạn.

2.1. Thiết kế mô hình

2.1.1. Giai đoạn khởi tạo

a) Khởi tạo cơ cấu nguồn điện hiện có

Mô hình được khởi tạo với sự kết hợp công suất hiện có được phân bổ đồng đều trong hệ thống, tức là các loại công nghệ khác nhau chiếm cùng một lượng thị phần. Việc khởi tạo này nhằm mục đích đi lệch khỏi trạng thái cân bằng dài hạn để đảm bảo rằng việc đạt đến trạng thái cân bằng này không phải là kết quả của cơ cấu nguồn điện ban đầu.

b) Khởi tạo các đại lý là công ty phát điện

Mô hình được khởi tạo với 5 đại lý là các công ty phát điện và cơ cấu nguồn điện hiện có được chỉ định ngẫu nhiên cho các công ty phát điện này. Trong nghiên cứu này, việc khởi tạo các công ty phát điện sẽ không thay đổi kết quả và kết luận vì chúng đồng nhất.

2.1.2. Dữ liệu đầu vào

Trong nghiên cứu này, dữ liệu phụ tải hệ thống điện của Việt Nam của năm 2021 được sử dụng (Dữ liệu phụ tải được lấy từ website www.nldc.evn.vn, với độ phân giải theo giờ). Giá trị của tải

bị mất (VoLL) là 2000 \$ / MWh và lãi suất 5% cũng được sử dụng. Để đơn giản hóa các phân tích, nghiên cứu này chỉ xem xét các công nghệ có tỷ trọng lớn trong cơ cấu nguồn điện, mang tính đại diện, cụ thể là công nghệ chạy tải nền, tải lưng và tải đỉnh. Các công nghệ này tương ứng với nhiệt điện than, nhiệt điện khí (chu trình hỗn hợp) và điện gió (xa bờ) có các đặc điểm kinh tế - kỹ thuật dựa trên dữ liệu năm 2030 trong Cẩm nang công nghệ Việt Nam [48]. Đặc điểm kinh tế - kỹ thuật của các công nghệ này được trình bày trong Bảng 1. Tất cả các chi phí được thể hiện là đô la Mỹ (USD), giá năm 2019.

2.1.3. Mô hình con

Thuật toán mô tả việc đầu tư vào các nhà máy điện mới bao gồm ba bước. Thứ nhất, các điều kiện thị trường liên quan đến hệ thống điện trong tương lai được hình thành bằng cách xem xét sự phát triển của cơ cấu nguồn điện, giá nhiên liệu và dữ liệu phụ tải. Thứ hai, điều kiện thị trường tương lai được sử dụng để dự đoán giá thị trường trong tương lai. Các phương pháp dự báo giá khác nhau được trình bày trong Phần 3.3. Thứ ba, lợi nhuận của mỗi nhà máy điện ứng viên được đánh giá bằng cách tính NPV của nó. Cuối cùng, nhà máy điện có NPV cao nhất được chọn. Việc tính toán NPV có tính đến doanh thu kỳ vọng, chi phí kỳ vọng và hệ số chiết khấu (đại diện cho tỷ suất lợi nhuận kỳ vọng tối thiểu). Công thức tính NPV như sau:

$$NPV_i = \sum_y \left(\frac{1}{(1+y)^y} \times ((-f_{i,y} \times G_{i,y}) + (\sum_d \sum_h W_{y,d} \times \gamma_{i,y,d,h} \times g_{i,y,d,h} \times (p_{y,d,h} - v_{i,y,d,h}))) \right) \quad (1)$$

Trong đó:

r: lãi suất hàng năm

$\gamma_{i,y,d,h}$: các hệ số công suất (capacity factor)

$f_{i,y}$: chi phí cố định không phụ thuộc vào điện sản xuất thực tế $g_{i,y,d,h}$, nó là tổng chi phí đầu tư hàng năm f_i^{CAPEX} và chi phí vận hành và bảo trì cố định (FOM) $f_i^{O\&M}$ của công nghệ tương ứng. Về mặt toán học, chi phí cố định của mỗi đơn vị phát điện đã lắp đặt được tính như trong phương trình :

$$f_{i,y} = f_i^{CAPEX} + f_i^{O\&M}, \forall i \in I, \forall y \in Y \quad (2)$$

Trong đó chi phí đầu tư được tính bằng công thức (3)

$$f_i^{CAPEX} = P_i \times \frac{r \times (1+r)^{n_i}}{(1+r)^{n_i} - 1}, \forall i \in I \quad (3)$$

Thuật ngữ chi phí biến đổi $v_{i,y,d,h}$ được tính bằng công thức (4), phụ thuộc vào sản lượng điện thực tế và bao gồm chi phí nhiên liệu (cộng với chi phí phát thải và thuế) $v_{i,y,d,h}^{fuel}/\mu_i$ và chi phí vận hành và bảo trì thay đổi (VOM) $v_{i,y,d,h}^{O\&M}$:

$$v_{i,y,d,h} = v_{i,y,d,h}^{O\&M} + \frac{v_{i,y,d,h}^{fuel}}{\mu_i}, \forall i \in I, y \in Y, d \in D, h \in H \quad (4)$$

Các giá định chính làm nền tảng cho cấu trúc mô hình:

- Dữ liệu phụ tải được giả định là không thay đổi và được lặp lại hàng năm.

- Các đặc tính kinh tế kỹ thuật của tất cả các công nghệ được giả định là không đổi trong toàn bộ thời gian mô phỏng.

- Việc lựa chọn và trọng số tương ứng của các ngày đại diện được giả định là không thay đổi trong tương lai.
- Các quyết định đầu tư của đại lý công ty phát điện không bị ràng buộc về ngân sách.

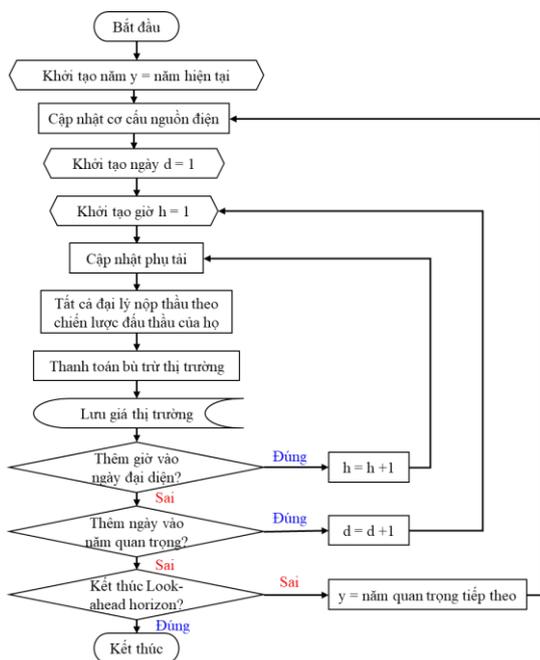
2.2. Các trường hợp nghiên cứu

Trong các mô hình dựa trên đại lý dài hạn hiện có, có thể xác định hai loại phương pháp dự báo giá khác nhau: phương pháp dự báo giá ngoại sinh và phương pháp dự báo giá nội sinh. Mỗi loại có thể được phân biệt thêm bằng hình thức thông tin thiết yếu được cung cấp làm đầu vào cho phương pháp tương ứng. Cả hai loại

Bảng 1. Đặc điểm kinh tế - kỹ thuật của các công nghệ được xem xét.

Công nghệ	Kích thước 1 unit (MW)	Vòng đời (năm)	VOM (\$/MWh)	Giá nhiên liệu (\$/MWh)	Hiệu suất	FOM (\$/kW)	Chi phí đầu tư (\$/kW)
Tài nền (nhiệt điện than)	100	30	0,12	3,55	0,44	59,4	1610
Tài lưỡng (điện gió)	100	30	3,1	0	1	42	2150
Tài đỉnh (nhiệt điện khí CCGT)	100	25	0,13	12,5	0,59	28,5	690

phương pháp dự báo giá hiện có đều dựa vào mô-đun mô phỏng bù trừ thị trường ảo (virtual market clearing simulation module). Mô-đun này xác định các dự báo về giá điện trong tương lai và giờ hoạt động cho các lựa chọn đầu tư khác nhau bằng cách kết hợp các dự báo về cơ cấu nguồn điện trong tương lai với giá nhiên liệu, nhu cầu và thông tin công nghệ. Mặc dù các mô-đun thanh toán bù trừ thị trường ảo được xây dựng và đặt tên khác nhau trong các bài báo được tham khảo, nhưng tất cả chúng đều có thể được hiểu là một thuật toán bù trừ thị trường phù hợp với cung - cầu dựa trên thứ tự tăng dần của giá (merit-order based).



Hình 3. Mô phỏng thanh toán bù trừ thị trường ảo.

Người ta xây dựng một mô-đun mô phỏng thanh toán bù trừ thị trường ảo dựa trên thứ tự tăng dần của giá (merit-order based), được thể hiện trong Hình 3. Trong quá trình mô phỏng thanh toán bù trừ thị trường ảo, thị trường được thanh toán từng bước dựa trên dự báo cơ cấu nguồn điện có từ phương pháp gọi là tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon). Tham số tầm nhìn tương lai (look-ahead

horizon) này xác định khoảng cách trong tương lai mà một đại lý có thể tiếp cận thông tin khi một đối tượng đầu tư được đánh giá. Tham số này đã được đặt tên là “khoảng thời gian dự báo (forecast period)” và “đường chân trời thời gian trong năm tham chiếu (reference year time horizon)” tương ứng trong [6], [10]. Ngoài những điểm tương đồng về cách xử lý thông tin trong tương lai, các phương pháp vẫn tồn tại những khác biệt quan trọng về cách dự báo cơ cấu nguồn điện trong tương lai. Sau đây, các phương pháp dự báo giá hiện có sẽ được mô tả chi tiết, đặc biệt chú ý đến thành phần dự báo cơ cấu nguồn điện. Một phương pháp dự báo giá mới (thuộc phương pháp dự báo giá nội sinh) cũng được giới thiệu.

2.2.1. Phương pháp dự báo giá ngoại sinh

Phương pháp dự báo giá ngoại sinh dựa trên thông tin về hệ thống điện trong tương lai từ các nguồn thông tin độc lập với mô hình. Thông tin này thường xuất hiện dưới một trong hai dạng: giá điện trong tương lai hoặc diễn biến của cơ cấu nguồn điện trong tương lai. Dự báo về giá điện trong tương lai có thể được thu thập bằng nhiều cách khác nhau. Ví dụ, giá điện trong tương lai có thể được tính bằng cách ngoại suy giá điện trong quá khứ sử dụng các phương pháp nhận dạng mẫu. Cơ cấu nguồn điện trong tương lai thường được rút ra từ các báo cáo hoặc kết quả nghiên cứu của bên thứ ba. Với thông tin này, các đại lý có thể chạy một mô-đun mô phỏng thanh toán bù trừ thị trường ảo để truy xuất doanh thu dự kiến trong tương lai và giá cận biên.

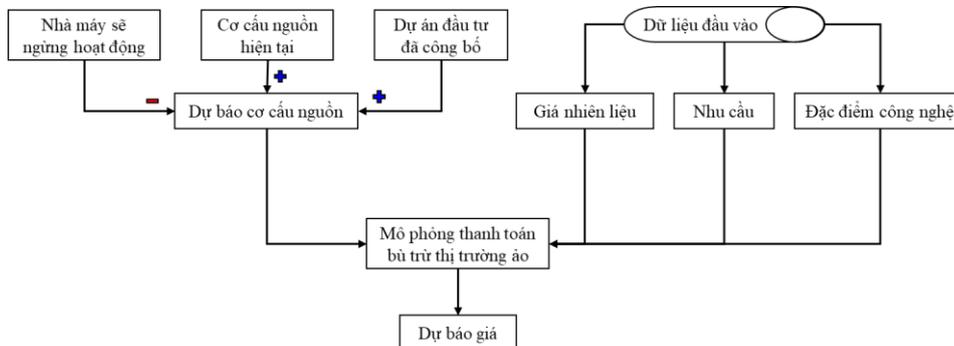
2.2.2. Phương pháp dự báo giá nội sinh

Trong các phương pháp dự báo giá nội sinh, các đại lý dự đoán nội sinh giá tương lai (doanh thu tương ứng và giá cận biên) trong quá trình mô phỏng, tức là người sử dụng không cần cung cấp tất cả thông tin trực tiếp liên quan đến giá điện trong tương lai hoặc sự phát triển cơ cấu nguồn điện trong tương lai. Ví dụ về khung mô hình dựa trên đại lý đã áp dụng các phương pháp dự báo giá nội sinh bao gồm tham khảo [6], [10], [13]. Trong các tài liệu tham khảo này, phương pháp dự báo giá thường bao gồm hai bước. Trong bước đầu tiên, các dự báo được đưa ra liên quan đến cơ cấu nguồn điện trong tương lai. Trong bước thứ hai, dự báo cơ cấu nguồn điện được sử dụng làm đầu vào trong mô-đun mô phỏng thanh toán bù trừ thị trường ảo (Hình 3)

Hình 4 và hình 5 đại diện cho phương pháp dự báo giá nội sinh Endo.2. Ngoài thông tin đã được xem xét bởi phương pháp "đại lý cận cảnh (myopic agents)", phương pháp dự báo giá nội sinh Endo.2 xem xét các dự báo về các khoản đầu tư trong tương lai của các đối thủ cạnh tranh. Tương tự như phương pháp "đại lý cận thị", các dự báo kết quả về cơ cấu nguồn điện trong tương lai sau đó được sử dụng làm đầu vào trong mô-đun mô phỏng bù trừ thị trường ảo để dự đoán giá điện trong tương lai. Đối với việc ra quyết định đầu tư, mô hình được trình bày trong [6] bao gồm những bất ổn liên quan đến tăng trưởng phụ tải, điều kiện thủy văn và các khoản đầu tư của các đối thủ cạnh tranh trong những năm tới. Sự không chắc chắn được biểu diễn thông qua một cây kịch bản, như được thể hiện trong Hình 6. Như được trình bày ở phía bên phải của Hình 6, đối với mỗi đại lý, 9 sự không chắc chắn liên quan đến việc đầu tư của các đối thủ cạnh tranh.

Quyết định mở rộng công suất bao gồm hai lớp: tổng công suất lắp đặt và sự phân bổ công suất này giữa các loại công nghệ khác nhau. Trong lớp đầu tiên, 3 nhánh khác nhau về tổng công suất lắp đặt của các đối thủ cạnh tranh được xem xét, và xác suất được gán cho mỗi nhánh này. Trong lớp thứ hai, mỗi nhánh được chia thành 3 nhánh con khác nhau về sự phân bổ tổng công suất lắp đặt giữa các loại hình công nghệ khác nhau.

Tương tự như các phương pháp dự báo giá ngoại sinh, phương pháp này có những hạn chế rõ ràng nhất định. Hạn chế chính là sự



Hình 4. Sơ đồ phương pháp dự báo giá đại lý cận thị (Myopic agents) [10].

sẵn có của các tham số cho cây kịch bản, dẫn đến mất tính linh hoạt trong việc thiết lập các tình huống cụ thể. Ngoài ra, người ta có thể hiệu chỉnh cây kịch bản khi xem xét lại về cơ cấu nguồn điện trong quá khứ. Cách hiệu chuẩn này có thể ảnh hưởng đến kết quả mô phỏng bằng cách giả định rằng cơ cấu nguồn điện trong tương lai phát triển theo cách tương tự như trước đây, điều này đã được chứng minh là không phù hợp vì các yếu tố khác nhau như sự xuất hiện của công nghệ mới và các đối thủ kinh doanh mới [14].

2.2.3. Phương pháp dự báo giá dựa trên tối ưu hóa

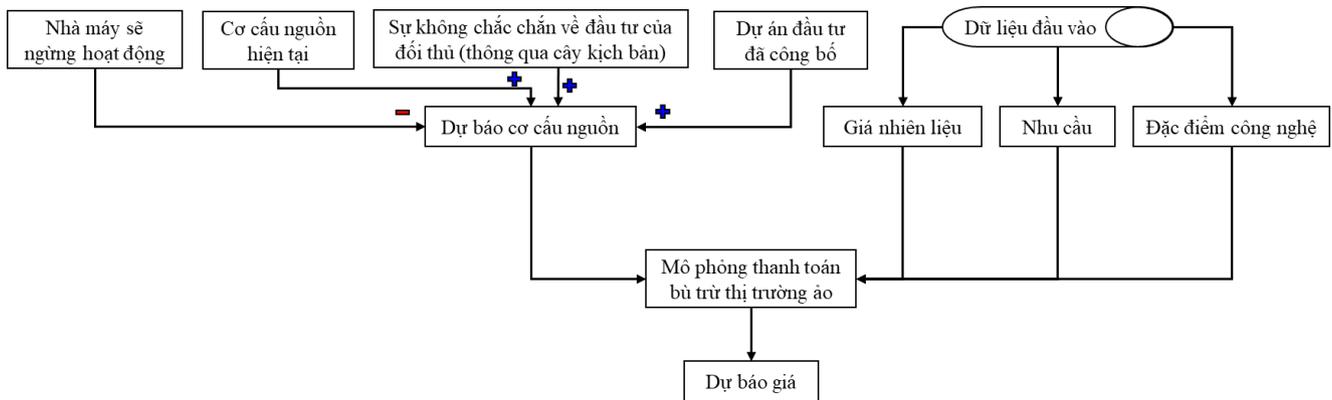
Như được trình bày trong Hình 7, trong phương pháp dự báo giá dựa trên tối ưu hóa mới, các đại lý đưa ra dự báo giá bằng cách giải quyết vấn đề lập kế hoạch mở rộng công suất (tức là mô hình tối ưu hóa hệ thống điện dài hạn truyền thống). Cách giải thích của phương pháp này là mỗi đại lý giả định rằng cơ cấu nguồn điện hệ thống sẽ phát triển theo cách giảm thiểu chi phí khi đưa ra các dự báo giá dài hạn. Vì lý do này, từ đó phương pháp này sẽ được gọi là phương pháp "tối thiểu chi phí đầu tư trong tương lai". Thông tin liên quan đến cơ cấu nguồn điện hiện tại, các khoản đầu tư đã được công bố và các kế hoạch về các nhà máy sẽ ngừng hoạt động trong tương lai được sử dụng làm đầu vào cho bài toán lập kế hoạch mở rộng công suất phát điện. Thông tin đầu ra từ bài toán lập kế hoạch mở rộng công suất này gồm hai phần: giá bóng (shadow price) và dự báo cơ cấu nguồn điện.

2.2.3.1. Hàm mục tiêu

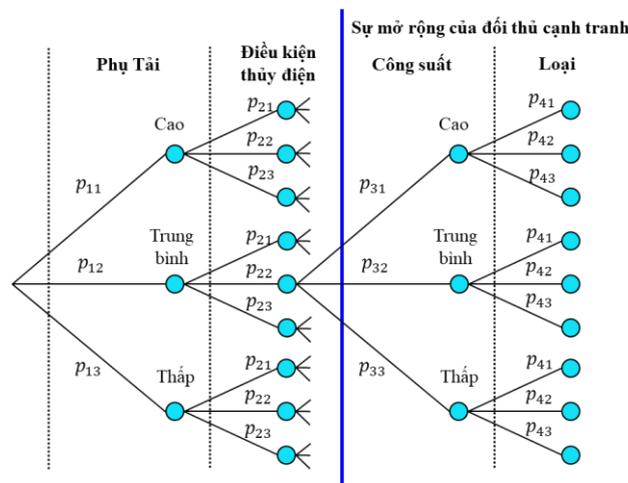
Hàm mục tiêu nhằm mục đích giảm thiểu tổng chi phí hệ thống:

$$\min_{G_{j,y}} \sum_y \sum_j (f_{j,y} \times G_{j,y}) + (\sum_d \sum_h W_d \times v_{j,y,d,h} \times g_{j,y,d,h} \times \Delta t) + ((VoLL \times \sum_y \sum_d (W_d \times \sum_h I_{y,d,h})) \quad (5)$$

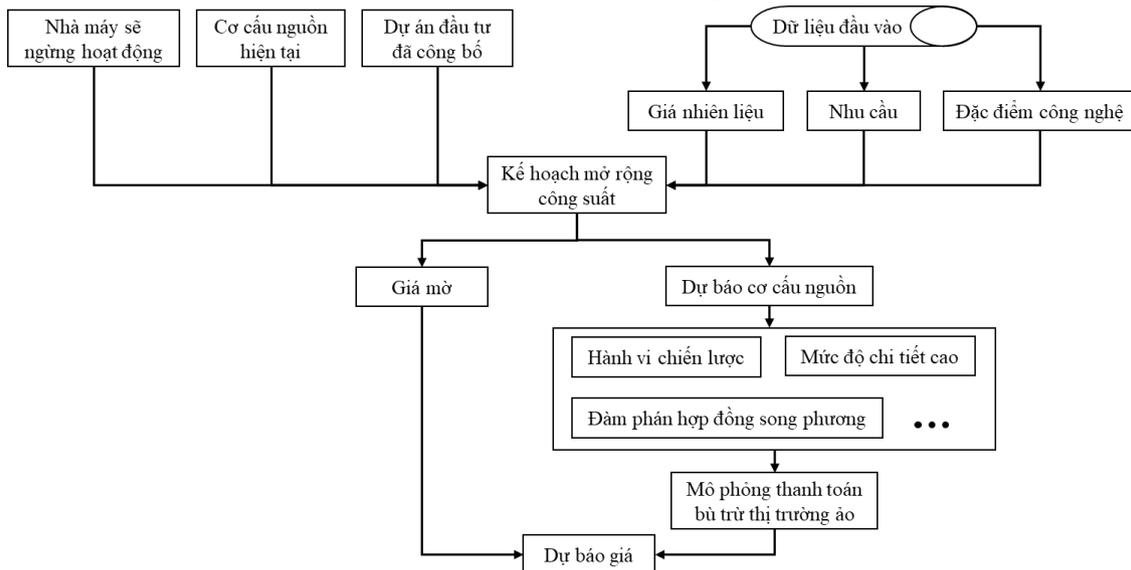
Hai phần trong hàm mục tiêu lần lượt thể hiện chi phí phát điện và chi phí tổn thất điện. Chi phí phát điện bao gồm chi phí cố định (xem phương trình (2)) và chi phí biến đổi (xem phương trình (4)). Chi phí của tổn thất điện là tổng trọng số của tổn thất điện nhân với giá trị cố định của điện bị mất (VoLL).



Hình 5. Sơ đồ các phương pháp dự báo giá các kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai (Exogenous scenarios for future investments) [26].



Hình 6. Cây kịch bản được triển khai thể hiện sự mở rộng của đối thủ cạnh tranh [6].



Hình 7. Sơ đồ phương pháp dự báo giá dựa trên tối ưu hóa.

3.3.3.2 Các ràng buộc

Ràng buộc cân bằng năng lượng: đối với mỗi bước thời gian t, tổng sản lượng điện và tổn thất điện năng bằng tổng nhu cầu.

$$\sum_{i=1}^I (g_{i,y,d,h} \times \Delta t) + ll_{y,d,h} = L_{y,d,h} \quad \forall i \in I, \forall y \in Y, \forall d \in D, \forall h \in H \quad (6)$$

Hạn chế về công suất đã lắp đặt: đối với mỗi năm, cơ cấu nguồn điện được cập nhật bằng cách thêm các khoản đầu tư mới và trừ đi các nhà máy ngừng vận hành.

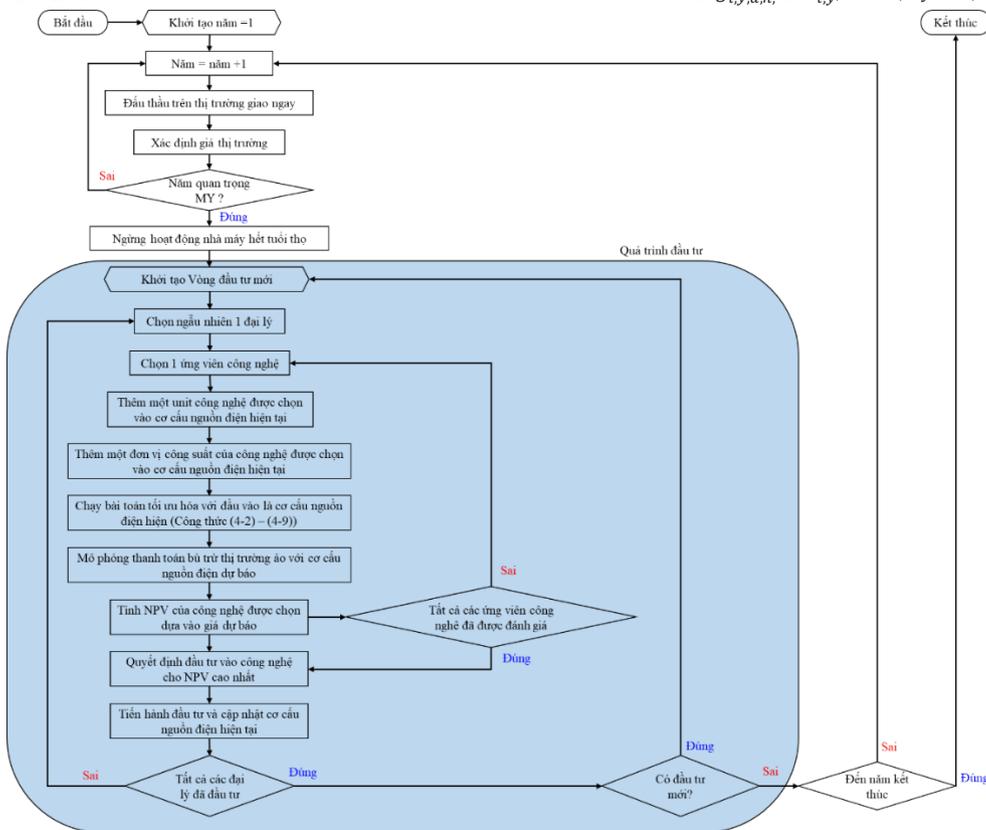
$$G_{i,y} = G_{i,y-1} + inv_{i,y-1} - dec_{i,y-1}, \forall i \in I, \forall y \in Y \quad (7)$$

Ràng buộc ngừng hoạt động: việc ngừng hoạt động của loại công nghệ i trong năm y là khoản đầu tư vào loại công nghệ i trong năm y-n_i, trong đó n_i là thời gian tồn tại của công nghệ.

$$dec_{i,y} = inv_{i,y-n_i}, \forall i \in I, \forall y \in Y \quad (8)$$

Giới hạn phát điện: sản lượng điện thực tế của từng loại công nghệ không âm và không được vượt quá công suất lắp đặt của công nghệ tương ứng.

$$0 \leq g_{i,y,d,h} \leq G_{i,y}, \forall i \in I, \forall y \in Y, \forall d \in D, \forall h \in H \quad (9)$$



Hình 8. Tổng quan về mô hình dựa trên đại lý với phương pháp dự báo giá mới được đưa vào quy trình đầu tư.

3.3.4. Thiết lập trường hợp nghiên cứu

3.3.4.1. Các giả định và cài đặt chính của mô hình dựa trên đại lý dài hạn

Nhằm mục đích đánh giá hiệu quả các phương pháp dự báo giá khác nhau, theo giả định về thông tin hoàn hảo và các đại lý hoàn toàn hợp lý, một mô hình dựa trên đại lý được hiệu chuẩn tốt sẽ đạt được hoặc ít nhất là gần đúng trạng thái cân bằng trong dài hạn. Với mục tiêu xác định điểm chuẩn của giải pháp so với giải pháp cân bằng dài hạn, tất cả các đại lý còn được giả định hoàn toàn hợp lý, hướng tới tương lai (forward-looking) và hoạt động như những người định giá (price taker).

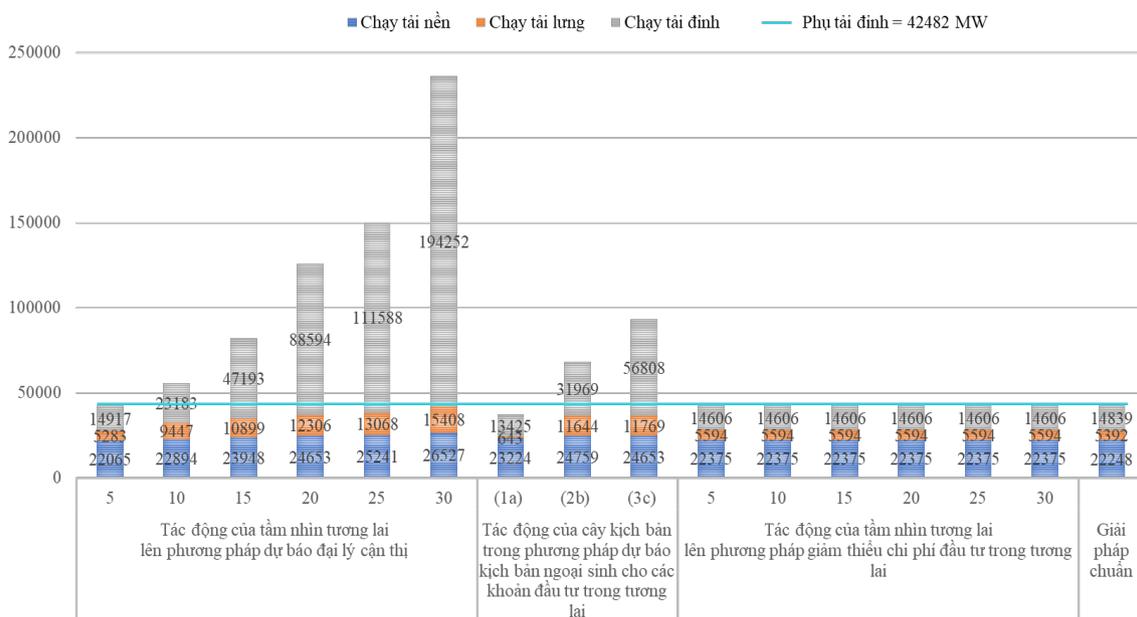
3.3.4.2. Cấu hình của phương pháp dự báo giá “Kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai”

Rất khó để ấn định các giá trị thích hợp (cả phân phối công nghệ và tổng công suất) cho các tình huống đại diện cho các khoản đầu tư trong tương lai sẽ được thực hiện bởi các đối thủ cạnh tranh. Để nghiên cứu ảnh hưởng của những kỳ vọng này, một phân tích độ nhạy được thực hiện trong đó các khoản đầu tư dự kiến ngoại sinh của các đối thủ cạnh tranh khác nhau cả về tổng công suất dự kiến sẽ được các đối thủ cạnh tranh bổ sung trong những năm tới cũng như về phân phối các công nghệ mà các đối thủ cạnh tranh dự kiến sẽ đầu tư. Về tổng công suất tăng thêm, chúng tôi cho rằng các đối thủ cạnh tranh đầu tư tới 85 %, 90 % và 95 % lượng tài chính. Về phân bố công nghệ, có ba trường hợp khác nhau được xem xét. Điều này dẫn

đến tổng cộng 9 trường hợp có thể xảy ra đối với các khoản đầu tư trong tương lai mà các đối thủ cạnh tranh dự kiến sẽ thực hiện. Các tổ hợp tham số và các thể tương ứng của 9 trường hợp này được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Các tham số được xem xét cho cây kịch bản mở rộng.

Tổng mức mở rộng của các đối thủ cạnh tranh	Phối phối (Tài nền/tài lưng/tài đỉnh)		
	0,2/0,5/0,3	0,3/0,2/0,5	0,5/0,3/0,2
0,95	(a)	(b)	(c)
0,9	(d)	(e)	(f)
0,85	(g)	(h)	(i)



Hình 9. Tổng quan về tác động của các thông số chính trong các phương pháp dự báo giá khác nhau đến kết quả cơ cấu nguồn điện.

4. Kết quả và thảo luận

Các tác động của các phương pháp dự báo giá này đối với các thuật toán ra quyết định đầu tư được phản ánh qua cơ cấu nguồn điện ở tương lai. Do đó, phân tích độ nhạy được thực hiện đối với các tham số chính tương ứng của các phương pháp dự báo giá khác nhau.

- i. Tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon) trong phương pháp “đại lý cận thị (myopic agent)” và phương pháp “tối thiểu hóa chi phí đầu tư trong tương lai”
- ii. Các giá trị được gán cho cây kịch bản (scenario tree) trong phương pháp “kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai”

Hình 9 cung cấp một cái nhìn tổng quan về cơ cấu nguồn điện dự báo được đưa ra từ các phương pháp dự báo giá khác nhau và độ nhạy tương ứng của chúng. Giải pháp chuẩn để so sánh cho tất cả các mô phỏng là cân bằng dài hạn, được tính toán bằng mô hình lập kế hoạch mở rộng công suất lấy dữ liệu đầu vào giống như mô hình dựa trên đại lý.

Có thể thấy, các phương pháp dự báo giá “đại lý cận thị (myopic agent)” và “kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai” bị ảnh hưởng nhiều bởi các thông số chính tương ứng của chúng. Điều này được phản ánh bởi kết quả cơ cấu nguồn điện trong tương lai rất khác nhau. Mặt khác, phương pháp dự báo giá “giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai” được đưa ra để ước lượng một cách có hệ thống đến giải pháp cân bằng dài hạn. Các phần sau đây cung cấp phân tích chi tiết về từng độ nhạy được xem xét.

4.3. Phân tích độ nhạy của tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon)

Như được thể hiện trong Hình 9, các kết quả mô phỏng có độ nhạy cao đối với tham số tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon) khác nhau khi sử dụng phương pháp dự báo giá "đại lý cận thị". Cụ thể hơn, khoản đầu tư quá mức ngày càng lớn khi Tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon) với khoảng thời gian xa hơn. Công nghệ tài đình chiếm hầu hết các khoản đầu tư quá mức. Các kết quả mô phỏng của mô hình dựa trên đại lý với phương pháp dự báo giá "giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai" mạnh mẽ hơn trong các tầm nhìn xa hơn và gần đúng với giải pháp chuẩn. Điều này chỉ ra rằng mô hình dựa trên đại lý dài hạn, với thuật toán ra quyết định đầu tư được tích hợp, có thể dùng làm chuẩn lý thuyết lý tưởng để mở rộng thêm mô hình.

Kết quả trong Hình 9 cho thấy rằng việc sử dụng phương pháp dự báo giá "đại lý cận thị" với tầm nhìn xa trong vòng 5 năm có thể gần đúng với mức cân bằng dài hạn. Nguyên nhân là do sử dụng khoảng cách 5 năm có nghĩa là các đại lý chỉ đưa ra quyết định đầu tư dựa trên tình trạng hệ thống trong năm quan trọng (MY) đầu tiên, do đó, sự khan hiếm quan sát được là việc ngừng hoạt động gần đây và không có thông tin nào trong tương lai được xem xét. Trong một thị trường cạnh tranh hoàn hảo, các đại lý tối đa hóa lợi nhuận sẽ đưa ra các quyết định đầu tư nhằm lấp đầy khoảng trống theo cách giảm thiểu chi phí hệ thống.

Khi đại lý đưa ra quyết định đầu tư với giả định rằng không có khoản đầu tư mới nào xảy ra, như thể hiện trong Hình 10a, đại lý đầu tiên trong vòng đầu tư đầu tiên sẽ cảm nhận được khoản đầu tư được công bố bằng 0 (vì không có khoản đầu tư nào trước đó trong năm quan trọng này). Cùng với thực tế là tất cả các công suất hiện có sẽ ngừng hoạt động sau bốn đến năm năm quan trọng (sau 20-25 năm), vì các công suất hiện có mới nhất là các khoản đầu tư vào năm quan trọng trước đó, là 5 năm trước. Điều này dẫn đến sự thiếu hụt công suất dự kiến rất lớn trong năm quan trọng thứ, mặc dù tình trạng thừa công suất đã tồn tại trong năm quan trọng đầu tiên. Trong việc thanh toán bù trừ thị trường ảo, sự thiếu hụt công suất này được chuyển thành dự báo giá điện tương ứng với giá trần trong cả năm, rõ ràng là không thực tế. Mức giá dự báo cao vào cuối tầm nhìn tương lai look-ahead horizon khuyến khích các khoản đầu tư cho đến khi thiếu hụt về nguồn cung trong tương lai gần như được lấp đầy. Ngoài ra, kỳ vọng thiếu hụt nguồn cung và giá điện cao tương ứng xảy ra trong 5 năm cuối có nghĩa là lựa chọn đầu tư được xem xét có xu hướng chủ yếu được đưa ra trong giai đoạn này. Với số giờ hoạt động dự kiến thấp, công nghệ có chi phí cố định thấp nhất được ưa chuộng, điều này giải thích tại sao công nghệ tài đình chiếm hầu hết các khoản đầu tư quá mức.

Hình 10b minh họa cơ cấu nguồn điện mà các đại lý dự đoán với phương pháp dự báo "giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai". Trong trường hợp như vậy, các đại lý có khả năng vừa thiết lập các kỳ vọng về các khoản đầu tư trong tương lai vừa duy trì các kỳ vọng này theo đặc tính nội tại của hệ thống. Hơn nữa, tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon) không còn ảnh hưởng đến các quyết định đầu tư vì việc đầu tư không còn bị khuyến khích bởi giá điện cao phi thực tế chỉ phát sinh trong năm quan trọng cuối cùng, mà do giá điện được phân phối đồng nhất trong toàn bộ tầm nhìn tương lai (look-ahead horizon).

4.4. Phân tích độ nhạy về các giá trị được gán cho cây kịch bản trong phương pháp dự báo giá "các kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai"

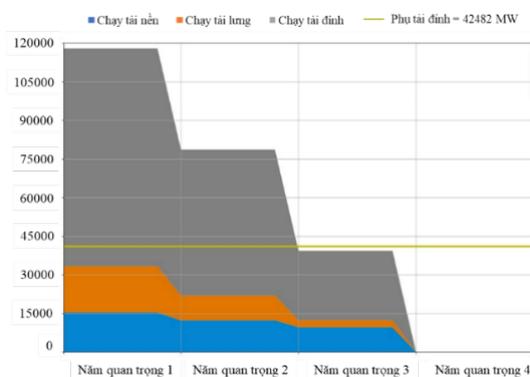
Ở đại lý cấp độ vi mô, kỳ vọng của đại lý về kế hoạch mở rộng của đối thủ cạnh tranh ảnh hưởng trực tiếp đến quyết định đầu tư của họ bằng cách thay đổi giá điện trong tương lai. Các quyết định đầu tư bị ảnh hưởng này cuối cùng sẽ được phản ánh ở cấp độ hệ thống vi mô dưới dạng các biến thể của cơ cấu nguồn điện. Hình 11 thể hiện kết quả cơ cấu nguồn điện cho các trường hợp khác nhau của dự báo mở rộng nguồn điện của đối thủ cạnh tranh. Kết quả cơ cấu nguồn điện cấp hệ thống vi mô cho từng trường hợp được thể hiện trong hình 11 và tóm tắt trong Bảng 3.

Nhìn chung, có thể nhận thấy rằng kết quả mô phỏng thay đổi phần lớn tùy thuộc vào các đầu vào ngoại sinh được sử dụng. Đầu tiên, bằng cách so sánh cơ cấu nguồn điện hệ thống đối với các kỳ vọng khác nhau liên quan đến tổng công suất dự kiến sẽ được bổ sung bởi các đối thủ cạnh tranh trong tương lai, người ta có thể nhận thấy rằng việc giảm kỳ vọng vào tổng mức mở rộng của đối thủ cạnh tranh (từ 95 % xuống 90 % và 85 %) dẫn đến tổng công suất hệ thống tăng đáng kể và ngược lại. Một mặt, khi kỳ vọng rằng các đối thủ cạnh tranh sẽ hạn chế đầu tư dẫn đến giá điện cao không thực tế trong tương lai và giá điện cao này kích hoạt các khoản đầu tư cho đến khi lấp đầy khoảng trống cung ứng trong tương lai. Mặt khác, khi kỳ vọng các đối thủ cạnh tranh sẽ đầu tư nhiều trong tương lai, các đại lý sẽ hạn chế đầu tư và dẫn đến tình trạng thiếu hụt đầu tư, tức là tất cả các đại lý thiếu động cơ đầu tư vì họ đánh giá quá cao về các khoản đầu tư trong tương lai của đối thủ cạnh tranh.

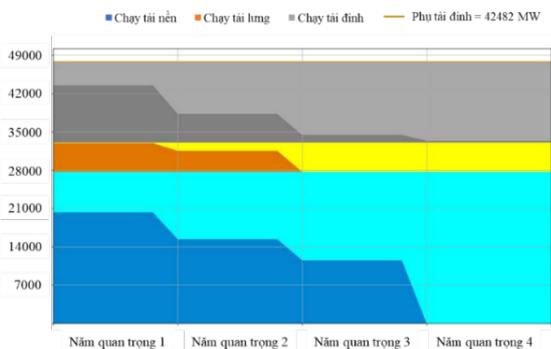
Thứ hai, bằng cách so sánh các dự báo khác nhau về sự phân bổ công nghệ của các khoản đầu tư trong tương lai của các đối thủ cạnh tranh, có thể thấy rằng sự phân bổ công nghệ giả định có thể dẫn đến sự thay đổi đáng kể trong cơ cấu nguồn điện. Cụ thể hơn, đối thủ cạnh tranh càng mong đợi một loại công nghệ nào đó đầu tư vào thì đại lý càng ít đầu tư vào công nghệ này và ngược lại. Hãy xem xét Nhóm 1 của Hình 10 làm ví dụ. Khi tỷ lệ đầu tư dự kiến

trong tương lai vào công nghệ tài đỉnh tăng từ 20 % lên 30 % và 50 %, tỷ lệ đầu tư công nghệ tài đỉnh trong kết quả mô phỏng giảm lần lượt từ 40,8 % xuống 36 % và 22,7 %. Xu hướng tương tự cũng diễn ra đối với các khoản đầu tư vào công nghệ tài nền. Đối với công nghệ tài lưỡng phức tạp hơn do tiềm năng kinh tế để đầu tư vào công nghệ tài lưỡng cũng bị ảnh hưởng mạnh bởi các khoản đầu tư dự kiến vào công nghệ tài nền và tài đỉnh.

Ngoài ra, mặc dù các thông số phân bổ công suất khác nhau thay đổi cơ cấu nguồn điện, nhưng tổng công suất vẫn không đổi trong một cài đặt về tổng mức công suất mở rộng. Nghĩa là, tổng lượng công suất lắp đặt hoàn toàn được thúc đẩy bởi việc thiết lập tổng lượng mở rộng dự kiến của đối thủ cạnh tranh, thay vì các đặc điểm nội tại của mô hình.



a. “Đại lý cận thị - Myopic agents”.



b. “Giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai”.

Hình 10. Dự báo cơ cấu nguồn điện của đại lý đầu tiên quyết định đầu tư trong vòng đầu tư đầu tiên trong một năm quan trọng điển hình.

4.3. Đóng góp và hạn chế

Phân tích ở trên cho thấy rằng các giả định được áp dụng bởi các thuật toán ra quyết định đầu tư ở cấp đại lý có thể ảnh hưởng lớn đến kết quả mô phỏng ở cấp hệ thống. Cụ thể, cơ cấu nguồn điện rất

nhạy cảm với tham số Tầm nhìn tương lai (Look-ahead horizon) khi sử dụng phương pháp dự báo giá “đại lý cận thị”. Điều này là do phương pháp này mặc nhiên giả định rằng không có khoản đầu tư mới nào sẽ xảy ra trong tương lai và do đó sẽ phát sinh chênh lệch cung, điều này sẽ kích hoạt các khoản đầu tư mới vào năm quan trọng của đại lý để bù đắp cho tình trạng thiếu công suất không thực tế trong tương lai xa hơn.

Kiểm tra phương pháp dự báo giá “kịch bản ngoại sinh cho các khoản đầu tư trong tương lai” cho thấy rằng, các giá trị được gán cho cây kịch bản liên quan đến các khoản đầu tư của đối thủ cạnh tranh ở cấp đại lý đang chiếm ưu thế trong kết quả mô phỏng ở cấp hệ thống. Nhìn chung, hai lớp trên cây kịch bản chi phối các khía cạnh khác nhau của kết quả mô phỏng: tổng công suất lắp đặt được thúc đẩy bởi kỳ vọng về tổng đầu tư của đối thủ cạnh tranh và tỷ trọng của các loại công nghệ khác nhau chủ yếu bị ảnh hưởng bởi lớp thứ hai của cây kịch bản (tức là cách các khoản đầu tư mới của đối thủ cạnh tranh được phân bổ giữa các công nghệ). Như đã trình bày, phương pháp dự báo giá “giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai” được đề xuất yêu cầu ít tham số ngoại sinh hơn (tức là cây kịch bản) và mạnh mẽ hơn đối với tham số Tầm nhìn tương lai (Look-ahead horizon).

Tuy nhiên, dự báo giá mới được đề xuất và phân tích được thực hiện trong nghiên cứu này có một số hạn chế. Từ quan điểm phương pháp luận, việc sử dụng kết quả thu được từ một bài toán lập kế hoạch mở rộng tổng thể để hướng dẫn việc ra quyết định đầu tư mặc nhiên giả định rằng các đại lý đang mong đợi sự kết hợp công suất phát triển theo cách tiết kiệm chi phí. Trên thực tế, thị trường điện còn phức tạp hơn. Hơn nữa, lưu ý rằng phân tích được thực hiện trong một hệ thống điện được cách điệu hóa cao, nơi các đại lý bị lược bỏ các đặc điểm khác biệt như các yếu tố hành vi. Trên thực tế, tồn tại nhiều yếu tố hành vi ảnh hưởng đến việc ra quyết định đầu tư. Việc tính toán các yếu tố này có thể làm sai lệch kết quả so với kết quả thị trường hoàn hảo và có thể giảm thiểu tác động của các giả định cơ bản của phương pháp dự báo giá hiện tại đối với kết quả của mô hình. Ví dụ, việc sử dụng các đại lý không thích rủi ro có thể làm giảm độ nhạy của tham số tầm nhìn tương lai (Look-ahead horizon) vì lợi nhuận không thực tế trong tương lai xa phải chịu mức chiết khấu rất cao. Do đó, các phương pháp dự báo giá hiện có, nếu được tham số hóa đầy đủ, cũng có thể ước tính các kết quả thực nghiệm.

3. Kết luận

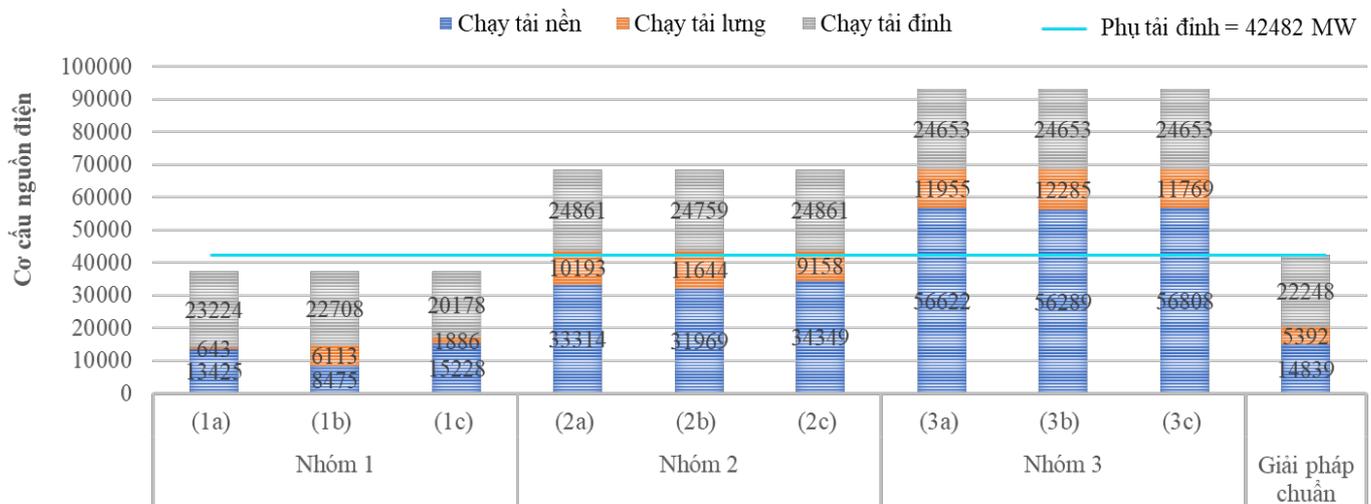
Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, trong một thị trường điện có lập với các thiết lập mô hình được cách điệu hóa cao, các quyết định đầu tư được thực hiện bởi các thuật toán đầu tư hiện có rất nhạy

cảm với các giả định liên quan đến các tham số của thuật toán ra quyết định đầu tư. Do những khó khăn để hiệu chỉnh các giá trị này một cách chính xác, độ tin cậy và tính minh bạch của các kết quả mô phỏng có thể bị ảnh hưởng bởi việc lựa chọn các tham số chính. Do đó, điều quan trọng đối với các nhà lập mô hình là phải nhận thức rõ về những ảnh hưởng do các giá trị giả định và các tham số chính này áp đặt. Phân tích sâu hơn đã chỉ ra rằng mô hình dựa trên đại lý - với phương pháp dự báo giá “giảm thiểu chi phí đầu tư trong tương lai” được đề xuất áp dụng là mạnh mẽ và minh bạch hơn trong các thiết

lập mô hình lý thuyết được sử dụng trong nghiên cứu này. Mô hình dựa trên đại lý này, với phương pháp dự báo giá được đề xuất được, cho phép các nhà lập mô hình dựa trên đại lý giảm thiểu các tác động tiềm ẩn của các giả định ngầm (liên quan đến việc mô hình hóa các khía cạnh hành vi cụ thể) và ảnh hưởng của các biến kiểm soát (ví dụ như các công cụ chính sách), do đó mở đường hướng tới các mô hình mô phỏng hệ thống điện dựa trên đại lý dài hạn minh bạch, không thiên vị và mạnh mẽ trong tương lai.

Bảng 3. Công suất các công nghệ khác nhau trong cơ cấu nguồn điện (đơn vị: MW).

Công nghệ	Nhóm 1			Nhóm 2			Nhóm 3		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
Tài nền	13425	8475	15228	33314	31969	34349	56622	56289	56808
Tài lưng	643	6113	1886	10193	11644	9158	11955	12285	11769
Tài đỉnh	23224	22708	20178	24861	24759	24861	24653	24653	24653
Tổng cộng	37292	37295	37292	68369	68372	68369	93230	93227	93230



Hình 11. Cơ cấu nguồn điện với các dự báo mở rộng của các đối thủ cạnh tranh khác nhau.

Tài liệu tham khảo

[1]. A. Weidlich and D. Veit, “A critical survey of agent-based wholesale electricity market models,” *Energy Economics*, vol. 30, no. 4, pp. 1728–1759, Jul. 2008, doi: 10.1016/J.ENECO.2008.01.003.

[2]. P. Ringler, D. Keles, and W. Fichtner, “Agent-based modelling and simulation of smart electricity grids and markets – A literature review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 57, pp. 205–215, May 2016, doi: 10.1016/J.RSER.2015.12.169.

[3]. M. Genoese, F. Genoese, and W. Fichtner, “Model-based analysis of the impact of capacity markets on electricity markets,” 9th International Conference on the European Energy Market, EEM 12, 2012, doi: 10.1109/EEM.2012.6254704.

[4]. F. Sensfuß and M. Genoese, “Agent-based simulation for the German electricity markets - An analysis of the German spot market prices in the year 2001,” *Dritte Energiepreiskrise - Anforderungen an die Energieinnovation - Kurzfassungsband / 9. Symposium Energieinnovation*, 15. - 17. Februar 2006, TU Graz, Graz/Österreich, p. 76, 2006, Accessed: Nov. 11, 2021. [Online]. Available: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000018291>

[5]. M. Reeg et al., “AMIRIS - An agent-based simulation model for the analysis of different support schemes and their effects on actors involved in the integration of renewable energies into energy markets,” *Proceedings - International Workshop on*

- Database and Expert Systems Applications, DEXA, pp. 339–344, 2012, doi: 10.1109/DEXA.2012.54.
- [6]. A. Botterud, M. R. Mahalik, T. D. Veselka, H. S. Ryu, and K. W. Sohn, “Multi-agent simulation of generation expansion in electricity markets,” 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES, 2007, doi: 10.1109/PES.2007.385566.
- [7]. M. North, G. Conzelmann, V. Koritarov, C. Macal, P. Thimmapuram, and T. Veselka, “E-laboratories: agent-based modeling of electricity markets.,” undefined, 2002.
- [8]. J. C. Richstein, “Interactions between carbon and power markets in transition,” 2015. doi: 10.4233/UUID:0E1DCC59-40F0-4FF9-A330-C185FDFCA119.
- [9]. E. J. L. Chappin, L. J. de Vries, J. C. Richstein, P. Bhagwat, K. Iychettira, and S. Khan, “Simulating climate and energy policy with agent-based modelling: The Energy Modelling Laboratory (EMLab),” *Environmental Modelling & Software*, vol. 96, pp. 421–431, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.ENVSOF.2017.07.009.
- [10]. L. de Vries, E. Chappin, and J. Richstein, “EMLab-Generation: An experimentation environment for electricity policy analysis,” 2013, doi: 10.2/JQUERY.MIN.JS.
- [11]. V. Grimm et al., “A standard protocol for describing individual-based and agent-based models,” *Ecological Modelling*, vol. 198, no. 1–2, pp. 115–126, Sep. 2006, doi: 10.1016/J.ECOLMODEL.2006.04.023.
- [12]. K. Poncet, E. Delarue, and W. D’haeseleer, “Unit commitment constraints in long-term planning models: Relevance, pitfalls and the role of assumptions on flexibility,” *Applied Energy*, vol. 258, p. 113843, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.APENERGY.2019.113843.
- [13]. H. Chen, C. Wang, W. Cai, and J. Wang, “Simulating the impact of investment preference on low-carbon transition in power sector,” *Applied Energy*, vol. 217, pp. 440–455, May 2018, doi: 10.1016/J.APENERGY.2018.02.152.
- [14]. R. Wüstenhagen and E. Menichetti, “Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research,” undefined, vol. 40, no. 1, pp. 1–10, 2012, doi: 10.1016/J.ENPOL.2011.06.050.