

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TUỔI THỌ CÒN LẠI CỦA CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO ĐỘ TIN CẬY CỦA CẤU KIỆN

METHOD FOR DETERMINING THE REMAINING SERVICE LIFE OF BUILDING STRUCTURES BASING ON THE RELIABILITY OF ELEMENTS AND STRUCTURES

NGUYỄN HOÀNG ANH

Viện KHCN Xây dựng

Email: nhanhibst@gmail.com

Tóm tắt: Tuổi thọ còn lại của công trình có thể được xác định nhanh theo dấu hiệu hư hỏng bên ngoài của các cấu kiện và kết cấu, song phương pháp này cũng còn có một số hạn chế. Bài báo này trình bày phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của công trình theo độ tin cậy của các cấu kiện, kết cấu khi có các số liệu quan trắc, khảo sát công trình.

Từ khóa: Tuổi thọ còn lại, Hư hỏng kết cấu xây dựng.

Abstract: The remaining service life of buildings can be calculated by external damage signs of elements and structures. However, his method still has several disadvantages. This article intends to present the method of determining the remaining service life basing on the reliability of elements and structures after related data of Monitoring and Survey are collected.

Keywords: Remaining service life, Damage of building structures.

1. Đặt vấn đề

Trong bài báo "Một số phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của công trình xây dựng" trên tạp chí KHCN Xây dựng số 2/2021 của các tác giả Ths Nguyễn Hoàng Anh và PGS. TS Nguyễn Xuân Chính [1], đã trình bày khái quát một số phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của công trình xây dựng, trong đó phương pháp tính toán tuổi thọ còn lại theo dấu hiệu hư hỏng bên ngoài thường được sử dụng. Tuy vậy phương pháp này còn có một số hạn chế như: dấu hiệu hư hỏng bên ngoài không phải bao giờ cũng phản ánh đúng các tính chất cơ lý, khả năng chịu lực thực tế của cấu kiện, kết cấu. Việc phân loại hư hỏng và độ tin cậy tương đối theo khoảng tương đối rộng sẽ dẫn đến sai số đáng kể trong kết quả tính toán tuổi thọ còn lại [5].

Khi có các số liệu khảo sát và thí nghiệm hiện trường, ta có thể xác định được các giá trị hư hỏng lớn nhất của cấu kiện, kết cấu trên cơ sở tính toán

độ tin cậy của chúng, từ đó xác định được mức độ ảnh hưởng và tuổi thọ còn lại của công trình.

2. Phương pháp tính toán xác định mức độ hư hỏng của cấu kiện, kết cấu theo độ tin cậy

Các công trình nghiên cứu và thực nghiệm [2,3,4] đã chỉ ra rằng các đại lượng về tính chất cơ lý của vật liệu, tải trọng, kích thước hình học đều mang tính chất của đại lượng ngẫu nhiên và có luật phân bố chuẩn. Vì vậy có thể xác định xác suất an toàn (hay xác suất sự cố) trên cơ sở đánh giá được sự ảnh hưởng của các tham số ngẫu nhiên đến xác suất an toàn thông qua việc xác định kỳ vọng và độ lệch chuẩn của chúng.

Điều kiện an toàn về khả năng chịu lực tại tiết diện đang xét là:

$$T \leq T_{td} \quad (1)$$

trong đó: T là giá trị nội lực bất lợi nhất có thể phát sinh trên mặt cắt dưới tác động của ngoại lực; T_{td} là khả năng chịu lực của tiết diện đang xét.

Các đại lượng T , T_{td} có thể biểu diễn dưới dạng các hàm:

$$T = F(q, p, l, b, a) \quad (2)$$

$$T_{td} = F(R_b, R_s, b, h_0, A_s) \quad (3)$$

trong đó: q là tải trọng thường xuyên; p là tải trọng tạm thời;

l là chiều dài cấu kiện; R_b là cường độ chịu nén của bê tông;

R_s là cường độ cốt thép; b, h_0 là chiều rộng và chiều cao tính toán của tiết diện; A_s là diện tích cốt thép.

Khi xét đến các sai lệch ngẫu nhiên không tránh khỏi, nghĩa là tồn tại các gia số có giá trị âm hoặc dương của T và T_{td} , từ (1) có thể viết:

$$(T + \Delta T) \leq (T_{td} + \Delta T_{td}) \quad (4)$$

ở đây: $\Delta T, \Delta T_{td}$, là các đại lượng biến thiên của T và T_{td} ; các đại lượng này có thể xem là các đại lượng ngẫu nhiên có phân phối chuẩn. Thực hiện chuyển về ta có:

$$T - T_{td} \leq \Delta T_{td} - \Delta T \quad (5)$$

Trong biểu thức này vế trái là một đại lượng xác định còn vế phải là một đại lượng ngẫu nhiên và có phân bố chuẩn nên ta có xác suất sự cố:

$$P_f = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \Phi \left[\frac{T_{td} - T}{S_{(\Delta T_{td} - \Delta T)}} \right] \quad (6)$$

$$\text{Xác suất an toàn sẽ là: } P_S = 1 - P_f \quad (7)$$

$$S'_{R_b} = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial R_b} \right| S_{R_b}; S'_{R_s} = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial R_s} \right| S_{R_s}; S'_{A_s} = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial A_s} \right| S_{A_s}; S'_{h_0} = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial h_0} \right| S_{h_0}$$

$$S'_b = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial b} \right| S_b; S'_q = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial q} \right| S_q; S'_p = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial p} \right| S_p; S'_l = \left| \frac{\partial T_{td}}{\partial l} \right| S_l$$

ở đây: $S_{R_b}; S_{R_s}; \dots; S_l$ là độ lệch chuẩn của các tham số xác định được từ số liệu thống kê kết quả đo đạc, thí nghiệm thực tế.

Trong kết cấu nhà khung bê tông cốt thép các cấu kiện sàn, dầm, cột thường được kiểm tra ở trạng thái cấu kiện chịu uốn, cấu kiện chịu nén uốn (nén lệch tâm). Sau đây là cách xác định độ tin cậy của cấu kiện chịu uốn và nén uốn theo trạng thái

Theo tính chất của phương sai đối với biến độc lập ta có:

$$S^2_{(\Delta T_{td} - \Delta T)} = S^2_{\Delta T_{td}} + S^2_{\Delta T} \quad (8)$$

Từ (2) và (3) có thể viết:

$$S^2_{\Delta T_{td}} = S^2_{R_b} + S^2_{R_s} + S^2_{A_s} + S^2_{h_0} + S^2_b$$

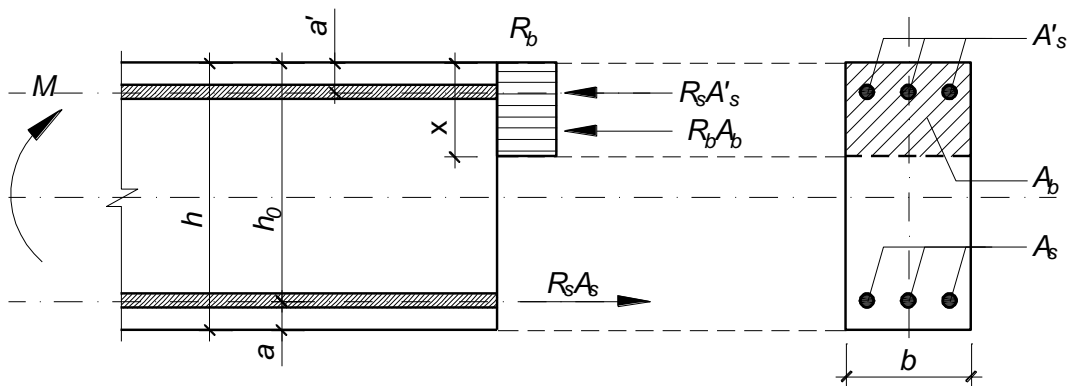
$$S^2_{\Delta T} = S^2_q + S^2_p + S^2_l$$

trong đó: $S'_{R_b}; S'_{R_s}; S'_b; S'_{h_0}; S'_{A_s}; S'_q; S'_p; S'_l$ là độ lệch chuẩn của nội lực do ảnh hưởng từng tham số đối với thành phần nội lực đang xét (các giá trị này được xác định bằng tích của đạo hàm riêng theo từng tham số với độ lệch chuẩn tương ứng của các tham số đó) và được xác định như sau:

giới hạn thứ nhất về cường độ (khả năng chịu lực) tính theo TCVN 5574:2018 [6]. Cách xác định độ tin cậy của cấu kiện ở các trạng thái khác có thể được tính toán tương tự.

2.1. Tính toán độ tin cậy của cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn

Sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt kép chịu uốn được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nội lực và biểu đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

Theo [6] điều kiện đảm bảo độ bền tiết diện của cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn là:

$$M \leq M_{td} = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \quad (9)$$

trong đó chiều cao vùng nén được xác định theo công thức:

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} - \frac{R_{sc} A'_s}{R_b b}$$

Thay giá trị của x vào (9) thực hiện biến đổi ta có:

$$M_{td} = R_b b \left(\frac{R_s A_s}{R_b b} - \frac{R_{sc} A'_s}{R_b b} \right) \left(h_0 - \frac{R_s A_s}{2R_b b} + \frac{R_{sc} A'_s}{2R_b b} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Rút gọn ta được: $M_{td} = R_s A_s h_0 - \frac{R_s^2 A_s^2}{2R_b b} - \frac{R_{sc}^2 A_s'^2}{2R_b b} + \frac{R_s A_s R_{sc} A'_s}{R_b b} - R_{sc} A'_s a'$ (10)

Nhằm xác định được ảnh hưởng của các tham số, ta thực hiện việc xác định đạo hàm riêng theo từng tham số và xác định độ lệch chuẩn của chúng. Từ (10) ta có :

$$\begin{aligned} \frac{\partial M_{td}}{\partial R_s} &= A_s h_0 - \frac{R_s A_s^2}{R_b b} + \frac{A_s R_{sc} A'_s}{R_b b}; & \frac{\partial M_{td}}{\partial A_s} &= R_s h_0 - \frac{R_s^2 A_s}{R_b b} + \frac{R_s R_{sc} A'_s}{R_b b}; & \frac{\partial M_{td}}{\partial h_0} &= R_s A_s \\ \frac{\partial M_{td}}{\partial R_{sc}} &= -\frac{R_{sc} A_s'^2}{R_b b} + \frac{R_s A_s A'_s}{R_b b} - A'_s a'; & \frac{\partial M_{td}}{\partial R_b} &= \frac{R_s^2 A_s^2}{2R_b^2 b} + \frac{R_{sc}^2 A_s'^2}{2R_b^2 b} - \frac{R_s A_s R_{sc} A'_s}{R_b^2 b} \\ \frac{\partial M_{td}}{\partial b} &= \frac{R_s^2 A_s^2}{2R_b b^2} + \frac{R_{sc}^2 A_s'^2}{2R_b b^2} - \frac{R_s A_s R_{sc} A'_s}{R_b b^2}; & \frac{\partial M_{td}}{\partial A'_s} &= -\frac{R_{sc} A'_s}{R_b b} + \frac{R_s A_s R_{sc}}{R_b b} - R_{sc} a'; & \frac{\partial M_{td}}{\partial a'} &= -R_{sc} A'_s \end{aligned}$$

Căn cứ vào số liệu đo đạc, khảo sát thí nghiệm có thể xác định được độ lệch chuẩn của các tham số $R_s, A_s, R_{sc}, A'_s, R_b, b, h_0, a'$ là $S'_{R_s}, S'_{A_s}, S'_{R_{sc}}, S'_{A'_s}, S'_{R_b}, S'_b, S'_{h_0}, S'_{a'}$. Từ đó ta có:

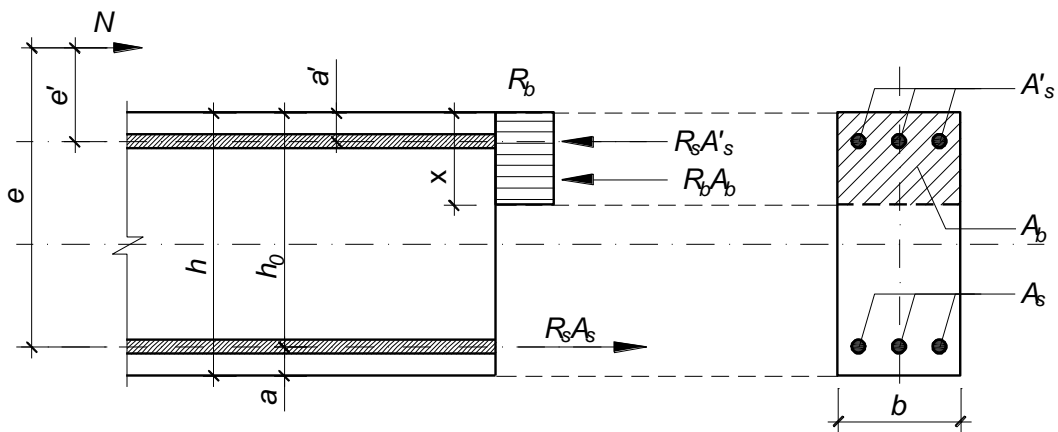
$$\begin{aligned} S'_{R_s} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial R_s} \right| S_{R_s}; & S'_{A_s} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial A_s} \right| S_{A_s}; & S'_{R_b} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial R_b} \right| S_{R_b}; & S'_{R_{sc}} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial R_{sc}} \right| S_{R_{sc}} \\ S'_{A'_s} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial A'_s} \right| S_{A'_s}; & S'_b &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial b} \right| S_b; & S'_{h_0} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial h_0} \right| S_{h_0}; & S'_{a'} &= \left| \frac{\partial M_{td}}{\partial a'} \right| S_{a'} \end{aligned}$$

Từ đây ta tính được phương sai của momen giới hạn mà tiết diện có thể chịu được:

$$S_{\Delta M_{td}}^2 = S_{R_s}^2 + S_{A_s}^2 + S_{R_{sc}}^2 + S_{A'_s}^2 + S_{R_b}^2 + S_{h_0}^2 + S_b^2 + S_{a'}^2$$

2.2. Tính toán độ tin cậy của cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm

Sơ đồ nội lực và biểu đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt chịu nén lệch tâm thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nội lực và biểu đồ ứng suất trong tiết diện chịu nén lệch tâm

Theo [6] Điều kiện đảm bảo độ bền tiết diện chữ nhật của cấu kiện chịu nén lệch:

$$N.e \leq R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$
 (11)

Như vậy: $N_{td} = \frac{R_b b x h_0}{e} - \frac{R_b b x^2}{2e} + \frac{R_{sc} A'_s h_0}{e} - \frac{R_{sc} A'_s a'}{e}$ (12)

Chiều cao vùng nén x theo [6] được xác định như sau:

- khi $\xi = x/h_0 \leq \xi_R : x = \frac{N + R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}$

- khi $\xi = x/h_0 > \xi_R : x = \frac{N + R_s A_s \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} A'_s}{R_b b + \frac{2R_s A_s}{h_0(1 - \xi_R)}}$

Từ công thức (12) tính đạo hàm theo từng tham số:

$$\frac{\partial N_{td}}{\partial R_b} = \frac{bxh_0}{e} - \frac{bx^2}{2e}; \quad \frac{\partial N_{td}}{\partial b} = \frac{R_b x h_0}{e} - \frac{R_b x^2}{2e}; \quad \frac{\partial N_{td}}{\partial h_0} = \frac{R_b b x}{e} + \frac{R_{sc} A'_s}{e}$$

$$\frac{\partial N_{td}}{\partial x} = \frac{R_b b h_0}{e} - \frac{R_b b x}{e}; \quad \frac{\partial N_{td}}{\partial R_{sc}} = \frac{A'_s h_0}{e} - \frac{A'_s a'}{e}; \quad \frac{\partial N_{td}}{\partial A'_s} = \frac{R_{sc} h_0}{e} - \frac{R_{sc} a'}{e}$$

$$\frac{\partial N_{td}}{\partial e} = -\frac{R_b b x h_0}{e^2} + \frac{R_b b x^2}{2e^2} - \frac{R_{sc} A'_s h_0}{e^2} + \frac{R_{sc} A'_s a'}{e^2}$$

Căn cứ vào số liệu đo đạc, khảo sát thí nghiệm có thể xác định được độ lệch chuẩn của các tham số $R_b, R_{sc}, A'_s, b, h_0, x, e$ là $S'_{R_{sc}}, S'_{A'_s}, S'_{R_b}, S'_b, S'_{h_0}, S'_x, S'_e$. Từ đó ta có:

$$S'_{R_{sc}} = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial R_{sc}} \right| S_{R_{sc}}; \quad S'_{A'_s} = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial A'_s} \right| S_{A'_s}; \quad S'_{R_b} = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial R_b} \right| S_{R_b};$$

$$S'_b = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial b} \right| S_b; \quad S'_{h_0} = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial h_0} \right| S_{h_0}; \quad S'_e = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial e} \right| S_e; \quad S'_x = \left| \frac{\partial N_{td}}{\partial x} \right| S_x$$

Từ đây ta tính được phương sai của lực dọc giới hạn mà tiết diện có thể chịu được:

$$S_{\Delta N_{td}}^2 = S_{R_{sc}}^2 + S_{A'_s}^2 + S_{R_b}^2 + S_b^2 + S_{h_0}^2 + S_e^2 + S_x^2$$

Nhận xét: Khi kiểm tra các cấu kiện theo khả năng chịu lực giới hạn ở các trạng thái chịu lực khác nhau như chịu uốn, chịu nén lệch tâm, chịu cắt, chịu kéo, chịu kéo lệch tâm,... biểu thức xác định khả năng chịu lực T_{td} của tiết diện kết cấu đều được chỉ rõ trong [6], từ đó có thể xác định được phương sai của khả năng chịu lực giới hạn $S_{\Delta T_{td}}^2$. Khi tính được $S_{\Delta T_{td}}^2$ theo công thức 6,7 tính được độ tin cậy của cấu kiện.

2.3 Quy trình tính toán xác định mức độ hư hỏng của cấu kiện theo phương pháp tính toán độ tin cậy của cấu kiện

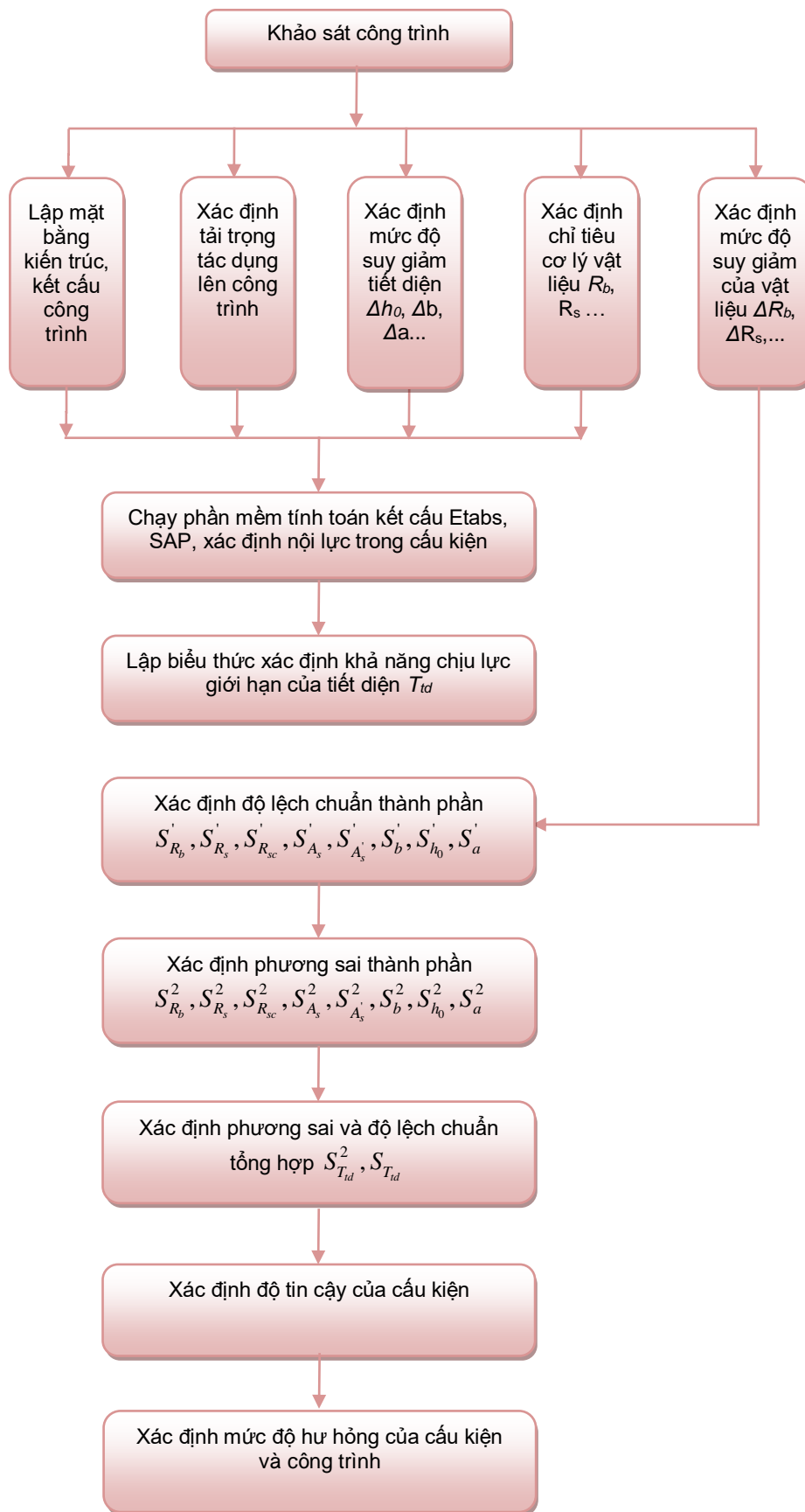
Sử dụng kết quả khảo sát để lấy các thông tin

cần thiết cho dữ liệu đầu vào dùng phần mềm tính toán kết cấu thông thường như Etabs, SAP, SAFE để tính toán bài toán tất định xác định nội lực trong cấu kiện.

Sử dụng công cụ excelle để thiết lập bảng tính toán: khả năng chịu lực của tiết diện, độ lệch chuẩn thành phần, phương sai thành phần, phương sai tổng hợp, độ tin cậy của tiết diện cấu kiện.

Sau khi có độ tin cậy của cấu kiện xác định mức độ hư hỏng của cấu kiện.

Các bước xác định mức độ hư hỏng của cấu kiện được thể hiện qua sơ đồ tính toán như sau:



Hình 3. Sơ đồ các bước xác định mức độ hư hỏng của công trình

3. Ví dụ tính toán tuổi thọ còn lại công trình theo 2 phương pháp

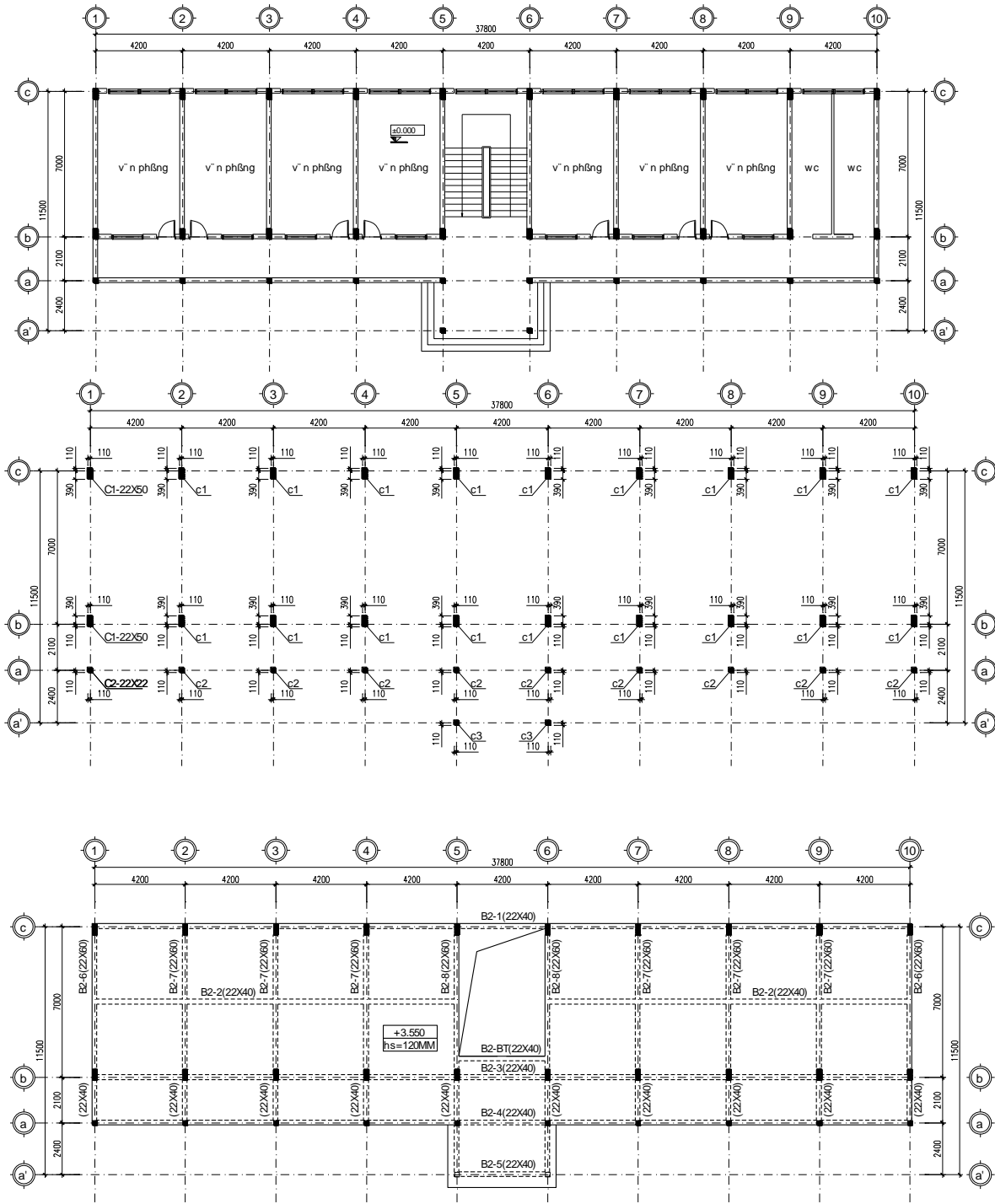
- Công trình là trụ sở làm việc của cơ quan nhà nước trên địa bàn Hà Nội được xây dựng và hoàn

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

thành vào năm 1995, như vậy công trình đã khai thác sử dụng được 27 năm. Công trình có diện tích xây dựng là 344m², gồm 04 tầng mỗi tầng cao 3.6m² với chiều cao công trình là 14.4m, Tổng diện

tích sàn xây dựng là 1376m²;

- Mặt bằng kiến trúc, kết cấu điển hình của công trình được thể hiện như sau:



Hình 4. Mặt bằng kiến trúc, lưới cột, mặt bằng kết cấu điển hình của công trình





3.1 Xác định tuổi thọ còn lại của công trình thông qua dấu hiệu hư hỏng bên ngoài

Bước 1: Căn cứ vào kết quả khảo sát, dựa vào Bảng 2 trong [1] Phân loại mức độ hư hỏng

và độ tin cậy tương đối của kết cấu bê tông cốt thép theo dấu hiệu bên ngoài, lập bảng tổng hợp hiện trạng và mức độ hư hỏng của các cấu kiện trên công trình.

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Bảng 1. Tổng hợp hiện trạng và mức độ hư hỏng của cấu kiện

STT	Cấu kiện	Vị trí	Hiện trạng	Ảnh	độ tin cậy tương đối	Mức độ hư hỏng
1	Sàn bê tông cốt thép	Tầng 2 Trục A-B-4-5	Bê tông bị nứt, vỡ, phong hóa lộ cốt thép. Cốt thép bị ăn mòn nặng, gỉ nở bong tróc gỉ nghiêm trọng		0.75	0,25
2	Sàn bê tông cốt thép	Tầng 3 Trục A-B-5-6	Bê tông bị nứt, vỡ, phong hóa lộ cốt thép. Cốt thép bị ăn mòn nặng, gỉ nở bong tróc gỉ nghiêm trọng		0.75	0.25
3	Dầm	Tầng 3 Trục 4-5,B-C	Nứt điểm tiếp xúc giữa dầm và sàn, bề rộng vết nứt đến 0.4 mm		0.75	25
4	Cột	Tầng 3 Trục A-3	Bê tông bị nứt, vỡ, phong hóa lộ cốt thép. Cốt thép bị ăn mòn nặng, gỉ nở, bong tróc gỉ nghiêm trọng		0.75	0.25
.....

Ghi chú: Qua kết quả khảo sát dấu hiệu hư hỏng bên ngoài của công trình thực tế tổng hợp được hơn 30 vị trí hư hỏng. Các hư hỏng này được lập thành bảng như trên.

Bước 2: Kết quả phân loại mức độ hư hỏng và độ tin cậy tương đối của kết cấu công trình theo dấu hiệu hư hỏng bên ngoài được tổng hợp trong Bảng 2 như sau:

Bảng 2. Tổng hợp mức độ hư hỏng của các cấu kiện

TT	Loại cấu kiện	Số lượng (cái, tấm)	Mức độ hư hỏng	
			Nhẹ nhất	Nặng nhất
1	Cột tầng 1	32	0.05	0,25
2	Cột tầng 2	30	0,05	0,25
3	Cột tầng 3	30	0,05	0,10
4	Cột tầng 4	30	0,05	0,1
5	Dầm tầng 2	59	0,10	0,25
6	Dầm tầng 3	56	0,10	0,15
7	Dầm tầng 4	56	0,10	0,15
8	Dầm tầng mái	55	0,15	0,25
9	Sàn tầng 1	71	0,15	0,25
10	Sàn tầng 2	69	0,15	0,15
11	Sàn tầng 3	69	0,15	0,25
12	Sàn tầng 4	76	0,15	0,25

Bước 3: Xác định hư hỏng tổng hợp của nhà theo công thức:

$$\varepsilon = (\varepsilon_1 \alpha_1 + \varepsilon_2 \alpha_2 + \dots + \varepsilon_i \alpha_i) / (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i)$$

$$\varepsilon = (0,25.8 + 0,25.4 + 0,25.4 + 0,25.2) / (8 + 4 + 4 + 2) = 0,25.$$

Xác định độ tin cậy tương đối của nhà theo Bảng 3.

$$\varepsilon = 0,25 \text{ suy ra: } y = 0,75.$$

Bước 4: Xác định hao mòn thường xuyên của

nhà theo công thức:

$$\lambda = -\ln \gamma / t$$

$$\lambda = -\ln 0,75 / 27 = 0,0107$$

Xác định tuổi thọ còn lại của nhà theo công

thức: $T = \frac{0,22}{\lambda} = \frac{0,22}{0,0107} = 20.5$ năm.

3.2 Xác định tuổi thọ còn lại của công trình theo tính toán độ tin cậy

Bước 1: Theo kết quả khảo sát xác định kích thước cấu kiện, tính chất cơ lý của vật liệu sử dụng cho công trình và mức độ suy giảm tại thời điểm khảo sát. Cụ thể:

- Kích thước cấu kiện khi khảo sát có sự sai khác so với thiết kế và bản là 5%;
- Bê tông: bê tông cột sử dụng bê tông cấp độ

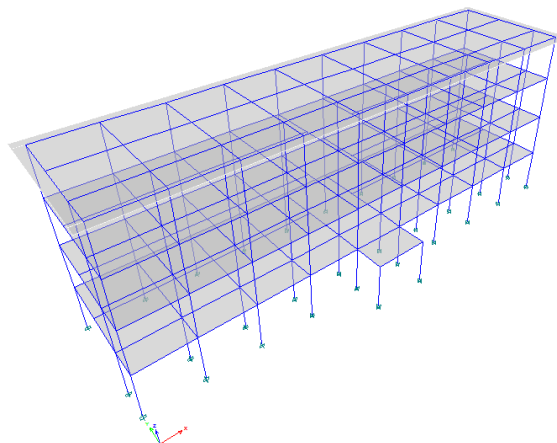
bền B25, bê tông dầm, sàn sử dụng B22.5. Qua kết quả lấy mẫu và thí nghiệm thấy rằng cường độ bê tông giảm 5% so với thiết kế ban đầu;

- Cốt thép: thép cột, dầm sử dụng loại thép AII, thép sàn sử dụng loại thép AI. Mức độ suy giảm cường độ so với thiết kế ban đầu trung bình 3%;

- Cốt thép cột, dầm, sàn nhiều vị trí bị ăn mòn nặng mức độ ăn mòn 15%.

Căn cứ vào công năng, hiện trạng thực tế xác định được tải trọng tác dụng lên công trình bao gồm tĩnh tải, hoạt tải, tải trọng gió.

Bước 2: Sử dụng phần mềm Etabs lập mô hình tính toán công trình để xác định nội lực trong cấu kiện.



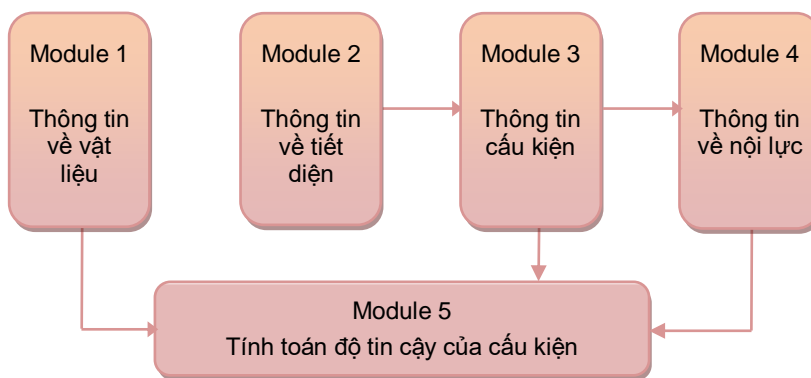
Hình 5. Mô hình tính toán kết cấu của công trình

Bước 3: Sử dụng phần mềm excel lập bảng tính toán độ tin cậy của cấu kiện.

kiểm tra cấu kiện cột chịu nén lệch tâm, cấu kiện dầm, sàn chịu uốn và chịu cắt.

Đối với kết cấu khung bê tông cốt thép chúng ta :

Sơ đồ khối của phần mềm được thể hiện như sau:



Hình 6. Sơ đồ khối phần mềm tính toán độ tin cậy của cấu kiện

Các Module 1 đến 4 là module là các sheet bảng biểu excel phổ biến dùng cho bài toán tính toán cấu kiện kết cấu tất định

Module 5 là bảng tính toán độ tin cậy của tất cả các cấu kiện kết cấu (bảng excel dưới đây là bảng tính độ tin cậy của kết cấu dầm) như bảng dưới đây:

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Dựa vào kết quả tính toán độ tin cậy của tất cả các cấu kiện cột, dầm sàn ta có kết quả tổng hợp độ tin cậy cấu kiện và mức độ hư hỏng cấu kiện của công trình như sau:

Bảng 4. Tổng hợp kết quả tính toán

TT	Loại cấu kiện	Số lượng (cái, tấm)	Độ tin cậy thấp nhất	Mức độ hư hỏng lớn nhất
1	Cột tầng 2	32	0,712	0,288
2	Cột tầng 3	30	0,728	0,272
3	Cột tầng 4	30	0,972	0,028
4	Cột tầng mái	30	0,980	0,02
5	Dầm tầng 2	59	0,635	0,365
6	Dầm tầng 3	56	0,653	0,347
7	Dầm tầng 4	56	0,646	0,354
8	Dầm tầng mái	55	0,851	0,149
9	Sàn tầng 2	71	0,765	0,235
10	Sàn tầng 3	69	0,765	0,235
11	Sàn tầng 4	69	0,765	0,235
12	Sàn tầng mái	76	0,765	0,235

Bước 4: Xác định hư hỏng tổng hợp của nhà theo công thức:

$$\varepsilon = (\varepsilon_1\alpha_1 + \varepsilon_2\alpha_2 + \dots + \varepsilon_i\alpha_i) / (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i)$$

$$\varepsilon = (0,293 \times 8 + 0,365 \times 4 + 0,235 \times 2) / (8 + 4 + 2) = 0,305$$

Bước 5: Xác định độ tin cậy tương đối của nhà theo công thức:

$$\gamma = 1 - \varepsilon = 1 - 0,305 = 0,695$$

Xác định hao mòn thường xuyên của nhà theo công thức:

$$\lambda = -\ln \gamma / t = -\ln 0,695 / 27 = 0,01349$$

Xác định tuổi thọ còn lại của nhà theo công thức:

$$T = \frac{0,22}{\lambda} = \frac{0,22}{0,01349} = 16,3 \text{ năm}$$

4. Kết luận

- Phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của công trình theo dấu hiệu hư hỏng bên ngoài có ưu điểm là giúp chúng ta đánh giá nhanh tình trạng kỹ thuật và tuổi thọ còn lại của công trình, tuy vậy vẫn còn một số hạn chế đã nêu ở trên nên các nhà khoa học trong và ngoài nước đã đề xuất các phương pháp và cách tiếp cận khác nhằm đạt được độ tin cậy cao hơn;

- Cách xác định mức độ hư hỏng theo tính toán độ tin cậy của cấu kiện, kết cấu phức tạp hơn nhưng cho phép đánh giá chi tiết mức độ hư hỏng lớn nhất cho từng loại, từng nhóm cấu kiện, từ đó xác định được tuổi thọ còn lại của công trình;

- Kết quả xác định tuổi thọ còn lại của công trình theo 2 phương pháp có sự chênh lệch nhau cho thấy khi có số liệu khảo sát tương đối đầy đủ cho phép tính toán được độ tin cậy của các cấu kiện và kết cấu với các giá trị xác định chứ không phải là các giá trị trong các khoảng như đánh giá theo dấu hiệu bên ngoài. Vì vậy có thể nói phương pháp xác định tuổi thọ còn lại dựa vào tính toán độ tin cậy của cấu kiện, kết cấu thông qua số liệu khảo sát đảm bảo được độ tin cậy và có thể áp dụng vào thực tế;

- Bài báo đã trình bày quy trình tính toán và

cách thiết lập phần mềm tính toán mức độ hư hỏng của cấu kiện theo tính toán độ tin cậy bằng việc áp dụng các chương trình tính toán kết cấu thông dụng và excel. Các kỹ sư kết cấu hoàn toàn có thể áp dụng để xác định được tuổi thọ còn lại của công trình ở thời điểm cần tiến hành sửa chữa lớn hoặc đến khi công trình phải dừng khai thác sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hoàng Anh, Nguyễn Xuân Chính (2021). "Một số phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của công trình xây dựng". Tạp chí KHCN Xây dựng số 2.
- [2] F.K Kong, R.H Evans. Reinforced and Prestressed Concrete. Chapman & Hall.
- [3] Л.С Авиром (1971), *Надёжность конструкций сборных зданий и сооружений*, Издательство литературы по строительству, ленинград.
- [4] Райзер В.Д (1998), *Теория надёжности в строительном проектировании*, Издательство АСВ, Москва.
- [5] ЦНИИПРОМЗДАНИЙ (2001). Рекомендации по оценке надёжности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам М., 2001.
- [6] TCVN 5574:2018, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép-tiêu chuẩn thiết kế*.

Ngày nhận bài: 23/10/2022.

Ngày nhận bài sửa: 13/11/2022.

Ngày chấp nhận đăng: 14/11/2022.