

QUY ĐỊNH VỀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN, VẬT LIỆU VÀ THIẾT KẾ LIÊN KẾT CHỊU LỰC TRONG KẾT CẤU GỖ THEO EUROCODE 5

¹Nguyễn Đình Dinh, ²Nguyễn Hồng Hải, ³Vũ Thành Trung

^{1,2,3}*Viện Khoa học công nghệ xây dựng*

Email: ¹dinhnd@ciie-ibst.vn, 0917392927; ²haiibst@gmail.com, 0913537735;

³trungvuthanh1975@gmail.com, 0966437975

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses2-5>

TÓM TẮT: Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004+A1:2008) là tiêu chuẩn thiết kế kết cấu gỗ, được áp dụng rộng rãi tại châu Âu và đang được định hướng áp dụng tại Việt Nam theo Đề án 198 của Thủ tướng Chính phủ về hoàn thiện hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn trong lĩnh vực xây dựng. Bài báo đề cập đến các liên kết chính và phương pháp tính toán cho từng liên kết trong Eurocode 5. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính toán liên kết chịu lực trong kết cấu gỗ bao gồm: Tải trọng, quy định cấu tạo, vật liệu và biến dạng liên kết. Việc xác định các yếu tố ảnh hưởng và tính toán thiết kế liên kết trong kết cấu gỗ là quan trọng trong việc áp dụng kết cấu gỗ tại Việt Nam, góp phần tiến tới xây dựng cơ sở kỹ thuật cho việc ban hành tiêu chuẩn quốc gia trong thời gian gần.

TỪ KHÓA: Eurocode 5, kết cấu gỗ, liên kết chịu lực, thiết kế, vật liệu.

ABSTRACT: Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004+A1:2008) is the structural design standard for timber constructions, widely applied throughout Europe and currently being considered for adoption in Vietnam under the Government's Project No. 198 on improving the national system of construction codes and standards. This paper discusses the main types of connections and the corresponding calculation methods specified in Eurocode 5. The key factors influencing the design of load-bearing connections in timber structures include loading conditions, detailing requirements, material properties, and connection deformations. Identifying these influencing factors and performing proper connection design calculations are essential steps toward the application of modern timber structures in Vietnam, thereby contributing to the development of a technical foundation for the future establishment of national standards.

KEYWORDS: Eurocode 5, timber structures, load-bearing connections, design, materials.

1. GIỚI THIỆU

Ở Việt Nam, gỗ là vật liệu được sử dụng rộng rãi và là kiến trúc truyền thống, tuy nhiên nhiều thập kỷ gần đây việc sử dụng gỗ trong xây dựng công trình đang dần giảm mạnh do hạn chế về nguồn cung cấp, công nghệ chế biến chưa cao và cơ sở tiêu chuẩn kỹ thuật tính toán còn hạn chế. Trước xu hướng phát triển xanh, bền vững, tiết kiệm năng lượng và sử dụng vật liệu tái tạo, do đó nhu cầu nghiên cứu và áp dụng kết cấu gỗ trong xây dựng tại Việt Nam ngày càng gia tăng.

Ở châu Âu, Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004+A1:2008) là bộ tiêu chuẩn chủ đạo về thiết kế kết cấu gỗ, tổng thể từ phương pháp tính toán, yêu cầu vật liệu đến các quy định chi tiết về liên kết. Tại Việt Nam, Đề án 198 của Thủ tướng Chính phủ (năm 2018) đã xác định lộ trình hội nhập và chuyển dịch hệ thống tiêu chuẩn xây dựng theo thông lệ quốc tế, trong đó có Eurocode 5.

Bài báo này tập trung phân tích những quy định quan trọng của Eurocode 5 về liên kết kết cấu chịu lực trong kết cấu gỗ, một trong những yếu tố quyết định đến độ an toàn, độ bền và khả năng ứng dụng của công trình gỗ trong thực tế.

2. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN TÍNH TOÁN LIÊN KẾT CỦA EUROCODE 5

Eurocode 5 áp dụng phương pháp thiết kế liên kết theo trạng thái giới hạn (limit state design), bao gồm:

- Trạng thái giới hạn cường độ (Ultimate limit states/ULS): Đảm bảo cấu kiện, liên kết không bị phá hoại dưới tải trọng lớn nhất.

- Trạng thái giới hạn khả năng sử dụng (Serviceability limit states/SLS): Kiểm soát biến dạng, độ võng và độ trượt để công trình vận hành ổn định.

Ngoài các công thức lý thuyết, Eurocode 5 sử dụng dữ liệu thử nghiệm vật liệu cho từng loại liên

kết (đinh, vít, bu lông, chốt, bản thép...). Điều này phản ánh đúng đặc trưng cơ học phức tạp của gỗ và vật liệu liên kết.

3. NỘI DUNG CHÍNH NGHIÊN CỨU

3.1. Các loại liên kết

Các liên kết chịu lực trong hệ kết cấu gỗ bao gồm liên kết sử dụng kim loại (như bu lông, vít, đinh, chốt, bản lề kim loại, tấm nối kim loại) và liên kết sử dụng chất kết dính (keo dán, mộng gỗ, chốt gỗ, các cấu trúc mộng).

1. Liên kết sử dụng kim loại: Đây là loại liên kết phổ biến trong kết cấu gỗ. Sử dụng bu lông, đinh, vít, chốt, bản lề kim loại, tấm nối kim loại để nối các thanh gỗ với nhau hoặc kết nối với các bộ phận khác như kim loại.

2. Liên kết sử dụng chất kết dính (Keo dán gỗ): Loại liên kết này sử dụng keo để kết nối các tấm gỗ hoặc thanh gỗ lại với nhau, tạo ra các bộ phận gỗ dán (plywood, glulam).

3. Liên kết truyền thống (Mộng gỗ, Chốt gỗ): Đây là các liên kết gỗ tự nhiên, sử dụng các mộng hoặc chốt được chế tạo từ gỗ để kết nối các bộ phận. Mộng gỗ: Các hình dạng rãnh và khớp được tạo ra ở các đầu thanh gỗ để lồng vào nhau, tạo sự liên kết chặt chẽ. Chốt gỗ (Dowelled): Các thanh gỗ tròn hoặc vuông được sử dụng để xuyên qua các lỗ trên các thanh gỗ, giữ chúng lại với nhau.

Tiêu chuẩn Eurocode 5 cung cấp các quy định chi tiết về: Vật liệu, phân loại và đặc tính của gỗ, các sản phẩm gỗ, và các liên kết sử dụng kim loại. Phương pháp tính toán, cách tính toán cường độ chịu lực của các liên kết, xét đến các chế độ phá hoại khác nhau, bao gồm chịu trượt, chịu nén, chịu cắt, và ảnh hưởng của độ ẩm. Kiểm tra và bảo trì. Yêu cầu về kiểm tra chất lượng của vật liệu, quy trình thi công, và việc bảo trì định kỳ để đảm bảo an toàn cho công trình.

3.2. Tải trọng tác động và ảnh hưởng của môi trường (mục 2.3 chương 2 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

(1) Các tác động được sử dụng trong thiết kế có thể được lấy từ các phần liên quan của EN 1991, bao gồm:

EN 1991-1-1 Khối lượng riêng, trọng lượng bản thân và tải trọng tác dụng

EN 1991-1-4 Tác động gió

EN 1991-1-5 Tác động nhiệt

EN 1991-1-6 Các tác động trong quá trình thi công

EN 1991-1-7 Tác động ngẫu nhiên

(2) Thời gian chịu tải và độ ẩm ảnh hưởng đến các đặc tính về độ bền và độ cứng của gỗ và các cấu kiện làm từ gỗ và phải được tính đến trong thiết kế để đảm bảo khả năng chịu lực cơ học và khả năng sử dụng.

(3) Các tác động gây ra bởi sự thay đổi độ ẩm trong gỗ phải được tính đến.

3.3. Thiết kế liên kết sử dụng kim loại

3.3.1. Tổng quan (mục 8.1 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

Trừ khi có quy định cụ thể trong chương này, sức chịu tải đặc trưng và độ cứng của liên kết phải được xác định thông qua thử nghiệm theo các tiêu chuẩn EN 1075, EN 1380, EN 1381, EN 26891 và EN 28970.

Nếu các tiêu chuẩn liên quan có mô tả thử nghiệm kéo và nén liên kết, thì thử nghiệm dùng để xác định khả năng chịu lực đặc trưng phải được thực hiện trong điều kiện kéo.

Khả năng chịu lực của các liên kết dùng đinh, vít, bu lông, chốt, hoặc bản thép phải được xác định theo lý thuyết trạng thái giới hạn, dựa trên các dạng phá hoại có thể xảy ra:

- Ép nát phá hoại bề mặt của gỗ tại vùng tiếp xúc,
- Giới hạn chảy của phần tử liên kết (đinh, vít, bu lông, chốt).
- Hoặc sự kết hợp của cả hai cơ chế trên.

Khả năng chịu lực đặc trưng của liên kết cơ học được xác định theo lý thuyết Johansen, trong đó khả năng chịu lực được tính toán dựa trên sự hình thành cơ chế dẻo trong phần tử liên kết và/hoặc phá hoại ép nát của gỗ. Các hệ số hiệu chỉnh phụ thuộc vào:

- Đường kính phần tử liên kết (d) - càng lớn thì khả năng chịu tải càng tăng.
- Khối lượng riêng đặc trưng của gỗ (ρ_k) - gỗ có mật độ cao thì khả năng chịu tải của liên kết càng lớn.
- Loại phần tử liên kết - đinh, vít, bu lông, chốt, bản thép có công thức riêng với hệ số khác nhau.
- Chiều dày cấu kiện liên kết - ảnh hưởng đến số mặt trượt hình thành và cơ chế phá hoại.
- Góc tác dụng tải trọng so với thớ gỗ (α) - tải vuông góc hoặc xiên thớ sẽ cho giá trị chịu tải thấp hơn so với dọc thớ.
- Số lượng mặt cắt trượt - liên kết gỗ - thép - gỗ có hai mặt trượt, gỗ - gỗ có một mặt trượt.

Mô đun đàn hồi trượt K_{ser} biểu thị độ cứng đàn hồi ban đầu của liên kết cơ học. Tính bằng tỉ số giữa lực tác dụng và độ trượt đàn hồi tại liên kết, dưới tác động của tải trọng sử dụng. Giá trị K_{ser} được dùng để:

- Phân tích độ võng và chuyển vị của kết cấu;
- Kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng (SLS);
- Mô phỏng biến dạng liên kết trong mô hình.

3.3.2. Liên kết thép - gỗ (mục 8.2.3 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

a) Tổng quan

Liên kết thép - gỗ (xem Hình 1) thường dùng bản thép phẳng, bản góc, bản thép dạng khung hoặc bản thép dập lỗ kết hợp với bu lông, chốt hoặc vít để truyền lực.

Khả năng chịu tải đặc trưng của liên kết thép - gỗ phụ thuộc vào độ dày của bản thép.

- Nếu bản thép có chiều dày $\leq 0,5d$ (trong đó d là đường kính phần tử liên kết) $\rightarrow$ được phân loại là bản thép mỏng.

- Nếu bản thép có chiều dày $\geq d$, với dung sai đường kính lỗ $\leq 0,1d \rightarrow$ được phân loại là bản thép dày.

- Trường hợp bản thép có chiều dày nằm giữa hai giá trị trên, khả năng chịu tải đặc trưng của liên kết nên được xác định bằng nội suy tuyến tính giữa giá trị của bản thép mỏng và bản thép dày.

b) Mặt cắt trượt (Shear planes)

Liên kết gỗ - thép - gỗ (double shear joint): thường có 2 mặt cắt trượt (Hình 1 - f,g,h).

Liên kết gỗ - thép (single shear joint): chỉ có 1 mặt cắt trượt (Hình 1 - a,b,c,d,e).

Khi tính toán, sức chịu tải được nhân với số mặt cắt trượt.

c) Công thức tính toán

Sức chịu tải đặc trưng của một bu lông hoặc chốt trong liên kết gỗ - thép.

- Bản thép mỏng trong liên kết một mặt cắt trượt áp dụng lần lượt với mục a, b của Hình 1.

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{0,4f_{h,k}t_1d}{1,15\sqrt{2M_{y,Rk}f_{h,k}d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\} \quad (1)$$

- Bản thép dày trong liên kết một mặt cắt trượt áp dụng lần lượt với mục c, d, e của Hình 1

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{f_{h,k}t_1d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,k}dt_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}}{2,3\sqrt{M_{y,Rk}f_{h,k}d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\} \quad (2)$$

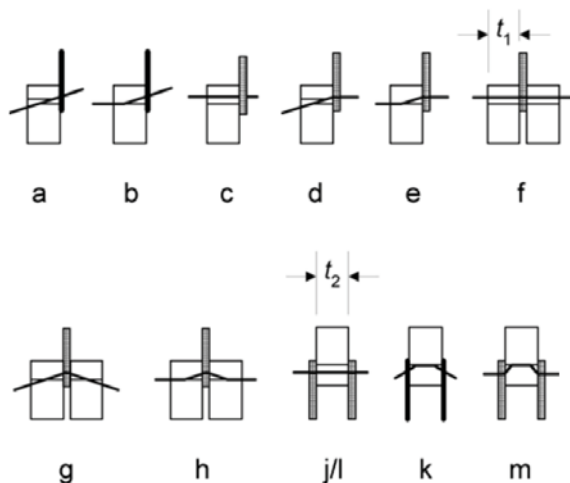
- Bản thép có độ dày bất kỳ được dùng làm bản trung tâm áp dụng lần lượt với mục f, g, h của Hình 1

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{f_{h,1,k}t_1d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,1,k}dt_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}}{2,3\sqrt{M_{y,Rk}f_{h,1,k}d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\} \quad (3)$$

- Các bản thép mỏng được dùng làm thành phần bên ngoài áp dụng lần lượt với mục j, k của Hình 1

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{0,5f_{h,2,k}t_2d}{1,15\sqrt{2M_{y,Rk}f_{h,2,k}d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\} \quad (4)$$

- Các bản thép dày được dùng làm thành phần bên ngoài áp dụng lần lượt với mục l, m của Hình 1.



Hình 1: Các dạng liên kết thép - gỗ

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{0,5f_{h,2,k}t_2d}{2,3\sqrt{M_{y,Rk}f_{h,2,k}d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\} \quad (5)$$

Trong đó:

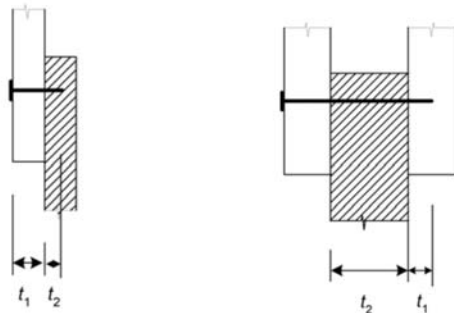
- $F_{v,Rk}$: Sức chịu tải đặc trưng trên mỗi mặt cắt trượt và trên mỗi phần tử liên kết (N);

- $f_{h,k}$: Cường độ ép nát đặc trưng của gỗ tại vùng liên kết (N/mm²);

- t_1 : Chiều dày nhỏ hơn giữa chiều dày cầu kiện gỗ và chiều sâu xuyên của phần tử liên kết (mm);
- t_2 : Chiều dày của cầu kiện gỗ ở giữa (mm), dùng trong liên kết hai mặt cắt trượt (double shear);
- d : Đường kính danh nghĩa của phần tử liên kết (mm);
- $M_{y,Rk}$: Mô men chảy đặc trưng của phần tử liên kết (Nmm);
- $F_{ax,Rk}$: Sức chịu tải nhỏ đặc trưng (khả năng chống rút) của phần tử liên kết (N).

3.3.3. Liên kết bằng đinh (mục 8.3 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

a) Tổng quan



Hình 2: Liên kết bằng đinh; Xác định t_1 và t_2

Các ký hiệu quy ước cho chiều dày cầu kiện trong liên kết cắt đơn và liên kết cắt kép (Hình 2) được định nghĩa như sau

- t_1 là:
 - + Chiều dày phía đầu đinh (headside thickness) trong liên kết cắt đơn;
 - + Giá trị nhỏ hơn giữa chiều dày cầu kiện gỗ phía đầu đinh và độ xuyên của đầu nhọn (pointside penetration) trong liên kết cắt kép.
- t_2 là:
 - + Độ xuyên của đầu nhọn (pointside penetration) trong liên kết cắt đơn;
 - + Chiều dày cầu kiện ở giữa (central member thickness) trong liên kết cắt kép.

Gỗ cần được khoan mũi (pre-drilled) trong các trường hợp sau:

- Khi khối lượng thể tích đặc trưng của gỗ (ρ_k) lớn hơn 500 kg/m³;
- Khi đường kính đinh (d) vượt quá 6 mm.

Đối với đinh vuông (square nails) và đinh có rãnh (grooved nails), đường kính danh định d được lấy bằng cạnh của tiết diện đinh.

b) Công thức tính toán

Sức chịu tải đặc trưng của một đinh trên một mặt cắt trượt được xác định bằng:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ f_{h,k} \cdot d \cdot t; \sqrt{\frac{2M_{y,Rk} f_{h,k} d}{1 + \beta}} \right\} \quad (6)$$

Trong đó:

$F_{v,Rk}$: Sức chịu tải đặc trưng của một đinh trên một mặt cắt trượt (N);

$f_{h,k}$: Cường độ ép nát đặc trưng của gỗ (N/mm²), được tính:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_k \quad (7)$$

ρ_k : Khối lượng riêng đặc trưng của gỗ (kg/m³);

d : Đường kính đinh (mm);

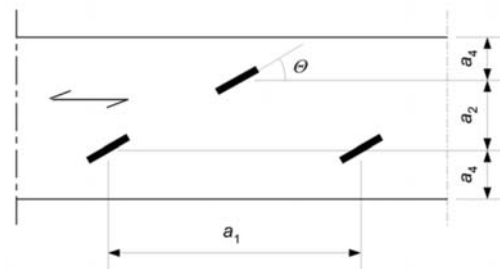
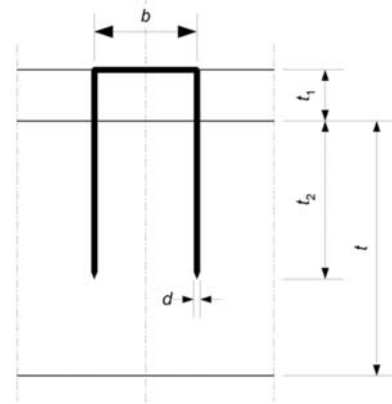
t : Chiều dày cầu kiện gỗ mỏng hơn (mm);

$\beta = t_1/t_2$: Tỷ số chiều dày cầu kiện hai bên liên kết (nếu là liên kết gỗ - gỗ);

$M_{y,Rk}$: Mô men chảy đặc trưng của đinh (Nmm).

3.3.4. Liên kết ghim (mục 8.4 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

a) Tổng quan



Hình 3. Liên kết ghim

Đối với ghim có tiết diện chữ nhật, đường kính tương đương d được xác định bằng căn bậc hai của tích hai kích thước cạnh của tiết diện:

$$d = \sqrt{a \times b} \quad (8)$$

Trong đó a và b là hai cạnh của tiết diện hình chữ nhật (đơn vị: mm).

Chiều rộng của đỉnh ghim (b) phải lớn hơn hoặc bằng 6d, và chiều dài xuyên của chân ghim (t_2) phải lớn hơn hoặc bằng 14d.

Trong mỗi liên kết, phải có ít nhất hai ghim để đảm bảo phân bố lực hợp lý và tăng độ ổn định.

b) Công thức tính toán

Sức chịu tải đặc trưng của một ghim trên một mặt cắt trượt được xác định:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ f_{h,k} \cdot d \cdot t; \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,k} d}; \frac{2,3M_{y,Rk}}{d} \right\} \quad (9)$$

Trong đó:

$F_{v,Rk}$: Sức chịu tải đặc trưng của một ghim trên một mặt cắt trượt (N).

$f_{h,k}$: Cường độ ép nát đặc trưng của gỗ (N/mm^2), được tính:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_k \quad (10)$$

ρ_k : Khối lượng riêng đặc trưng của gỗ (kg/m^3)

d: Đường kính tương đương của ghim (mm).

t: Chiều dày cấu kiện gỗ mỏng hơn (mm).

$M_{y,Rk}$: mô men chảy đặc trưng của mỗi chân ghim (Nmm), thường lấy từ tiêu chuẩn sản phẩm hoặc thử nghiệm.

Khả năng chịu lực của mỗi ghim trên một mặt phẳng cắt được coi là tương đương với hai đỉnh có cùng đường kính danh định d của ghim, với điều kiện:

Góc giữa đỉnh ghim (crown) và hướng thớ gỗ bên dưới đỉnh lớn hơn 30° (xem Hình 3).

Nếu góc giữa đỉnh ghim và thớ gỗ nhỏ hơn hoặc bằng 30° , thì sức chịu tải ngang thiết kế phải nhân với hệ số giảm 0,7, tức là:

$$F_{v,d,staple} = 0,7 F_{v,d,equiv. nails} \quad (11)$$

Đối với ghim được chế tạo từ dây thép có giới hạn bền kéo (f_u) tối thiểu $800 N/mm^2$, giá trị mô men chảy đặc trưng ($M_{y,Rk}$) trên mỗi chân ghim được xác định theo biểu thức:

$$M_{y,Rk} = 240 d^{2,6} \quad (12)$$

3.3.5. Liên kết bằng bu lông (mục 8.5 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

a) Tổng quan

Khả năng chịu lực dọc trục và khả năng chịu nhổ (withdrawal capacity) của bu lông phải được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị sau:

- Khả năng chịu kéo của chính bu lông (bolt tensile capacity);

- Khả năng chịu nén của vòng đệm (washer) hoặc, trong trường hợp liên kết gỗ-thép (steel-to-timber connection), sức chịu nén của bản thép (steel plate).

Đối với bu lông, giá trị đặc trưng của mô men chảy ($M_{y,Rk}$) được xác định theo công thức sau:

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} \quad (13)$$

Trong đó:

$M_{y,Rk}$: Mô men chảy đặc trưng, đơn vị Nmm;

$f_{u,k}$: Cường độ kéo đặc trưng của vật liệu bu lông, đơn vị N/mm^2 ;

d: Đường kính bu lông, đơn vị mm.

Bu lông thường đi kèm bản thép dày hoặc long đen để phân tán lực và tránh phá hoại cục bộ gỗ.

b) Công thức tính toán

Sức chịu tải đặc trưng trên mỗi bu lông và mỗi mặt cắt trượt:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ f_{h,k} \cdot d \cdot t; \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,k} d}; \frac{2,3M_{y,Rk}}{d} \right\} \quad (14)$$

Trong đó:

$F_{v,Rk}$: Sức chịu tải đặc trưng của một bu lông trên một mặt cắt trượt (N);

$f_{h,k}$: Cường độ ép nát đặc trưng của gỗ (N/mm^2), được tính:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_k \quad (15)$$

ρ_k : Khối lượng riêng đặc trưng của gỗ (kg/m^3);

d: Đường kính bu lông (mm);

t: Chiều dày cấu kiện gỗ mỏng hơn (mm);

$M_{y,Rk}$: Mô men chảy đặc trưng của bu lông (Nmm).

3.3.6. Liên kết chốt (mục 8.6 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

a) Tổng quan

Đường kính chốt (d) phải lớn hơn 6 mm và nhỏ hơn 30 mm. Lắp xuyên qua gỗ hoặc qua gỗ - bản thép - gỗ.

Các khoảng cách tối thiểu giữa các chốt, khoảng cách tới mép và khoảng cách tới đầu cấu kiện được quy định cụ thể trong tiêu chuẩn Eurocode 5.

Khác với bu lông, chốt thường không có đai ốc; liên kết giữ bằng bản thép chặn hoặc hệ thống khóa

b) Công thức tính toán

Tương tự bu lông và ghim, sức chịu tải đặc trưng của chốt trên một mặt cắt trượt:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ f_{h,k} \cdot d \cdot t; \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,k} d}; \frac{2,3M_{y,Rk}}{d} \right\} \quad (16)$$

Trong đó:

$F_{v,Rk}$: Sức chịu tải đặc trưng của một chốt trên một mặt cắt trượt (N);

$f_{h,k}$: Cường độ ép nát đặc trưng của gỗ (N/mm²), được tính:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_k \quad (17)$$

ρ_k : Khối lượng riêng đặc trưng của gỗ (kg/m³);

d : Đường kính chốt (mm);

t : Chiều dày cấu kiện gỗ mỏng hơn (mm);

$M_{y,Rk}$: Mô men chảy đặc trưng của chốt (Nmm).

3.3.7. Liên kết vít (mục 8.7 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008)

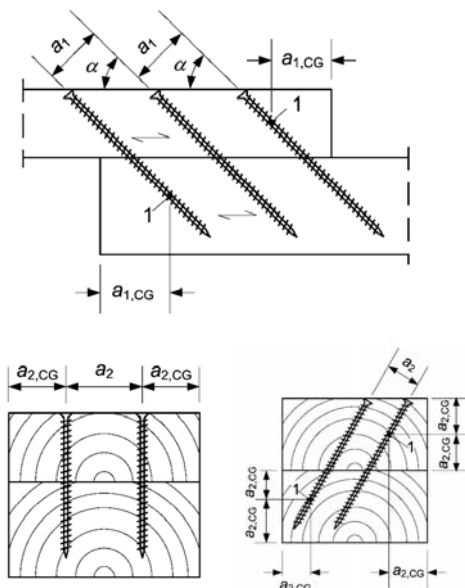
a) Tổng quan

Vít (screws) là phần tử liên kết có ren toàn thân hoặc một phần.

Khác với đinh và ghim → vít truyền lực không chỉ qua ép nát gỗ mà còn nhờ ma sát và bám ren trong gỗ, nên có khả năng chịu kéo dọc trục tốt.

Ảnh hưởng của phần ren của vít cần được tính đến trong việc xác định sức chịu tải, bằng cách sử dụng đường kính hiệu dụng d_{ef} (effective diameter).

Đường kính vít thường từ 6 mm đến 12 mm, có loại vít kết cấu đặc biệt đến 20 mm.



Hình 4: Liên kết vít

b) Công thức tính toán

Đối với các kết nối với vít theo tiêu chuẩn EN 14592.

- $6\text{mm} \leq d \leq 12\text{mm}$.

- $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$.

Trong đó:

- d là đường kính ren ngoài;

- d_1 là đường kính ren trong.

Khả năng kéo đặc trưng phải được lấy là

$$F_{v,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d \ell_{ef} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad (18)$$

Trong đó:

$$f_{ax,k} = 0,52 d^{-0,5} \ell_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8} \quad k_d = \min \left\{ \frac{d}{8}, 1 \right\} \quad (19)$$

$F_{ax,\alpha,Rk}$: Khả năng kéo đặc trưng của mối nối theo góc α so với thớ, tính bằng N;

$f_{ax,k}$: Cường độ kéo đặc trưng vuông góc với thớ, tính bằng N/mm²;

n_{ef} : Số lượng vít hiệu dụng;

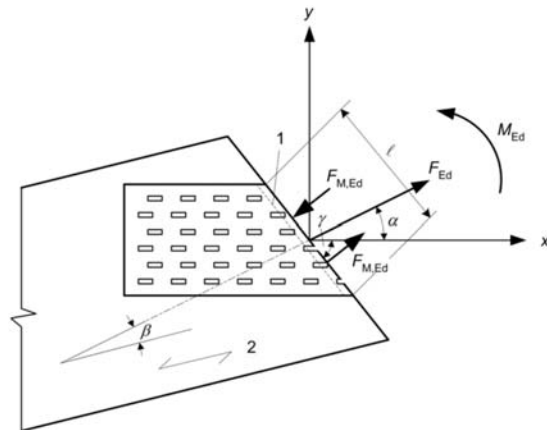
ℓ_{ef} : Chiều dài xuyên của phần ren, tính bằng mm;

ρ_k : Khối lượng riêng đặc trưng, tính bằng kg/m³;

α : Góc giữa trục vít và hướng thớ, với $\alpha \geq 30^\circ$

3.3.8. Ngoài ra còn một số loại liên kết

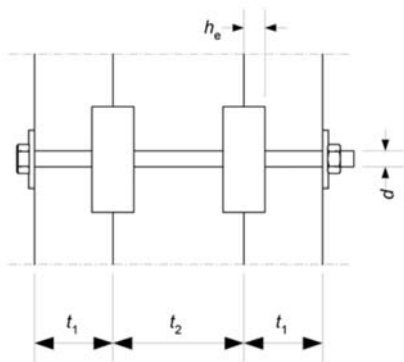
Liên kết chốt kim loại đột lỗ (mục 8.8 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008).



Hình 5: Liên kết chốt kim loại đột lỗ

Liên kết đầu nối vòng chia và tám cắt (mục 8.9 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008).

Là vòng thép tròn đặt trong rãnh cắt sẵn trên bề mặt gỗ. Bu lông đi xuyên qua tâm vòng để giữ vị trí.



Hình 6: Liên kết đầu nối vòng chia và tấm cắt

Liên kết đầu nối tấm răng (mục 8.10 chương 8 của tiêu chuẩn EN 1995-1-1:2004 A1:2008).

Là tấm thép mỏng có dập răng (toothed plates) để khi ép vào gỗ, các răng sẽ ăn sâu vào sợi gỗ.

3.4. Các loại liên kết áp dụng phổ biến tại Việt Nam

Các loại liên kết phổ biến hiện được thiết kế áp dụng tại Việt Nam.

3.4.1. Liên kết đinh (Nails)

Rất phổ biến trong xây dựng dân dụng, đồ gỗ, cốp pha, nhà tạm, ván khuôn.

Chủ yếu dùng trong ván ép, ván dăm...

Ưu điểm: Dễ thi công, rẻ tiền.

Nhược điểm: Khả năng chịu lực hạn chế.

3.4.2. Liên kết Vít (screws)

Ngày càng phổ biến, đặc biệt trong nội thất, đồ gỗ công nghiệp, và một số ứng dụng kết cấu nhẹ (ván sàn, mái).

Ưu điểm: Vít vừa chịu cắt vừa chịu kéo nhỏ.

Nhược điểm: Khó kiểm soát lực xiết trong quá trình thi công.

3.4.3. Liên kết Bu lông (Bolts)

Được áp dụng trong các công trình kết cấu gỗ truyền thống (nhà gỗ, đình, chùa, nhà sàn).

Dùng trong các liên kết gỗ - thép (kết cấu mái, giàn thép - gỗ, cầu gỗ nhỏ).

Ưu điểm: Khả năng chịu lực lớn, thi công thuận lợi, dễ kiểm soát.

Nhược điểm: Chi phí cao đối với kết cấu nhỏ

3.5. Hiện trạng chất lượng gỗ tại Việt Nam

Chất lượng gỗ sử dụng trong xây dựng tại Việt Nam hiện nay còn tồn tại nhiều hạn chế, đặc biệt là đối với nguồn gỗ tự nhiên. Gỗ tự nhiên quý (như lim, táu, sến, đinh) vốn có cường độ cao và khả

năng chống chịu tốt nhưng ngày càng khan hiếm, chi phí lớn và không đảm bảo nguồn cung bền vững. Trong khi đó, gỗ trồng phổ biến như keo, bạch đàn, cao su và thông lại có mật độ trung bình thấp (400 -550 kg/m³), biến động lớn về cường độ, dễ cong vênh, nứt nẻ và đặc biệt nhạy cảm với mối mọt và nấm mốc do điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm.

Một khó khăn khác là gỗ ở Việt Nam chưa được phân loại đồng bộ theo tiêu chuẩn quốc tế, khiến việc áp dụng trực tiếp vào thiết kế hiện còn gặp nhiều trở ngại. Quy trình chế biến, sấy khô và xử lý bảo quản gỗ ở nhiều cơ sở vẫn chưa đạt mức kiểm soát chất lượng cao, dẫn đến tình trạng không đồng đều về tính chất cơ học giữa các lô sản phẩm.

Trong khi đó, các sản phẩm gỗ công nghiệp như glulam, LVL, CLT mới ở giai đoạn thử nghiệm và nhập khẩu, chưa phát triển mạnh mẽ trong nước. Điều này làm hạn chế khả năng ứng dụng kết cấu gỗ hiện đại, vốn đòi hỏi vật liệu có cường độ ổn định, đồng đều và được kiểm định theo tiêu chuẩn quốc tế.

Nhìn chung, hiện trạng quy trình phân loại đánh giá chất lượng gỗ tại Việt Nam còn nhiều hạn chế. Do đó, cần thiết phải xây dựng hệ thống phân loại cường độ gỗ trồng trong nước, đồng thời đẩy mạnh phát triển công nghệ gỗ công nghiệp và nâng cao công tác xử lý, bảo quản gỗ nhằm từng bước cải thiện chất lượng vật liệu gỗ phục vụ ngành xây dựng.

3.6. Các đề xuất nâng cao chất lượng gỗ và áp dụng liên kết chịu lực trong kết cấu gỗ tại Việt Nam

3.6.1. Đề xuất nâng cao chất lượng gỗ tại Việt Nam

(1) Kiểm soát và phân loại gỗ trồng

- Xây dựng hệ thống phân loại cường độ gỗ trồng (keo, bạch đàn, cao su, thông...) theo tiêu chuẩn EN 338.

- Thiết lập chuỗi kiểm soát chất lượng từ khai thác - xẻ - sấy - phân loại, để có dữ liệu đầu vào cho thiết kế.

(2) Phát triển công nghệ gỗ công nghiệp

- Glulam (gỗ dán thanh): nâng cao cường độ uốn và ổn định.

- LVL (Laminated Veneer Lumber): tăng cường độ nén, giảm nứt.

- CLT (Cross Laminated Timber): cho công trình nhiều tầng, ổn định cao.

- Đây là giải pháp căn cơ để thay thế gỗ tự nhiên không đồng đều.

(3) Tẩm sấy và xử lý bảo quản

- Tẩm sấy gỗ đạt độ ẩm trước khi thi công.
- Áp dụng xử lý hóa chất chống mối mọt, nấm mốc, chống cháy.
- Với gỗ ngoài trời → cần phủ sơn, dầu, hoặc sử dụng công nghệ gỗ biến tính nhiệt (thermo-wood).

(4) Hoàn thiện khung pháp lý và tiêu chuẩn

- Ban hành Phụ lục quốc gia cho Eurocode 5, với hệ số điều chỉnh phù hợp điều kiện Việt Nam.
- Xây dựng TCVN về gỗ công nghiệp (glulam, LVL, CLT) để khuyến khích sản xuất trong nước.

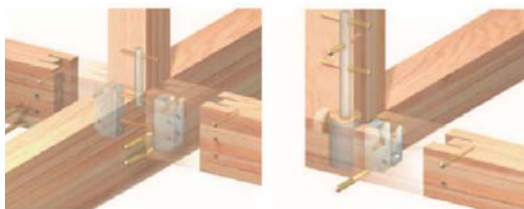
3.6.2. Đề xuất áp dụng liên kết chịu lực trong kết cấu gỗ

Trong thiết kế kết cấu gỗ, liên kết chịu lực đóng vai trò quyết định đến khả năng làm việc an toàn và ổn định của toàn bộ công trình. Theo Eurocode 5 (EN 1995-1-1), có nhiều dạng liên kết cơ học được áp dụng như đinh, vít, bu lông, chốt/dowel, vòng chia (split-ring), tấm cắt (shear plate), tấm răng (toothed plate), cũng như các dạng keo dán cấu kiện. Việc lựa chọn giải pháp liên kết tại Việt Nam cần cân nhắc đồng thời yếu tố kỹ thuật, tính khả thi thi công và điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm.

(1) Liên kết - đinh, chốt, vít, bu lông. Đây là các loại liên kết phổ biến, dễ thi công và có sẵn trên thị trường Việt Nam. Đây là những liên kết có thể triển khai đại trà ở Việt Nam trên nền tảng hướng dẫn tính toán theo Eurocode 5.



Hình 7. Nhà gỗ trong khuôn viên Viện IBST



Hình 8. Liên kết kim loại giữa dầm móng bê tông cốt thép và cột gỗ tại công trình

(2) Liên kết bằng chốt/dowel và các dạng đặc biệt chốt và bu lông đường kính lớn có khả năng chịu tải cao, thích hợp cho các cấu kiện khung hoặc dàn gỗ. Các dạng liên kết đặc biệt như vòng chia và tấm cắt cho phép tăng diện tích truyền lực, giảm ứng suất ép nát gỗ, phù hợp với các công trình tải trọng lớn hoặc liên kết gỗ - thép. Tuy nhiên, việc ứng dụng tại Việt Nam còn hạn chế do yêu cầu gia công chính xác và phụ kiện chuyên dụng.

(3) Liên kết bằng tấm răng ép (toothed-plate connectors).

Đây là giải pháp hiện đại, thường được áp dụng trong công nghiệp sản xuất dàn mái và kết cấu gỗ nhẹ. Loại liên kết này cho phép thi công nhanh, truyền tải lớn và đồng đều, nhưng đòi hỏi công nghệ ép máy, hiện chưa phổ biến rộng rãi tại Việt Nam.

(4) Keo dán và gỗ công nghiệp. Đối với các sản phẩm gỗ công nghiệp (glulam, LVL, CLT), liên kết bằng keo dán công nghiệp chất lượng cao là yếu tố then chốt để đảm bảo đồng đều và bền vững. Đây là hướng đi phù hợp với xu thế quốc tế, đặc biệt trong các công trình nhiều tầng hoặc kết cấu phức tạp.

Đề xuất áp dụng:

- Ngắn hạn: Ưu tiên sử dụng liên kết bu lông, vít, chốt trong kết cấu gỗ hiện nay, kết hợp tuân thủ quy định chi tiết về cấu tạo trong Eurocode 5 để đảm bảo an toàn.

- Trung hạn: Từng bước thử nghiệm và áp dụng liên kết vòng chia, tấm cắt trong các công trình có tải trọng lớn hoặc liên kết gỗ - thép.

- Dài hạn: Phát triển công nghệ sản xuất liên kết tấm răng ép và gỗ dán công nghiệp trong nước, nhằm đáp ứng nhu cầu sản xuất hàng loạt, chất lượng đồng đều và phù hợp với các công trình hiện đại.

Việc áp dụng các giải pháp liên kết chịu lực này không chỉ nâng cao độ tin cậy và chất lượng kết cấu gỗ tại Việt Nam mà còn tạo tiền đề cho sự hội nhập tiêu chuẩn quốc tế, đặc biệt trong bối cảnh phát triển xây dựng bền vững.

4. KẾT LUẬN

Liên kết chịu lực trong kết cấu gỗ sử dụng bu lông, chốt, đinh, vít là liên kết thường được ứng dụng trong kết cấu chịu lực và là các loại liên kết phổ biến, dễ thi công và có sẵn trên thị trường Việt Nam. Trên nền tảng hướng dẫn tính toán của Eurocode 5 các liên kết này có thể triển khai đại trà ở Việt Nam.

Việc lựa chọn thiết kế và tính toán liên kết trong kết cấu gỗ có tính chất quyết định đến độ an toàn, độ ổn định công trình trong suốt quá trình khai thác sử dụng.

Các quy định trong Eurocode 5 là rất cần thiết mang tính định hướng giúp cho công tác thiết kế kết cấu gỗ. Để phát triển công trình sử dụng kết cấu gỗ tại Việt Nam, các quy định cấu tạo và tính toán theo Eurocode 5 cần được sự nghiên cứu cả lý thuyết và thực nghiệm. Trong đó cần xét đến điều kiện môi trường khí hậu, mỗi một tại Việt Nam.

Việc áp dụng tiêu chuẩn Eurocode 5 trong tính toán và thiết kế liên kết kết cấu gỗ tại Việt Nam là cần thiết và thuận lợi trong bối cảnh hiện nay. Trong khi, hệ thống tiêu chuẩn quốc gia về kết cấu gỗ còn hạn chế. Mặt khác, Eurocode 5 với cấu trúc chặt chẽ, các quy định cụ thể về vật liệu, liên kết, biến dạng và điều kiện môi trường. Eurocode 5 còn được hỗ trợ bởi nhiều phần mềm thiết kế, tài liệu đào tạo và kinh nghiệm thực tiễn từ các quốc gia châu Âu, qua đó mang lại sự thuận lợi cho công tác nghiên cứu, giảng dạy và triển khai trong thực tiễn. Do vậy, việc vận dụng và từng bước chuyển dịch Eurocode 5 không chỉ góp phần nâng cao chất

lượng thiết kế kết cấu gỗ mà còn tạo tiền đề quan trọng cho việc xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn Việt Nam mới, đáp ứng yêu cầu phát triển ngành xây dựng trong thời kỳ hội nhập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] European Committee for Standardization (CEN), EN 1995-1-1:2004+A1:2008 Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings, Brussels, 2008.
- [2] Chính phủ Việt Nam, Đề án 198: Hoàn thiện hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn trong lĩnh vực xây dựng đến năm 2025, định hướng đến năm 2030.
- [3] EN 338:2016, Structural timber - Strength classes, CEN, Brussels.
- [4] J. Blaß, H. Kreuzinger, Timber Engineering in Europe: Eurocode 5 and Future Challenges, Engineering Structures, 2014.
- [5] Tiêu chuẩn EN 1075, EN 1380, EN 1381, EN 26891 và EN 28970