

BỘ XÂY DỰNG

Số: 06 /QĐ- BXD

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập — Tự do — Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 03 tháng 01 năm 2008

QUYẾT ĐỊNH

Về việc ban hành Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà chung

BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNG

Căn cứ Nghị định số 36/2003/NĐ-CP ngày 4/4/2003 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức Bộ Xây dựng;

Căn cứ Nghị định số 209/2004/NĐ-CP ngày 16/12/2004 của Chính phủ về quản lý chất lượng công trình xây dựng;

Xét đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ,

QUYẾT ĐỊNH

Điều 1. Ban hành kèm theo quyết định này "Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà chung cư".

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký.

Điều 3. Các Ông Chánh Văn phòng Bộ, Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như điều 3
- Lưu VP, Vụ KHCN

**KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG**

ĐÃ KÝ

Nguyễn Văn Liên

HƯỚNG DẪN
ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ NGUY HIỂM CỦA KẾT CẤU NHÀ CHUNG CƯ
THEO TCXDVN 373 - 2006

1 Phạm vi áp dụng

Hướng dẫn này áp dụng cho công tác khảo sát và đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà chung cư. Kết quả đánh giá phục vụ cho việc sửa chữa, cải tạo hoặc tháo dỡ công trình nhằm bảo đảm an toàn trong sử dụng.

2 Các bước khảo sát kỹ thuật

Khảo sát kỹ thuật được thực hiện theo các bước: thu thập hồ sơ công trình, khảo sát kỹ thuật công trình (gồm khảo sát sơ bộ và khảo sát chi tiết), lập báo cáo khảo sát.

2.1 Thu thập hồ sơ công trình

Cần tiến hành thu thập và nghiên cứu các tài liệu lưu trữ về công trình và các tài liệu liên quan, bao gồm:

- Các thông tin về khu vực xây dựng;
- Tài liệu khảo sát địa chất;
- Hồ sơ thiết kế và hồ sơ hoàn công (kiến trúc, kết cấu);
- Tài liệu khảo sát hiện trạng nhà đột gần nhất (trong trường hợp công trình đã qua một hoặc nhiều lần sửa chữa, cải tạo hoặc gia cố, thì cần thêm hồ sơ cải tạo, gia cố);

2.2 Khảo sát kỹ thuật công trình

2.2.1 Khảo sát sơ bộ

Trong giai đoạn khảo sát sơ bộ cần tiến hành các công việc sau:

- Xác định sơ đồ kết cấu của nhà, các kết cấu chịu lực và vị trí của chúng, trong trường hợp không có hoặc không đủ hồ sơ thiết kế, hồ sơ hoàn công, thì cần thực hiện việc đo vẽ hiện trạng những kích thước cơ bản;
- Quan sát, chụp ảnh hiện trạng kết cấu mái, cửa đi, cửa sổ, cầu thang, kết cấu chịu lực, mặt ngoài nhà;

- Nghiên cứu đặc điểm, hiện trạng các công trình lân cận;
- Kết thúc giai đoạn khảo sát sơ bộ cần xác định được những vùng hoặc vị trí cần khảo sát chi tiết.

2.2.2 Khảo sát chi tiết

Khảo sát chi tiết nhằm mục đích chuẩn hoá lại sơ đồ kết cấu, kích thước cấu kiện, tình trạng của vật liệu và kết cấu. Căn cứ vào tình trạng công trình, yêu cầu và mục đích của công tác khảo sát, bằng những dụng cụ và máy móc thiết bị chuyên dụng, đơn vị thực hiện công tác khảo sát có thể tiến hành một phần hoặc tất cả các nội dung khảo sát. Nguyên tắc chung là: chuyên gia khảo sát phải là người am hiểu chuyên môn, nghiệp vụ và có kinh nghiệm; trong bất cứ trường hợp nào thì số liệu khảo sát cũng phải đại diện và đủ tin cậy để tính toán, đánh giá toàn bộ công trình.

a) Thu thập thông tin về công trình lân cận

Mục đích là thu thập thông tin của công trình lân cận để xem xét mức độ ảnh hưởng đến công trình đang khảo sát. Các thông tin đó là:

- Qui mô, đặc điểm công trình;
- Hiện trạng kết cấu của công trình;
- Lịch sử xây dựng và khai thác sử dụng;
- Những dấu hiệu thể hiện bên ngoài (nứt, lún, nghiêng, v.v...).

b) Khảo sát nền móng

➤ *Khảo sát hiện trạng móng công trình*

Thông thường là làm lộ móng ở các vị trí đặc trưng (dưới các kết cấu chịu lực chủ yếu, tại các vị trí có dấu hiệu hư hỏng nặng, v.v...), thông tin cần xác định là:

- Loại móng, các kích thước chủ yếu, độ sâu đế móng;
- Vật liệu làm móng (cường độ vật liệu, hiện trạng, v.v...);
- Tình trạng cốt thép, các dấu hiệu hư hỏng như nứt, gãy, v.v...

➤ *Khảo sát bổ sung địa chất công trình (nếu cần)*

Khi tiến hành khảo sát bổ sung địa chất công trình, cần tiến hành:

- Khoan lấy mẫu đất để thí nghiệm xác định các chỉ tiêu của đất;

- Có thể thí nghiệm xuyên tĩnh CPT hoặc xuyên tiêu chuẩn SPT;

- Độ sâu khảo sát được xác định phụ thuộc vào loại kết cấu móng hiện hữu, kích thước móng và tải trọng tác dụng lên móng, lưu ý tới chiều dày của lớp đất yếu dưới công trình. Thông thường phải khảo sát qua các lớp đất yếu (nếu đã có tài liệu khảo sát địa chất dùng khi thiết kế thì chỉ tiến hành khảo sát bổ sung nếu thiếu số liệu hoặc có nghi vấn).

➤ *Quan trắc lún, nghiêng của công trình (nếu cần)*

Quan trắc lún nhằm xác định độ lún và tốc độ phát triển lún của công trình theo thời gian phụ thuộc vào yêu cầu của công tác khảo sát và thực trạng của công trình để tiến hành quan trắc lún, nghiêng trong một quãng thời gian hợp lý và thực hiện theo tiêu chuẩn đo lún hiện hành.

c) Khảo sát kết cấu bên trên

➤ *Khảo sát kết cấu khung bê tông cốt thép*

Kiểm tra kết cấu khung với các nội dung sau:

- Kích thước hình học, độ thẳng đứng của cột, độ võng của dầm;
- Xác định các tính chất cơ lý vật liệu khung;
- Quan trắc ghi nhận vết nứt, độ sâu vết nứt, sự phát triển vết nứt theo thời gian;
- Kiểm tra chiều dày lớp bê tông bảo vệ, mức độ ăn mòn cốt thép, đường kính và bố trí cốt thép trong khung.

➤ *Khảo sát kết cấu thép*

- Kích thước hình học, độ thẳng đứng của cột, độ võng của dầm, độ võng và độ nghiêng lệch của vì kèo;
- Xác định các tính chất cơ lý vật liệu thép;
- Ghi nhận tình trạng vết nứt;
- Kiểm tra mức độ ăn mòn thép;
- Xem xét tình trạng các mối hàn, bu lông, đinh tán v.v... ở các nút liên kết. Cần chú ý đến dạng liên kết của cột thép với dầm, các thanh giằng; tình trạng hư hỏng của liên kết chân cột với móng; tình trạng võng, xoắn, bản mã của vì kèo

➤ *Khảo sát kết cấu tường lắp ghép tấm lớn*

- Xác định kích thước hình học của tấm tường;
- Xác định cường độ vật liệu tấm tường;
- Tình trạng mối nối (bê tông, cốt thép; liên kết mối nối đứng và ngang);
- Tình trạng tấm tường (vết nứt, ăn mòn cốt thép...);

➤ *Khảo sát kết cấu tường gạch*

Khảo sát tường nhằm mục đích xác định:

- Tình trạng kết cấu và vật liệu tường;
- Vết nứt, sự sai lệch về kích thước hình học;
- Sự có mặt của cốt thép hay các chi tiết liên kết bằng thép;
- Xác định các tính chất cơ lý của tường, xác định cường độ khối xây, cường độ của gạch, vữa xây, vữa trát, độ hút nước của gạch;
- Xác định bề rộng, chiều dài và độ sâu vết nứt, lưu ý đến hướng và số lượng vết nứt.

➤ *Khảo sát kết cấu sàn*

Tiến hành kiểm tra trực quan tất cả các cấu kiện, kết cấu sàn bao gồm: gối tựa, nhịp sàn, dầm đỡ sàn. Khi xem xét phải chú ý tới độ võng của sàn, trạng thái lớp bảo vệ trần, vết nứt và đặc điểm của vết nứt: mật độ, hướng và sự thay đổi bề rộng vết nứt để có nhận định về mức độ hư hỏng và quyết định các bước khảo sát tiếp theo như: xác định độ sâu vết nứt, cường độ bê tông, loại cốt thép và phân bố cốt thép trong dầm sàn.

Vẽ mặt bằng, mặt cắt sàn, ghi các kết quả đo đạc và những hư hỏng hiện trạng của sàn.

➤ *Khảo sát kết cấu ban công, lôgia*

Khi xem xét cần làm rõ liên kết ban công với tường và sàn, tình trạng và biến dạng các bộ phận của ban công, lôgia.

Tuỳ thuộc vào sơ đồ tính toán của ban công, cần xem xét:

- Nếu là sơ đồ công xôn: tình trạng liên kết với tường;
- Nếu là sơ đồ công xôn có thanh chống xiên: tình trạng của thanh chống xiên, liên kết của nó với công xôn, liên kết công xôn với tường, trạng thái của công xôn tại giữa nhịp công xôn, liên kết của thanh chống xiên với tường;
- Nếu là sơ đồ dầm trên hai gối tựa: tình trạng dầm tại gối tựa và giữa nhịp.

➤ *Khảo sát kết cấu mái*

Khi khảo sát các kết cấu chịu lực mái cần tiến hành:

- Quan sát, đo vẽ kết cấu và lập bản vẽ mặt bằng;
- Làm rõ loại kết cấu chịu lực (vì kèo, panel, v.v...);
- Xác định các lớp cấu tạo mái, lưu ý tới độ dốc và các lớp vật liệu mái, tình trạng đường thoát nước (sênô, đường ống, các khe tiếp giáp);
- Đánh giá biến dạng của các cấu kiện chịu lực mái.

Trường hợp mái có kết cấu thép thì cần xác định mức độ ăn mòn và độ võng của cấu kiện, kết cấu.

Đối với mái bằng panel bê tông cốt thép cần chú ý tới vết nứt, sự hư hỏng của lớp bê tông bảo vệ.

➤ *Khảo sát kết cấu cầu thang*

Khảo sát cầu thang nhằm mục đích xác định:

- Loại vật liệu và đặc tính của kết cấu cầu thang;
- Liên kết các cấu kiện cầu thang;
- Tình trạng và độ bền các cấu kiện cầu thang;

Đối với cầu thang bê tông cốt thép lắp ghép, cần xác định:

- Tình trạng liên kết giữa bản thang và tường;
- Tình trạng gối tựa của chiếu nghỉ (tới) và các chi tiết liên kết bằng mối hàn;
- Sự phân bố vết nứt và những hư hỏng trên bản thang.

Đối với cầu thang gạch tựa trên cốn (dầm cầu thang) bằng thép cần xác định:

- Tình trạng của liên kết các bản thang vào tường;
- Sự ăn mòn của các liên kết bằng thép;
- Trạng thái thể xây tại những vị trí liên kết dầm và bản thang.

Đối với cầu thang gỗ tựa trên cốn thép và các dầm ngang bằng gỗ cần xác định:

- Tình trạng và độ bền của liên kết các dầm chiếu nghỉ (tới) vào tường;
- Tình trạng liên kết xà ngang với dầm;
- Tình trạng của gỗ làm xà ngang, bậc, dầm.

2.2.3 Lập báo cáo khảo sát

Báo cáo khảo sát cần thể hiện các nội dung sau:

- Danh mục những tài liệu cần thiết làm căn cứ lập báo cáo;
- Lịch sử công trình;
- Mô tả công trình lân cận;
- Mô tả tình trạng tổng quát của công trình theo các dấu hiệu bên ngoài;
- Mô tả kết cấu nhà, các đặc trưng và tình trạng của nó;
- Các bản vẽ kết cấu với đầy đủ chi tiết và kích thước đo được (bản vẽ hiện trạng);
- Xác định tải trọng tác dụng và tính toán kiểm tra kết cấu chịu lực và nền móng;
- Các chỉ tiêu cơ, lý, hóa được xác định của vật liệu, cấu kiện, kết cấu, đất nền qua thí nghiệm, quan trắc;
- Các bản vẽ mặt bằng và mặt cắt nhà; mặt bằng và mặt cắt các hố khoan, các bản vẽ thể hiện quá trình khảo sát kết cấu;
- Báo cáo khảo sát địa chất công trình và địa chất thủy văn của khu đất đó, đặc trưng của đất nền (nếu cần);
- Điều kiện sử dụng công trình;
- Phân tích nguyên nhân gây nguy hiểm cho nhà nếu có;
- Ảnh chụp toàn cảnh của nhà, những cấu kiện kết cấu bị hư hỏng và các bộ phận liên quan;
- Phân tích và nhận xét ban đầu.

3 Đánh giá và phân loại mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà

3.1 Nguyên tắc chung

Nhà nguy hiểm là nhà mà kết cấu đã bị hư hỏng nghiêm trọng, hoặc có nhiều cấu kiện chịu lực đã thuộc loại cấu kiện nguy hiểm. Nhà nguy hiểm bất kỳ lúc nào cũng có thể bị mất ổn định và mất khả năng chịu lực và vì vậy không bảo đảm an toàn trong quá trình sử dụng.

Để đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà, căn cứ vào đặc điểm cấu tạo và loại kết cấu chịu lực của nó, trước hết phải đánh giá được các cấu kiện nguy hiểm, sau đó đánh giá mức độ nguy hiểm của các bộ phận nhà (tổ hợp từ các cấu kiện) bao gồm: nền móng, kết cấu chịu lực phần thân nhà và kết cấu bao che, cuối cùng đánh giá mức độ nguy hiểm của cả nhà.

Khi phân tích tính nguy hiểm của các cấu kiện, của các bộ phận nhà cần xét xem sự nguy hiểm của chúng là độc lập hay là tương quan. Khi tính nguy hiểm của cấu kiện chỉ mang tính chất độc lập, thì không tạo thành nguy hiểm cho cả hệ thống; khi nguy hiểm là tương quan (tức là có liên quan với nhau), thì phải xem xét mức độ nguy hiểm của hệ kết cấu để dự đoán phạm vi ảnh hưởng của chúng.

Khi phân tích toàn diện, dự đoán tổng hợp, phải xem xét các yếu tố sau đây:

- Mức độ hư hỏng của các cấu kiện;
- Vai trò của những cấu kiện hư hỏng trong toàn nhà;
- Số lượng và tỉ lệ của những cấu kiện hư hỏng so với toàn nhà;
- Ảnh hưởng của môi trường xung quanh;
- Yếu tố con người và tình trạng nguy hiểm của kết cấu;
- Khả năng có thể khôi phục sau khi kết cấu bị hỏng;
- Tổn thất kinh tế do kết cấu bị hỏng gây ra.

3.2 Đánh giá mức độ nguy hiểm của cấu kiện

Cấu kiện nguy hiểm là những cấu kiện mà khả năng chịu lực, vết nứt và biến dạng không đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường (điều kiện sử dụng bình thường là điều kiện sử dụng tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn hoặc các quy định trong thiết kế, thỏa mãn các yêu cầu về công nghệ cũng như sử dụng).

Phân chia kết cấu thành các cấu kiện theo các quy định sau đây (mỗi một phần kết cấu dưới đây được xem là 1 cấu kiện):

a) Móng, dầm móng:

Móng đơn dưới cột;

Móng băng: độ dài 1 trục của 1 gian;

Móng bè: diện tích của 1 gian;

Dầm móng: chiều dài của dầm móng.

- b) Tường: chiều dài tính toán, 1 mặt của 1 gian; nhà tắm lớn: kích thước một tấm tường.
- c) Cột: chiều cao của cột.
- d) Dầm, xà gồ, dầm phụ: chiều dài của chúng;
- e) Bản sàn toàn khối: diện tích một gian; đối với bản sàn đúc sẵn: một tấm;
- f) Vòi kè, giàn v.v....

3.2.1 Đánh giá nền móng

Đánh giá mức độ nguy hiểm của nền móng gồm hai phần: nền và móng.

Khi kiểm tra nền và móng cần chú trọng xem xét tình trạng vết nứt xiên dạng hình bậc thang, vết nứt ngang và vết nứt thẳng đứng ở vị trí tiếp giáp giữa móng với tường gạch chịu lực, tình trạng vết nứt ngang ở chỗ nối tiếp móng với chân cột khung, tình trạng chuyển vị nghiêng của nhà, tình trạng trượt, ổn định của nền, biến dạng, rạn nứt của đất nền.

a) Đất nền được đánh giá là nguy hiểm khi có một trong những hiện tượng sau:

- Tốc độ lún nền trong thời gian 2 tháng liên tục lớn hơn 2 mm/tháng và không có biểu hiện dừng lún;
- Nền bị lún không đều, độ lún vượt quá giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn hiện hành, tường bên trên có vết nứt (do lún) có bề rộng lớn hơn 10 mm, và độ nghiêng cục bộ của nhà lớn hơn 1%;
- Nền không ổn định dẫn đến trôi trượt, chuyển vị ngang lớn hơn 10 mm và ảnh hưởng rõ rệt đến kết cấu phần thân, mặt khác vẫn có hiện tượng tiếp tục trôi trượt.

b) Móng được đánh giá là nguy hiểm khi có một trong những hiện tượng sau:

- Khả năng chịu lực của móng nhỏ hơn 85% hiệu ứng tác động vào móng;
- Móng bị mủn, mục, nứt, gãy dẫn đến kết cấu bị nghiêng lệch, chuyển vị, rạn nứt, xoắn rõ rệt;
- Móng có hiện tượng trôi trượt, chuyển vị ngang trong thời gian 2 tháng liên tục lớn hơn 2 mm/tháng và không có biểu hiện chấm dứt.

3.2.2 Đánh giá cấu kiện kết cấu xây gạch

Đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu xây gạch bao gồm các nội dung: khả năng chịu lực, cấu tạo và liên kết, vết nứt và biến dạng v.v...

Khi tính toán kiểm tra khả năng chịu lực kết cấu xây gạch, cần xác định cường độ của viên xây và vữa để suy ra cường độ khối xây, hoặc trực tiếp xác định cường độ khối xây gạch. Diện tích tiết diện thực của khối xây gạch không bao gồm phần diện tích hao mòn do các nguyên nhân khác nhau gây nên.

Khi kiểm tra kết cấu xây gạch nên chú trọng xem xét tình trạng vết nứt xiên và thẳng đứng tại vị trí tiếp nối cấu tạo và chỗ giao tiếp giữa tường dọc và tường ngang, tình trạng biến dạng và vết nứt của tường chịu lực, tình trạng vết nứt và chuyển dịch tại chân vòm.

Kết cấu xây gạch được đánh giá là nguy hiểm khi có một trong những biểu hiện sau:

- Khả năng chịu lực của cấu kiện chịu nén nhỏ hơn 85% hiệu ứng tác động (nội lực) của nó;
- Tường, cột chịu lực có vết nứt thẳng đứng theo phương chịu lực với bề rộng vết nứt lớn hơn 2 mm, độ dài khe vượt quá 1/2 chiều cao tầng nhà, hoặc có nhiều vết nứt thẳng đứng mà độ dài quá 1/3 chiều cao tầng nhà;
- Tường, cột chịu lực có bề mặt bị phong hoá, bong tróc, mủn vữa mà tiết diện bị giảm đi hơn 1/4;
- Tường hoặc cột đỡ dầm hoặc vì kèo do chịu nén cục bộ xuất hiện nhiều vết nứt thẳng đứng, hoặc bề rộng vết nứt vượt quá 1 mm;
- Trụ tường do chịu nén lệch tâm xuất hiện vết nứt ngang, bề rộng vết nứt lớn hơn 0,5 mm;
- Tường, cột bị nghiêng mà độ nghiêng lớn hơn 0,7%, hoặc chỗ nối giữa hai tường kề nhau có vết nứt xuyên suốt qua;
- Tường, cột không đủ độ cứng, có hiện tượng uốn cong và xuất hiện vết nứt ngang hoặc vết nứt xiên;
- Ở giữa theo chiều dài lanh tô có vết nứt thẳng đứng, hoặc ở đầu lanh tô có vết nứt xiên rõ rệt; phần tường đỡ lanh tô có vết nứt ngang hoặc bị võng xuống rõ rệt;
- Trong những kết cấu chịu lực lớn và khối xây có các vết nứt thẳng đứng liên tục (trụ, mảng tường, trụ nửa chìm trong tường);

- Có sự phân lớp khối xây dọc theo phương thẳng đứng tạo thành các mảng tường làm việc như là trụ;
- Các cấu kiện chịu nén, nén uốn bị phình có chỗ lên tới 1/80 — 1/50 chiều cao kết cấu;
- Trong các vòm gạch thấy rõ các vết nứt và biến dạng biểu hiện trạng thái nguy hiểm. Các thanh thép neo bị rỉ hoàn toàn và mối nối bị tuột neo;
- Các vết nứt trong khối xây có bề rộng trên 50 mm do nhà lún không đều. Có sự nghiêng rõ rệt (độ nghiêng lên tới trên 1/50 chiều cao kết cấu);

3.2.3 Đánh giá cấu kiện kết cấu bê tông cốt thép

Đánh giá mức độ nguy hiểm của cấu kiện kết cấu bê tông bao gồm các nội dung: khả năng chịu lực, cấu tạo và liên kết, vết nứt và biến dạng v.v...

Khi tính toán khả năng chịu lực của cấu kiện, kết cấu bê tông cốt thép, phải kiểm tra cường độ bê tông, mức độ carbonát hoá của bê tông, tính chất cơ học và mức độ ăn mòn cốt thép. Diện tích tiết diện đo được của cấu kiện kết cấu bê tông cốt thép không bao gồm phần diện tích bị hư hỏng do các nguyên nhân khác nhau gây ra.

Khi kiểm tra kết cấu bê tông cốt thép cần chú trọng xem xét các vết nứt và tình trạng ăn mòn cốt thép chịu lực của cột, dầm, sàn; vết nứt ngang ở phần chân và phần đỉnh cột; độ nghiêng của vì kèo và ổn định của hệ thống giằng chống v.v...

Cấu kiện kết cấu bê tông cốt thép được đánh giá là nguy hiểm khi có một trong những hiện tượng sau:

- Khả năng chịu lực của cấu kiện nhỏ hơn 85% hiệu ứng tác động (nội lực) của nó;
- Dầm, sàn bị võng quá $L_0/150$ (L_0 là nhịp tính toán của dầm hoặc sàn), bề rộng vết nứt ở vùng chịu kéo lớn hơn 1 mm;
- Trong vùng chịu kéo ở phần giữa nhịp của dầm đơn giản, dầm liên tục xuất hiện vết nứt thẳng đứng chạy dài lên trên đến 2/3 chiều cao của dầm, bề rộng vết nứt lớn hơn 0,5 mm, hoặc ở gần gối tựa xuất hiện vết nứt xiên do lực cắt, bề rộng vết nứt lớn hơn 0,4 mm;
- Ở vị trí cốt thép chịu lực của dầm, sàn xuất hiện vết nứt nằm ngang và vết nứt xiên, bề rộng vết nứt lớn hơn 1 mm, ở bản sàn xuất hiện vết nứt trong vùng chịu kéo lớn hơn 0,4 mm;

- Trong dầm, sàn có cốt thép bị ăn mòn xuất hiện vết nứt dọc theo chiều cốt thép chịu lực có bề rộng vết nứt lớn hơn 1 mm, hoặc cấu kiện bê tông bị hư hỏng nghiêm trọng, hoặc lớp bảo vệ bê tông bị bong tróc làm lộ cốt thép chịu lực;
- Xung quanh mặt bản sàn đổ tại chỗ xuất hiện vết nứt hoặc đáy bản sàn có vết nứt đan chéo;
- Dầm, sàn ứng lực trước có vết nứt thẳng đứng chạy dài suốt tiết diện; hoặc bê tông của đoạn ở phần đầu bị nén vỡ làm lộ cốt thép chịu lực và chiều dài đoạn cốt thép bị lộ ra lớn hơn 100 lần đường kính cốt thép chịu lực;
- Cột chịu lực có vết nứt thẳng đứng, lớp bê tông bảo vệ bị bong tróc, cốt thép chịu lực lộ ra do bị ăn mòn, hoặc một bên có vết nứt ngang với bề rộng lớn hơn 1 mm, một bên bê tông bị nén vỡ, cốt thép chịu lực lộ ra do bị ăn mòn;
- Phần giữa tường có vết nứt đan chéo, bề rộng lớn hơn 0,4 mm;
- Cột, tường bị nghiêng, chuyển vị ngang và độ nghiêng vượt quá 1% độ cao, chuyển vị ngang vượt quá $h/500$ (h là chiều cao tính toán của cột hoặc tường);
- Bê tông cột, tường bị mủn, bị carbonát hoá, phòng rộp, diện tích hư hỏng lớn hơn 1/3 toàn mặt cắt, cốt thép chịu lực lộ ra, bị ăn mòn nghiêm trọng;
- Cột, tường biến dạng theo phương ngang lớn hơn $h/250$ (h là chiều cao tính toán của cột hoặc tường), hoặc lớn hơn 30 mm;
- Độ võng của vì kèo lớn hơn $L_0/200$ (L_0 là nhịp tính toán của vì kèo), thanh cánh hạ có vết nứt đứt ngang, bề rộng vết nứt lớn hơn 1 mm;
- Hệ thống giằng chống của vì kèo mất hiệu lực dẫn đến nghiêng lệch vì kèo, độ nghiêng lớn hơn 2% chiều cao của vì kèo;
- Lớp bê tông bảo vệ của cấu kiện chịu nén uốn bị bong rộp, nhiều chỗ cốt thép chịu lực bị ăn mòn lộ ra ngoài;
- Chiều dài đoạn gối của dầm-sàn nhỏ hơn 70% giá trị quy định;
- Cốt thép chịu nén bị bung, có vết nứt dọc cốt thép trong vùng chịu nén;
- Cốt thép ngang (cốt thép đai, cốt thép xiên) trong vùng có vết nứt xiên bị đứt hoặc chuyển dịch;
- Tuột neo khỏi các chi tiết liên kết, biến dạng các chi tiết nối, mối nối bị tuột;
- Vết nứt dọc theo cốt thép có bề rộng đến 3mm. Hiện rõ vết ăn mòn cốt thép do cốt thép bị ăn mòn bởi các vết nứt, chiều dày lớp ăn mòn đến 3 mm;
- Bong tróc lớp bê tông bảo vệ do cốt thép bị ăn mòn (khi hư hỏng vẫn tiếp tục phát triển);
- Cốt thép trong cấu kiện chịu kéo bị đứt;

- Vùng bê tông chịu nén bị phá hoại kết hợp với cốt thép chịu lực bị cong phình;
- Bề rộng vết nứt lớn hơn 0,5 mm, đặc biệt là các vết nứt cắt chéo vùng neo của cốt thép ứng lực trước, vết nứt do ứng suất kéo chính gây ra, vết nứt xiên ở vùng gối tựa;

3.2.4 Đánh giá cấu kiện kết cấu thép

Đánh giá mức độ nguy hiểm của cấu kiện kết cấu thép bao gồm các nội dung: khả năng chịu lực, cấu tạo và liên kết, vết nứt và biến dạng v.v...

Khi tính toán khả năng chịu lực (đặc biệt là ổn định) của cấu kiện kết cấu thép thì phải kiểm tra tính chất cơ lý, mức độ ăn mòn của vật liệu. Diện tích tiết diện đo được của cấu kiện kết cấu thép không bao gồm phần diện tích bị hư hỏng do các nguyên nhân khác nhau gây ra.

Khi kiểm tra các cấu kiện kết cấu thép cần chú trọng xem xét tình trạng gỉ của chúng, tình trạng của các mối hàn, bu lông, đinh tán v.v... ở các nút liên kết; cần chú ý đến dạng liên kết của cột thép với dầm, các thanh giằng, tình trạng hư hỏng của liên kết chân cột với móng, tình trạng võng, xoắn, bản mã của vì kèo bị gãy và tình trạng độ võng, độ nghiêng lệch của vì kèo.

Cấu kiện kết cấu thép được đánh giá là nguy hiểm khi có một trong những hiện tượng sau:

- Khả năng chịu lực của cấu kiện nhỏ hơn 90% hiệu ứng tác động (nội lực) của nó;
- Cấu kiện hoặc chi tiết liên kết có vết nứt hoặc miệng khuyết góc nhọn mối hàn, bu lông hoặc đinh tán có những hư hỏng nghiêm trọng như bị kéo dẫn, biến dạng, trượt, lỏng lẻo, bị cắt v.v...;
- Dạng liên kết không hợp lý, cấu tạo sai nghiêm trọng;
- Ở cấu kiện chịu kéo do bị gỉ, tiết diện giảm hơn 10% tiết diện ban đầu;
- Độ võng của cấu kiện dầm, sàn v.v... lớn hơn $L_0/250$ (L_0 là nhịp tính toán của dầm hoặc sàn);
- Đinh cột thép bị chuyển dịch trong mặt phẳng lớn hơn $h/150$, ngoài mặt phẳng lớn hơn $h/500$ (h là chiều cao tính toán của cột), hoặc lớn hơn 40 mm;
- Độ võng của vì kèo lớn hơn $L_0/250$ (L_0 là nhịp tính toán của vì kèo) hoặc lớn hơn 40 mm;

- Hệ thống giằng vì kèo bị đảo gây mất ổn định, làm cho vì kèo bị nghiêng quá $h/150$ (h là chiều cao tính toán của vì kèo).

3.3 Tiêu chí và phương pháp đánh giá mức độ nguy hiểm của các bộ phận và của toàn nhà

3.3.1 Tiêu chí đánh giá

Đánh giá mức độ nguy hiểm của các bộ phận nhà (nền móng, kết cấu chịu lực phân thân, kết cấu bao che) được qui định theo 4 cấp: a, b, c, d:

- Cấp a: Không có cấu kiện nguy hiểm;
- Cấp b: Có cấu kiện nguy hiểm;
- Cấp c: Nguy hiểm cục bộ;
- Cấp d: Tổng thể nguy hiểm.

Đánh giá mức độ nguy hiểm của toàn nhà được qui định theo 4 cấp: A, B, C, D:

- Cấp A: Khả năng chịu lực của kết cấu có thể thỏa mãn yêu cầu sử dụng bình thường, chưa có nguy hiểm, kết cấu nhà an toàn.
- Cấp B: Khả năng chịu lực kết cấu cơ bản đáp ứng yêu cầu sử dụng bình thường, cá biệt có cấu kiện ở trạng thái nguy hiểm, nhưng không ảnh hưởng đến kết cấu chịu lực, công trình đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường.
- Cấp C: Khả năng chịu lực của một bộ phận kết cấu không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, xuất hiện tình trạng nguy hiểm cục bộ.
- Cấp D: Khả năng chịu lực của kết cấu chịu lực đã không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, nhà xuất hiện tình trạng nguy hiểm tổng thể.

3.3.2 Xác định mức độ nguy hiểm của các bộ phận nhà và của toàn nhà

Căn cứ vào sự phân cấp đánh giá nói trên để xác định mức độ nguy hiểm của các bộ phận và của cả nhà, tiến hành như sau:

Xác định tỉ số phần trăm của cấu kiện nguy hiểm trong nền móng theo công thức:

$$\rho_{fdm} = (n_d / n) \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

ρ_{fdm} — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong nền móng;

n_d — số cấu kiện nguy hiểm;

n — tổng số cấu kiện.

Tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực được tính theo công thức:

$$\rho_{sdm} = [2,4n_{dc} + 2,4n_{dw} + 1,9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1,4n_{dsb} + n_{ds}] /$$
$$/ [2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{mb} + n_{rt}) + 1,4n_{sb} + n_s] \cdot 100\% \quad (2)$$

Trong đó:

ρ_{sdm} — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực;

n_{dc} — số cột nguy hiểm;

n_{dw} — số đoạn tường nguy hiểm;

n_{dmb} — số dầm chính nguy hiểm;

n_{drt} — số vì kèo nguy hiểm;

n_{dsb} — số dầm phụ nguy hiểm;

n_{ds} — số bản nguy hiểm;

n_c — số cột;

n_w — số đoạn tường;

n_{mb} — số dầm chính;

n_{rt} — số vì kèo;

n_{sb} — số dầm phụ;

n_s — số bản.

Tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che được tính theo công thức:

$$\rho_{esdm} = (n_d/n) \cdot 100\% \quad (3)$$

Trong đó:

ρ_{esdm} — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che;

n_d — số cấu kiện nguy hiểm;

n — tổng số cấu kiện.

Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp a được tính theo công thức sau:

$$\mu_a = 1 \quad (\rho = 0\%) \quad (4)$$

Trong đó:

μ_a — hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp a;

ρ — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp b được tính theo công thức sau:

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \rho \geq 30\% \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó:

μ_b — hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp b;

ρ — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp c được tính theo công thức sau:

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho)/70\% & 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases} \quad (6)$$

Trong đó:

μ_c — hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp c;

ρ — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp d được tính như sau:

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%)/70\% & 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \rho = 100\% \end{cases} \quad (7)$$

Trong đó:

μ_d — hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp d;

ρ — tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

Hàm phụ thuộc của nhà cấp A phải được tính theo công thức sau:

$$\mu_A = \max[\min(0,3; \mu_{af}); \min(0,6; \mu_{as}); \min(0,1; \mu_{aes})] \quad (8)$$

Trong đó:

μ_A — hàm phụ thuộc của nhà cấp A;

μ_{af} — hàm phụ thuộc của nền móng cấp a;

μ_{as} — hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp a;

μ_{aes} — hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp a.

Hàm phụ thuộc của nhà cấp B được tính theo công thức sau:

$$\mu_B = \max[\min(0,3; \mu_{bf}); \min(0,6; \mu_{bs}); \min(0,1; \mu_{bes})] \quad (9)$$

Trong đó:

μ_B — hàm phụ thuộc của nhà cấp B;

μ_{bf} — hàm phụ thuộc của nền móng cấp b;

μ_{bs} — hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp b;

μ_{bes} — hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp b.

Hàm phụ thuộc của nhà cấp C được tính theo công thức sau:

$$\mu_C = \max[\min(0,3; \mu_{cf}); \min(0,6; \mu_{cs}); \min(0,1; \mu_{ces})] \quad (10)$$

Trong đó:

μ_C — hàm phụ thuộc của nhà cấp C;

μ_{cf} — hàm phụ thuộc của nền móng cấp c;

μ_{cs} — hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp c;

μ_{ces} — hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp c.

Hàm phụ thuộc của nhà cấp D được tính theo công thức sau:

$$\mu_D = \max[\min(0,3; \mu_{df}); \min(0,6; \mu_{ds}); \min(0,1; \mu_{des})] \quad (11)$$

Trong đó:

μ_D — hàm phụ thuộc của nhà cấp D;

μ_{df} — hàm phụ thuộc của nền móng cấp d;

μ_{ds} — hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp d;

μ_{des} — hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp d.

Căn cứ vào các trị số của hàm phụ thuộc, cấp nguy hiểm được đánh giá như sau:

- a) Khi $\mu_{df} = 1$, thì nhà nguy hiểm cấp D (toàn bộ nhà nguy hiểm);
- b) Khi $\mu_{ds} = 1$, thì nhà nguy hiểm cấp D (toàn bộ nhà nguy hiểm);
- c) Khi $\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_A$, thì kết quả đánh giá tổng hợp là cấp A (nhà không nguy hiểm);
- d) Khi $\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_B$, thì kết quả đánh giá tổng hợp là cấp B (nhà có cấu kiện nguy hiểm);
- e) Khi $\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_C$, thì kết quả đánh giá tổng hợp là cấp C (nhà có bộ phận nguy hiểm);
- f) Khi $\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_D$, thì kết quả đánh giá tổng hợp là cấp D (toàn bộ nhà nguy hiểm).

4 Kết luận và kiến nghị

Tổng hợp kết quả khảo sát, kết quả đánh giá phân loại mức độ nguy hiểm của nhà để:

- Kết luận về mức độ nguy hiểm của bộ phận nhà (a, b, c, d) và của toàn nhà (A, B, C, D);
- Kiến nghị về biện pháp cần áp dụng: chống đỡ, sửa chữa cấu kiện hoặc bộ phận nhà, tháo dỡ.

5 Các ví dụ tính toán xác định mức độ nguy hiểm của nhà

Ví dụ 1. Xác định mức độ nguy hiểm của nhà khung bê tông cốt thép, tường xây gạch.

Trên cơ sở số liệu khảo sát dưới đây, xác định mức độ nguy hiểm của nhà khung bê tông cốt thép có tường xây gạch.

Tổng số móng: 34

Số móng nguy hiểm: 12

Tổng số cột: 180

Số cột nguy hiểm: 36

Tổng số dầm chính: 60

Số dầm chính nguy hiểm: 12

Tổng số dầm phụ: 80

Số dầm phụ nguy hiểm: 16

Tổng số đoạn tường: 80

Số đoạn tường nguy hiểm: 16

Tổng số bản sàn: 50

Số bản sàn nguy hiểm: 10

Tổng số kết cấu bao che: 80

Số kết cấu bao che nguy hiểm: 20

Xác định tỉ số phần trăm nguy hiểm trong móng theo công thức:

$$\rho_{fdm} = (n_d / n) \cdot 100\% = (12/34) \cdot 100\% = 35\%$$

Tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực theo công thức:

$$\begin{aligned} \rho_{sdm} &= [2,4n_{dc} + 2,4n_{dw} + 1,9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1,4n_{dsb} + n_{ds}] / \\ & / [2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{mb} + n_{rt}) + 1,4n_{sb} + n_s] \cdot 100\% \\ \rho_{sdm} &= (2,4 \cdot 36 + 2,4 \cdot 16 + 1,9(12 + 0) + 1,4 \cdot 16 + 10) / \\ & / (2,4 \cdot 180 + 2,4 \cdot 80 + 1,9(60 + 0) + 1,4 \cdot 80 + 50) \cdot 100\% = 20\% \end{aligned}$$

Tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che theo công thức:

$$\rho_{esdm} = (n_d / n) \cdot 100\%$$

$$\rho_{esdm} = (20/80) \cdot 100\% = 25\%$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_a của các bộ phận nhà theo cấp a:

$$\mu_a = 1 \quad (\rho = 0\%)$$

Cấp a: $\mu_{af} = 0$; $\mu_{as} = 0$; $\mu_{aes} = 0$.

Xác định hàm phụ thuộc μ_b của các bộ phận nhà theo cấp b:

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \rho \geq 30\% \end{cases}$$

Cấp b: $\mu_{bf} = 0$; $\mu_{bs} = (30 - 20)/25 = 0,4$; $\mu_{bes} = (30 - 25)/25 = 0,2$

Xác định hàm phụ thuộc μ_c của các bộ phận nhà theo cấp c:

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho)/70\% & 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases}$$

Cấp c: $\mu_{cf} = (100-35)/70 = 0,93$; $\mu_{cs} = (20-5)/25 = 0,6$; $\mu_{ces} = (25-5)/25 = 0,8$

Xác định hàm phụ thuộc μ_d của các bộ phận nhà theo cấp d:

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%)/70\% & 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \rho = 100\% \end{cases}$$

Cấp d: $\mu_{df} = (35-30)/70 = 0,07$; $\mu_{ds} = 0$; $\mu_{des} = 0$.

Hàm phụ thuộc của nhà theo các cấp A, B, C, D được xác định như sau:

Xác định hàm phụ thuộc μ_A của nhà theo cấp A:

$$\mu_A = \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0); \min(0,1; 0)] = \max(0; 0; 0) = 0$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_B của nhà theo cấp B:

$$\mu_B = \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0,4); \min(0,1; 0,2)] = \max(0; 0,4; 0,1) = 0,4$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_C của nhà theo cấp C:

$$\begin{aligned} \mu_C &= \max[\min(0,3; 0,93); \min(0,6; 0,6); \min(0,1; 0,8)] = \max(0,3; 0,6; 0,1) = \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_D của nhà theo cấp D:

$$\mu_D = \max[\min(0,3; 0,07); \min(0,6; 0); \min(0,1; 0)] = \max(0,07; 0; 0) = 0,07$$

Đánh giá mức độ nguy hiểm của toàn nhà:

$$\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \max(0; 0,4; 0,6; 0,07) = 0,6 = \mu_C$$

Kết luận: Nhà nguy hiểm cấp C (có bộ phận nguy hiểm).

Ví dụ 2. Theo số liệu khảo sát của nhà ở lắp ghép tấm lớn dưới đây, xác định mức độ nguy hiểm của nhà.

n — tổng số móng $n = 46$;

n_d — số móng nguy hiểm: $n_d = 15$;

n_w — tổng số tấm tường: $n_w = 800$;

n_{dw} — số tấm tường nguy hiểm: $n_{dw} = 560$;

n — tổng số cấu kiện bao che: $n = 300$;

n_d — số cấu kiện bao che nguy hiểm: $n_d = 125$;

Xác định tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong móng:

$$\rho_{fdm} = (n_d / n) \cdot 100\% = (15/46) \cdot 100\% = 33\%$$

Xác định tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực:

$$\begin{aligned} \rho_{sdm} &= [2,4n_{dc} + 2,4n_{dw} + 1,9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1,4n_{dsb} + n_{ds}] / \\ & / [2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{mb} + n_{rt}) + 1,4n_{sb} + n_s] \cdot 100\% = \\ &= (2,4 \cdot 0 + 2,4 \cdot 560 + 1,9 \cdot (0+0) + 1,4 \cdot 0 + 0) / \\ & / (2,4 \cdot 0 + 2,4 \cdot 800 + 1,9 \cdot (0+0) + 1,4 \cdot 0 + 0) \cdot 100\% = 70\% \end{aligned}$$

Xác định tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che:

$$\rho_{esdm} = (n_d/n) \cdot 100\% = (125/300) \cdot 100\% = 42\%$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_a của các bộ phận nhà theo cấp a:

$$\mu_a = 1 \quad (\rho = 0\%)$$

$$\rho_{fdm} = 33\% \quad \mu_{af} = 0;$$

$$\rho_{sdm} = 70\% \quad \mu_{as} = 0;$$

$$\rho_{esdm} = 42\% \quad \mu_{aes} = 0.$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_b của các bộ phận nhà theo cấp b:

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \rho \geq 30\% \end{cases}$$

$$\mu_{bf} = 0 (\rho = 33\%); \quad \mu_{bs} = 0 (\rho = 70\%); \quad \mu_{bes} = 0 (\rho = 42\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_c của các bộ phận nhà theo cấp c:

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho)/70\% & 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases}$$

$$\mu_{cf} = (100-33)/70 = 0,96 \quad (\rho = 33\%);$$

$$\mu_{cs} = (100-70)/70 = 0,43 \quad (\rho = 70\%);$$

$$\mu_{ces} = (100-42)/70 = 0,83 \quad (\rho = 42\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_d của các bộ phận nhà theo cấp d.

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%)/70\% & 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \rho = 100\% \end{cases}$$

$$\mu_{df} = (33-30)/70 = 0,04 \quad (\rho = 33\%);$$

$$\mu_{ds} = (70-30)/70 = 0,57 \quad (\rho = 70\%);$$

$$\mu_{des} = (42-30)/70 = 0,17 \quad (\rho = 42\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_A của nhà theo cấp A:

$$\begin{aligned} \mu_A &= \max[\min(0,3; \mu_{df}); \min(0,6; \mu_{ds}); \min(0,1; \mu_{des})] \\ &= \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0); \min(0,1; 0)] \\ &= \max(0; 0; 0) = 0 \end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_B của nhà theo cấp B:

$$\begin{aligned} \mu_B &= \max[\min(0,3; \mu_{bf}); \min(0,6; \mu_{bs}); \min(0,1; \mu_{bes})] \\ &= \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0); \min(0,1; 0)] \\ &= \max(0; 0; 0) = 0 \end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_C của nhà theo cấp C:

$$\begin{aligned}\mu_C &= \max[\min(0,3; \mu_{ct}); \min(0,6; \mu_{cs}); \min(0,1; \mu_{ces})] \\ &= \max[\min(0,3; 0,96); \min(0,6; 0,43); \min(0,1; 0,83)] \\ &= \max(0,3; 0,43; 0,1) = 0,43\end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_D của nhà theo cấp D:

$$\begin{aligned}\mu_D &= \max[\min(0,3; \mu_{dt}); \min(0,6; \mu_{ds}); \min(0,1; \mu_{des})] \\ &= \max[\min(0,3; 0,04); \min(0,6; 0,57); \min(0,1; 0,17)] \\ &= \max(0,04; 0,57; 0,1) = 0,57\end{aligned}$$

Đánh giá cấp nguy hiểm của nhà:

$$\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \max(0; 0; 0,43; 0,57) = 0,57 = \mu_D$$

Kết luận: Nhà nguy hiểm cấp D (nguy hiểm tổng thể).

Ví dụ 3. Xác định mức độ nguy hiểm của nhà xây gạch với các số liệu sau đây:

n — tổng số móng	$n = 46;$
n_d — số móng nguy hiểm:	$n_d = 12;$
n_w — tổng số tấm tường:	$n_w = 132;$
n_{dw} — số tấm tường nguy hiểm:	$n_{dw} = 28;$
n_c — tổng số cột:	$n_c = 48$
n_{dc} — số cột nguy hiểm:	$n_{dc} = 8$
n_s — tổng số bản sàn:	$n_s = 48$
n_{ds} — số bản sàn nguy hiểm:	$n_{ds} = 5$

Xác định tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong móng:

$$\rho_{fdm} = (n_d / n) \cdot 100\% = (12/46) \cdot 100\% = 26\%$$

Xác định tỷ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực:

$$\begin{aligned}\rho_{sdm} &= [2,4n_{dc} + 2,4n_{dw} + 1,9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1,4n_{dsb} + n_{ds}] / \\ & / [2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{mb} + n_r) + 1,4n_{sb} + n_s] \cdot 100\% = \\ &= (2,4 \cdot 8 + 2,4 \cdot 28 + 1,9 \cdot (0+0) + 1,4 \cdot 0 + 5) / \\ & / (2,4 \cdot 48 + 2,4 \cdot 132 + 1,9 \cdot (0+0) + 1,4 \cdot 0 + 48) \cdot 100\% = 19\%\end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_a của các bộ phận nhà theo cấp a:

$$\mu_a = 1 \quad (\rho = 0\%)$$

$$\rho_{fdm} = 26\% \quad \mu_{af} = 0;$$

$$\rho_{sdm} = 19\% \quad \mu_{as} = 0.$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_b của các bộ phận nhà theo cấp b:

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \rho \geq 30\% \end{cases}$$

$$\mu_{bf} = (30 - 26) / 25 = 0,16 \quad (\rho = 26\%);$$

$$\mu_{bs} = (30 - 19) / 25 = 0,44 \quad (\rho = 19\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_c của các bộ phận nhà theo cấp c:

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%)/25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho)/70\% & 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases}$$

$$\mu_{cf} = (26 - 5) / 25 = 0,84 \quad (\rho = 26\%);$$

$$\mu_{cs} = (19 - 5) / 25 = 0,56 \quad (\rho = 19\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_d của các bộ phận nhà theo cấp d:

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%)/70\% & 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \rho = 100\% \end{cases}$$

$$\mu_{df} = 0 \quad (\rho = 26\%);$$

$$\mu_{ds} = 0 \quad (\rho = 19\%).$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_A của nhà theo cấp A:

$$\begin{aligned}\mu_A &= \max[\min(0,3; \mu_{af}); \min(0,6; \mu_{as})] \\ &= \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0)] \\ &= \max(0; 0) = 0\end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_B của nhà theo cấp B:

$$\begin{aligned}\mu_B &= \max[\min(0,3; \mu_{bf}); \min(0,6; \mu_{bs})] \\ &= \max[\min(0,3; 0,16); \min(0,6; 0,44)] \\ &= \max(0,16; 0,44) = 0,44\end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_C của nhà theo cấp C:

$$\begin{aligned}\mu_C &= \max[\min(0,3; \mu_{cf}); \min(0,6; \mu_{cs})] \\ &= \max[\min(0,3; 0,84); \min(0,6; 0,56)] \\ &= \max(0,3; 0,56) = 0,56\end{aligned}$$

Xác định hàm phụ thuộc μ_D của nhà theo cấp D:

$$\begin{aligned}\mu_D &= \max[\min(0,3; \mu_{df}); \min(0,6; \mu_{ds})] \\ &= \max[\min(0,3; 0); \min(0,6; 0)] \\ &= \max(0; 0) = 0\end{aligned}$$

Đánh giá cấp nguy hiểm của nhà:

$$\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \max(0; 0,44; 0,56; 0) = 0,56 = \mu_C$$

Kết luận: Nhà nguy hiểm cấp C (có bộ phận nguy hiểm).