

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

---

**VĂN THÁI VŨ**

**SO SÁNH HIỆU QUẢ SỬ DỤNG CỦA KHUNG  
NHÀ CÔNG NGHIỆP DÙNG CẤU KIỆN THÉP THÀNH MỎNG  
VÀ CẤU KIỆN THÉP THÔNG THƯỜNG**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp**

**Mã số: 60.58.02.08**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng – Năm 2015**

Công trình được hoàn thành tại

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

Người hướng dẫn khoa học: **GS.TS. PHẠM VĂN HỘI**

**Phản biện 1: PGS.TS. Nguyễn Quang Viên**

**Phản biện 2: TS. Trần Quang Hưng**

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ Kỹ thuật Xây dựng Công trình dân dụng và công nghiệp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 22 tháng 8 năm 2015.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

## PHẦN MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong công cuộc phát triển đất nước, phát triển hạ tầng phục vụ công nghiệp hóa, hiện đại hóa, nhu cầu sử dụng vật liệu kết cấu thép ngày càng rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp nhờ những ưu điểm nổi bật.

Ở Việt Nam trong những năm gần đây, một số doanh nghiệp bắt đầu sản xuất chế tạo và phát triển thương mại loại hình kết cấu này cho các công trình xây dựng, đặc biệt là các công trình nhà công nghiệp. Tuy nhiên, để có những kết quả phân tích, so sánh hiệu quả sử dụng đối với khung thép nhà công nghiệp một tầng cỡ nhỏ, không cầu trục giữa phương án sử dụng kết cấu thép thành mỏng và phương án sử dụng kết cấu thép thông thường chưa được đi sâu nghiên cứu, tính toán thiết kế, khả năng sản xuất cung ứng để xác định hiệu quả sử dụng, so sánh giữa hai phương án nhằm giúp các chủ đầu tư dự án có được phương án lựa chọn, quyết định đầu tư hiệu quả, phù hợp yêu cầu công năng, kiến trúc, mục tiêu kế hoạch đầu tư và kinh phí đầu tư.

Vì những lý do trên, học viên chọn đề tài: “ ***So sánh hiệu quả sử dụng của khung nhà công nghiệp dùng cấu kiện thép thành mỏng và cấu kiện thép thông thường***”.

Với mong muốn xác định cụ thể hiệu quả sử dụng, ưu nhược điểm của từng phương án, dần từng bước đưa loại hình kết cấu nói trên vào ứng dụng cho các công trình xây dựng, nhất là công trình xây dựng nhà công nghiệp một cách phổ biến hơn ở Việt Nam.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

Nghiên cứu lý thuyết tính toán kết cấu khung dầm cầu kiện thép thành mỏng cho trường hợp kết cấu nhà công nghiệp một tầng, nhịp nhỏ, không cầu trục.

Xác định so sánh hiệu quả sử dụng của khung nhà công nghiệp một tầng nhịp nhỏ bằng kết cấu thép thành mỏng so với kết cấu thép thông thường trong từng trường hợp kết cấu khung nhà cụ thể.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

*Đối tượng nghiên cứu:* Khung kết cấu nhà công nghiệp một tầng không cầu trục, nhịp cỡ nhỏ.

*Phạm vi nghiên cứu:*

- Tính toán thiết kế khung nhà công nghiệp một tầng, không cầu trục bằng kết cấu thép thành mỏng và kết cấu thép thông thường.
- Phân tích hiệu quả sử dụng giữa hai phương án trên.

## **4. Cấu trúc của luận văn**

Luận văn bao gồm các phần sau:

- Phần mở đầu
- Chương 1: Tổng quan về kết cấu thanh thành mỏng tạo hình nguội.
- Chương 2: Nguyên lý tính toán khung nhà công nghiệp một tầng đối với kết cấu thép thành mỏng.
- Chương 3: Ví dụ tính toán.
- Kết luận và kiến nghị.
- Phần phụ lục.

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU THÀNH MỎNG TẠO HÌNH NGUỘI**

#### **1.1.KHÁI NIỆM VÀ SỰ PHÁT TRIỂN TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM VỀ THANH THÀNH MỎNG**

##### **1.1.1.Khái niệm về thanh thành mỏng**

Thanh thành mỏng là kết cấu thép nhẹ. Kết cấu thép nhẹ bao gồm các hệ thống kết cấu xây dựng bằng thép có trọng lượng nhẹ hơn kết cấu thép thông dụng.

##### **1.1.2. Tình hình ứng dụng thanh thành mỏng trên thế giới và tại Việt Nam**

###### ***a. Tình hình ứng dụng trên thế giới***

Việc áp dụng các cấu kiện thành mỏng tạo nguội vào kết cấu nhà đã được bắt đầu từ những năm 1940. Một lĩnh vực rất được phát triển của kết cấu thành mỏng là lĩnh vực làm nhà ở gia đình thấp tầng, nhà công nghiệp không cần trục, nhà kho.

###### ***b. Tình hình ứng dụng tại Việt Nam***

Tại Việt Nam, những công trình kết cấu thành mỏng đầu tiên được xây dựng từ những năm 1970 do nước ngoài chế tạo. Tuy nhiên những cấu kiện thành mỏng do Việt Nam chế tạo chỉ xuất hiện từ mười năm gần đây. Do những ưu việt về trọng lượng nhẹ, tính công nghệ và khả năng chịu lực cao, kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội đang trở thành một phương hướng phát triển mới trong công trình kết cấu thép ở Việt Nam trong những năm tới.

#### **1.2. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA THANH THÀNH MỎNG**

So với kết cấu thép thông thường, kết cấu bằng thanh thành mỏng có các ưu và khuyết điểm sau:

### 1.2.1. Ưu điểm

- Giảm lượng thép, dựng lắp nhanh, hình dạng tiết diện được chọn tự do, đa dạng theo yêu cầu.

- Dùng tiết diện kín tạo vẻ đẹp kết cấu;

### 1.2.2. Nhược điểm

- Giá thành thép uốn nguội cao hơn thép cán nóng.

- Chi phí phòng gỉ cao hơn, cấu kiện dễ bị hư hại trong quá trình thi công, việc thiết kế khó khăn vì sự làm việc phức tạp của cấu kiện.

## 1.3. PHẠM VI ỨNG DỤNG

Có 2 phạm vi sử dụng chính của thanh thành mỏng:

- *Nhóm 1* : Nhóm các chi tiết và bộ phận kiến trúc.

- *Nhóm 2* : Nhóm các bộ phận kết cấu chịu lực.

## 1.4. CÁC LOẠI TIẾT DIỆN VÀ VẬT LIỆU

### 1.4.1. Các loại tiết diện

Các dạng tiết diện thành mỏng hết sức phong phú, đa dạng.

Bằng các cách tạo hình nguội, có thể tạo từ tấm thép mỏng tiết diện hình bất kỳ. Tiết diện được chia ra loại hở như chữ C, chữ Z, chữ I, chữ U và loại kín như ống, hộp.

### 1.4.2. Vật liệu thép sử dụng

#### a. Thép cơ bản

#### b. Thép hình uốn nguội

Bằng cách gập nguội, có thể tạo từ tấm thép mỏng tiết diện hình bất kỳ. Tiết diện được chia ra loại hở như chữ C, chữ L, chữ U và loại kín như ống, hộp. Việc sử dụng thép cường độ cao không phải lúc nào cũng tiết kiệm thép, mặt khác kích thước cấu kiện thép thành mỏng thường bị giới hạn bởi điều kiện ổn định cục bộ nên không tận dụng được cường độ cao của vật liệu.

***c. Lựa chọn tấm thép phiê chế tạo******d. Lựa chọn hình dạng tiết diện thép thành mỏng***

Hình dạng, kích thước tiết diện được tiêu chuẩn hóa theo công nghệ mỗi nước. Trường hợp đặc biệt mới chọn riêng lẻ phù hợp với yêu cầu sử dụng. Tiết diện thép thành mỏng có thể có bề dày không đổi hoặc thay đổi (loại này ít phổ biến), trừ một số chỗ có thể là bề dày gấp đôi do gập bản thép lại.

***e. Các chú ý phòng gỉ***

Phòng gỉ cho kết cấu thép nhẹ là vấn đề cực kỳ quan trọng, hơn nhiều so với kết cấu thông thường. Kết cấu thành mỏng không được bảo vệ tốt sẽ bị phá hủy nhanh chóng trong thời gian ngắn.

*Các biện pháp phòng gỉ:*

- Biện pháp cấu tạo.
- Dùng lớp bảo vệ.
- Tạo lớp phủ kim loại.
- Dùng lớp phủ vật liệu tổng hợp.

## CHƯƠNG 2

### NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP 1 TẦNG ĐỐI VỚI KẾT CẤU THÉP THÀNH MỎNG

#### 2.1. CƠ SỞ TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÀNH MỎNG

Thanh thành mỏng chia làm hai loại: thanh tiết diện hở và thanh tiết diện kín. Thanh tiết diện hở áp dụng nhiều cho kết cấu xây dựng dưới dạng các loại thép hình uốn nguội. Sự làm việc của chúng khác với sự làm việc của các thanh đặc thông thường.

Thanh tiết diện kín làm việc không khác với thanh đặc bình thường. Sự phân bố ứng suất pháp tương tự; giả thiết tiết diện phẳng được nghiệm đúng; khi xoắn không có ứng suất pháp phụ thêm.

##### 2.1.1. Đại cương về phương pháp thiết kế

Hiện nay trên thế giới tồn tại hai phương pháp chính để thiết kế cấu kiện thành mỏng: phương pháp ứng suất cho phép và phương pháp trạng thái giới hạn. Các nước khác như Anh, Pháp, Nga, Trung Quốc và Úc đều sử dụng phương pháp trạng thái giới hạn (limit State design) để thiết kế kết cấu thành mỏng.

##### *a. Phương pháp ASD của Quy phạm AISI1996*

##### *b. Phương pháp LRFD của AISI 1996*

##### *c. Phương pháp thiết kế theo trạng thái giới hạn của AS 4600*

Thiết kế theo trạng thái giới hạn là phương pháp thiết kế nhằm kiểm tra theo các điều kiện giới hạn ứng với các tải trọng tương ứng. Hai điều kiện giới hạn cần kiểm tra là trạng thái giới hạn về chịu lực và trạng thái giới hạn về sử dụng.

Nguyên tắc cơ bản: Phương trình cơ bản của thiết kế theo trạng thái giới hạn về chịu lực là:  $S^* \leq \Phi R_u$  (2-4)



Trong đó:

$S^*$ : tác dụng của tải trọng thiết kế;

$\Phi$ : hệ số khả năng chịu lực;

$R_u$ : khả năng chịu lực danh nghĩa của cấu kiện

Vật liệu thép: Thép làm kết cấu tạo hình nguội là các thép của các tiêu chuẩn AS 1163, AS 1397, AS 1594, AS 1595 và AS/NZS 3678. Các giá trị giới hạn chảy và giới hạn bền sẽ được dùng để tính toán khả năng chịu lực của cấu kiện.

### **2.1.2. Phương pháp đường trung bình để tính đặc trưng hình học của tiết diện**

Khi bề dày tiết diện là không đổi, có thể dùng phương pháp đường trung bình để tính các đặc trưng của tiết diện một cách gần đúng nhưng khá chính xác.

### **2.1.3. Bề rộng hữu hiệu của cấu kiện nén**

#### **a. Định nghĩa**

Bề rộng hữu hiệu: khi tỉ số bề rộng phẳng và bề dày b/t của phần tử nén quá lớn, một bộ phận bản bị mất ổn định. Bản phẳng khi đó được tính chuyển về bản có bề dày  $b_e$  gọi là bề rộng hữu hiệu. Bề rộng này coi như không bị mất ổn định, có thể chịu được ứng suất nén đạt giới hạn chảy. Trong tính toán các đặc trưng hình học của tiết diện, sẽ chỉ dùng bề rộng này mà không dùng bề rộng thực b.

#### **b. Sự mất ổn định cục bộ của tấm chịu nén**

Các phần tử của cấu kiện thành mỏng đều là các tấm mỏng, khi chịu nén thường có thể bị mất ổn định cục bộ tức là bị vênh sóng ra ngoài mặt phẳng của tấm.

Sau khi ứng suất đạt giá trị tới hạn, tấm bị oằn nhưng không bị phá hủy, vẫn còn khả năng chịu lực thêm. Tải trọng đạt thêm vào sẽ gây ra sự phân bố lại ứng suất và cấu kiện vẫn chịu được tải trọng.

Hiện tượng này được gọi là sự làm việc sau tới hạn và được áp dụng cho nhiều thanh thành mỏng.

## 2.2. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP

Tính toán cấu kiện thành mỏng cấu kiện vừa chịu uốn và vừa chịu lực dọc kéo hoặc nén hay thường gọi chịu nén-uốn hoặc kéo-uốn thường gặp trong tính toán các cấu kiện của khung ( cột và kèo), dàn và cột tường. Mômem uốn có thể do mômem tập trung, tải trọng ngang hoặc lực dọc đặt lệch tâm. Khi độ lệch tâm bằng không, ta có cấu kiện chịu kéo đúng tâm hoặc chịu nén đúng tâm.

### 2.2.1. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

Cấu kiện thành mỏng chịu nén (cột) có các loại tiết diện: đơn hờ (thép góc, chữ C, chữ Z), tổ hợp (chữ I do hai chữ C ghép lại), tiết diện chữ môn, tiết diện kín, ( ống, hộp). Đối với một cấu kiện thành mỏng chịu nén, các trạng thái giới hạn cần kiểm tra gồm:

- Độ bền (sự chảy của thớ nén của tiết diện);
- Sự mất ổn định của cột khi bị uốn dọc;
- Sự mất ổn định của cột khi bị xoắn quanh tâm uốn;
- Sự mất ổn định của cột khi uốn và xoắn đồng thời;
- Sự mất ổn định cục bộ của các phần tử của tiết diện cột.

#### a. Kiểm tra về bền

Trạng thái giới hạn về bền xảy ra đối với cột ngắn (để không bị oằn). Công thức tính toán về bền của cột như sau:

$$N^* \leq \phi_c N_s \quad (2-23)$$

Trong đó:

$N^*$  : lực nén tính toán gây ra bởi tổ hợp tải trọng đã có các hệ số tải trọng tương ứng;

$\phi_c$  : hệ số độ chịu lực nén , bằng 0,85 đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm;

$N_s$  : khả năng chịu lực nén danh nghĩa của tiết diện khi tính toán về bền, được tính bằng công thức :

$$N_s = A_e f_y \quad (2-24)$$

$A_e$  : diện tích tiết diện hữu hiệu tại ứng suất chảy  $f_y$

### ***b. Kiểm tra về ổn định thép thành mỏng***

Ổn định thép thành mỏng phức tạp hơn nhiều so với thép cán nóng thông thường. Nó bao gồm:

- *Sự mất ổn định của cột do uốn dọc*

Tiết diện xoay quanh trục đối xứng yếu ( thường là y-y) không kèm theo xoắn thường xảy ra ở tiết diện có 2 trục đối xứng gọi là tiết diện đối xứng kép ( Chữ I, hình hộp, hình ống...)

- *Sự mất ổn định khi cột bị xoắn quanh tâm xoắn tiết diện*

Tiết diện xoay quanh tâm xoắn không kèm theo uốn. Dạng này rất ít xảy ra, thường chỉ xảy ra với cấu kiện ngắn, độ cứng chống xoắn nhỏ ( chữ I, chữ thập, chữ C...).

- *Sự mất ổn định khi cột chịu uốn và xoắn kết hợp*

Cột vừa bị uốn theo 2 phương trong mặt phẳng tiết diện x-x và y-y đồng thời lại chịu xoắn đối với trục dọc z-z. Thường xảy ra ở các tiết diện có 1 trục đối xứng gọi là tiết diện đối xứng đơn ( thép góc , thép máng, tiết diện chữ T, chữ I cánh không đều nhau...) hoặc tiết diện không có trục đối xứng nào.

- *Sự mất ổn định khi cột bị oằn vắn*

Tiết diện hờ đối xứng đơn, ví dụ tiết diện chữ C có hay không có uốn mép , khi chịu nén đúng tâm có thể phá hoại theo dạng oằn vắn.

***c. Mất ổn định do uốn dọc (oằn do uốn dọc)***

*- Lý thuyết chung*

Sự oằn do uốn dọc xảy ra đối với cấu kiện chịu nén mà tiết diện có hai trục đối xứng như chữ I, hình hộp hoặc tiết diện chữ Z. Cấu kiện bị uốn quanh trục đối xứng yếu mà không kèm theo xoắn.

*- Tính toán theo AS 4600*

Việc tính toán ổn định uốn dọc tiến hành đối với các tiết diện không có khả năng bị oằn xoắn hay oằn uốn – xoắn như tiết diện đối xứng kép, tiết diện kép, tiết diện kín. Điều kiện an toàn là :

$$N^* \leq \phi_c N_c \quad (2-30)$$

Trong đó :

$N^*$ : lực nén tính toán gây bởi tổ hợp tải trọng đã có các hệ số tải trọng tương ứng ;

$\phi_c$  : hệ số độ chịu lực nén , bằng 0,85 đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm;

$N_c$  : khả năng chịu lực nén danh nghĩa của tiết diện khi tính toán về bền, được tính bằng công thức :

$$N_c = A_e f_n \quad (2-31), \text{ AS 3.4.1(2)}$$

$A_e$ : diện tích tiết diện hữu hiệu tại ứng suất tới hạn  $f_n$ .

$f_n$  là ứng suất tới hạn được xác định từ các công thức sau tùy trường hợp:

$$\text{Khi } \lambda_c \leq 1,5 \quad f_n = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \quad (2-32), \text{ AS 3.4.1(3)}$$

$$\text{Khi } \lambda_c > 1,5 \quad f_n = (0,877/\lambda_c^2) f_y \quad (2-33), \text{ AS 3.4.1(4)}$$

Với  $\lambda_c$  là độ mảnh không thứ nguyên:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}} \quad (2-34), \text{ AS 3.4.1(5)}$$

$f_{oc}$  là ứng suất tới hạn đàn hồi tính theo công thức:

$$f_{oc} = \frac{\pi^2 E}{(l_e/r)^2} \quad (2-35), \text{ AS 3.4.2(1)}$$

Trong đó:  $l_c$  là chiều dài tính toán của cấu kiện và  $r$  là bán kính quán tính của tiết diện nguyên không chiết giảm.

**c. Mất ổn định do xoắn và uốn – xoắn ( sự oằn do xoắn và uốn-xoắn)**

**- Lý thuyết chung**

Xét trường hợp tổng quát là mất ổn định do uốn-xoắn: cột bị uốn theo hai phương và chịu xoắn đối với trục dọc, tiết diện cột có chuyển vị  $u$  và  $v$  đối với trục  $x$  và  $y$  và quay góc  $\theta$  quanh tâm xoắn  $C$ .

**- Tính toán theo AS 4600:2005**

Dựa trên cơ sở lý thuyết chung, tiêu chuẩn AS 4600:2005 quy định tính toán ổn định cho cấu kiện chịu nén về xoắn hoặc uốn xoắn tương tự như ổn định của cấu kiện chịu uốn dọc chỉ khác công thức tính ứng suất tới hạn  $f_{oc}$  được tính như sau:

Đối với tiết diện có 1 trục đối xứng  $x-x$  (đối xứng đơn) hoặc 2 trục đối xứng (đối xứng kép).

ta có ứng suất tới hạn uốn xoắn như sau:

$$f_{oc} = \min(f_{oy}, f_{oc})$$

$$f_{oy} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(l_{oy}/r_y)^2} \quad (2-36), AS 3.4.2(1)$$

$$f_{oc} = \frac{1}{2\beta} \left[ (f_{ox} + f_{oz}) - \sqrt{(f_{ox} + f_{oz})^2 - 4\beta f_{ox} f_{oz}} \right] \quad (2-37), AS 3.4.3(1)$$

**d. Mất ổn định do oằn vắn của cột**

Tiết diện hở đối xứng đơn, ví dụ tiết diện chữ C có hay không có uốn mép, khi chịu nén đúng tâm có thể bị phá hoại theo dạng oằn vắn.

## 2.2.2. Cấu kiện chịu kéo và uốn kết hợp.

### a. Cấu kiện chịu kéo đúng tâm

Không giống như cấu kiện thép cán nóng, cấu kiện thành mỏng chịu kéo đúng tâm cần kiểm tra theo ba điều kiện bên:

- Chảy dẻo tại tiết diện nguyên nằm giữa các liên kết
- Đứt tại tiết diện thực tại chỗ bên ngoài liên kết
- Đứt tại tiết diện thực hữu hiệu tại chỗ liên kết.

Quy phạm AS 4600 quy định các công thức như sau để tính khả năng chịu lực của cấu kiện kéo đúng tâm

Lực chịu kéo thiết kế  $N^*$  phải thỏa mãn:

$$N^* \leq \phi_t N_t \quad (2-47)$$

Trong đó:

$\phi_t$  : hệ số độ chịu lực khi kéo bằng 0,90;

$N_t$  : khả năng chịu lực kéo danh nghĩa của cấu kiện, được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong các giá trị của công thức:

$$N_t = A_g f_y \quad (2-48), AS3.2.1(1)$$

$$N_t = 0,85 k_t A_n f_u \quad (2-49), AS3.2.1(2)$$

Trong đó:

$A_g$ : diện tích tiết diện nguyên.

$f_y$ : ứng suất chảy dẻo trong thiết kế.

$k_t$ : hệ số điều chỉnh về phân bố lực lấy theo dưới đây.

$A_n$ : diện tích tiết diện thực, bằng diện tích nguyên trừ đi diện tích các giảm yếu và lỗ liên kết.

$f_u$ : giới hạn bền đứt dẻo trong thiết kế.

### b. Cấu kiện chịu kéo uốn kết hợp

Khi một cấu kiện chịu lực kéo thiết kế  $N^*$  và mômen uốn thiết kế  $M^*$ , ứng suất tổng cộng do kéo và uốn  $f^*$  được tính bằng:

$$f^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M^*}{Z} = f_a + f_b \quad (2-50)$$

Ứng suất này không được vượt quá giới hạn chảy  $f_y$ :

$$f_a + f_b \leq f_y \quad (2-51)$$

hay

$$\frac{f_a}{f_y} + \frac{f_b}{f_y} \leq 1,0$$

Nhân tử số và mẫu số của số hạng trước với diện tích tiết diện và số hạng sau với môđun chống uốn, phương trình trở thành.

$$\frac{N^*}{N_s} + \frac{M^*}{M_s} \leq 1,0 \quad (2-52)$$

$N_s$  và  $M_s$  là khả năng của tiết diện chịu lực kéo và mômen uốn. Thêm các hệ số khả năng chịu lực  $\phi_t$  khi kéo và  $\phi_b$  khi uốn, ta có công thức cuối cùng của AS trong hai trường hợp tổng quát khi có lực kéo  $N^*$  và mômen uốn thiết kế  $M_x^*$  và  $M_y^*$  đối với hai trục  $x$  và  $y$  của tiết diện :

$$\frac{N^*}{\phi_t N_t} + \frac{M^*}{\phi_b M_{sxf}} + \frac{M^*}{\phi_b M_{syf}} \leq 1,0 \quad (2-53), \text{ Điều 3.5.2aAS}$$

Trong đó:

$M_{sxf}$ ,  $M_{syf}$  là khả năng chịu chảy dẻo của tiết diện toàn bộ, lần lượt đối với trục  $x$  và  $y$ ;

$Z_{ft} f_y$  với  $Z_{ft}$  là môđun chống uốn của toàn bộ tiết diện đối với trục biên chịu kéo, theo trục tương ứng.

### 2.2.3. Cấu kiện chịu nén và uốn kết hợp.

#### a. Lý thuyết chung

Cũng giống như cấu kiện chịu kéo – uốn, khi một cấu kiện chịu lực nén thiết kế  $N^*$  và mômen uốn thiết kế  $M^*$ , ứng suất nén tổng cộng  $f^*$  do lực nén và mômen uốn được tính như sau:

$$f^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M^*}{Z} = f_a + f_b \quad (2-54)$$

Ứng suất này không được vượt quá giới hạn xác định nào đó như giới hạn chảy fy hoặc ứng suất tới hạn về oằn, ta kí hiệu là F.

$$f_a + f_b \leq F \quad (2-56)$$

hay

$$\frac{f_a}{F} + \frac{f_b}{F} \leq 1,0$$

Cũng làm như đối với cấu kiện chịu kéo- uốn , nhân tử số và mẫu số của số hạng trước với diện tích tiết diện và số hạng sau với môđun chống uốn.

### ***b. Tính toán theo AS 4600***

Trường hợp tổng quát có mômen uốn theo hai trục x và y, công thức tính toán của AS 4600 như sau:

$$\frac{N^*}{\phi_c N_{ct}} + \frac{C_{mx} M^*}{\phi_b M_{bx} \alpha_{nx}} + \frac{C_{my} M^*}{\phi_b M_{by} \alpha_{ny}} \leq 1,0 \quad (2-63), \text{Điều 3.5.1aAS}$$

$$\frac{N^*}{\phi_c N_s} + \frac{M_x^*}{\phi_b M_{bx}} + \frac{M_y^*}{\phi_b M_{by}} \leq 1,0 \quad (2-64), \text{Điều 3.5.1bAS}$$

Khi lực nén khá nhỏ, cụ thể là khi  $\frac{N^*}{\phi_c N_c} \leq 0,15$  thì có thể chỉ

dùng một công thức dưới đây thay vì kiểm tra theo cả hai công thức trên:

$$\frac{N^*}{\phi_c N_c} + \frac{M^*}{\phi_b M_{bx}} + \frac{M^*}{\phi_b M_{by}} \leq 1,0 \quad (2-65), \text{Điều 3.5.1cAS}$$



## CHƯƠNG 3

### VÍ DỤ TÍNH TOÁN

Để có số liệu so sánh hiệu quả sử dụng của hai phương án đối với khung nhà công nghiệp một tầng, một nhịp, không cầu trục dùng vật liệu thép thành mỏng và vật liệu thép thông thường. Chương này trình bày tính toán và khối lượng dự toán 4 ví dụ:

- Ví dụ 1: Khung nhà công nghiệp 1 tầng bằng kết cấu thép thành mỏng nhịp 15m.

- Ví dụ 2: Khung nhà công nghiệp 1 tầng bằng kết cấu thép thành mỏng nhịp 15m nhịp 20m

- Ví dụ 3: Khung nhà công nghiệp 1 tầng bằng kết cấu thép thông thường nhịp 15m.

- Ví dụ 4: Khung nhà công nghiệp 1 tầng bằng kết cấu thép thông thường nhịp 20m.

Dưới đây là số liệu tính toán, kết quả tính toán, bản vẽ thiết kế, khối lượng chi phí dự toán của các ví dụ 1.

Các ví dụ 2, ví dụ 3, ví dụ 4 được trình bày trong phần phụ lục.

### **3.1. TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP MỘT TẦNG BẰNG THÉP THÀNH MỎNG VÍ DỤ 1**

#### **3.1.1. Các tiêu chuẩn và số liệu tính toán**

##### ***a. Tiêu chuẩn về tải trọng thiết kế***

- Tĩnh tải, hoạt tải được tính theo: TCVN 2737-1995
- Vận tốc gió được lấy theo tiêu chuẩn: TCVN 2737-1995
- Tải trọng gió được lấy theo tiêu chuẩn :TCVN 2737-1995
- Hệ khung được tính toán theo tiêu chuẩn AS/NZS

4600:2500.

### ***b. Tiêu chuẩn vật liệu***

- Tiêu chuẩn vật liệu dùng làm bản mã: TCVN 2737-1995
- Tiêu chuẩn vật liệu cho hệ khung, xà gỗ mạ kẽm: AS1397
- Cường độ giới hạn  $f_y = 450$  MPa,  $f_u = 480$  MPa
- Tiêu chuẩn vật liệu cho tấm lợp: AS 2728
- Bulong liên kết hệ khung: Grade 8.8

### ***c. Phần mềm phân tích nội lực kết cấu: Sap 2000***

### ***d. Số liệu khung***

Kèo chính: khẩu độ  $S1 = 15$  m; chiều cao cột  $L = 6$  m; B: Bước kèo [m],  $B = 6$  (m); độ dốc mái  $15^\circ$

### **3.1.2. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của khung**

#### ***a. Tĩnh tải***

#### ***b. Hoạt tải***

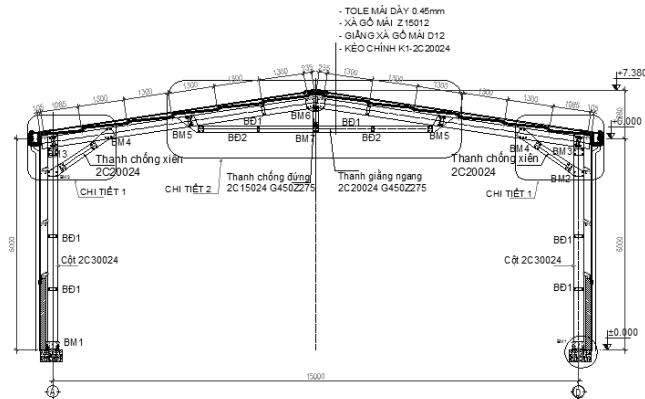
#### ***c. Tải trọng gió***

#### ***d. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của cột khung***

#### ***e. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của dầm khung***

### **3.1.3. Bản vẽ thiết kế, khối lượng dự toán kinh phí**

#### ***a. Bản vẽ thiết kế***



Hình 3.13. Bản vẽ thiết kế khung nhịp 15m

***b. Khối lượng dự toán kinh phí***

Bảng 3.2. Khối lượng dự toán kinh phí ví dụ 1

SỐ	MÔ TẢ	QUI CÁCH	SỐ LƯỢNG	TỔNG	ĐƠN GIÁ	THÀNH TIỀN
		mm	ck	kg	VND	VND
<b>A</b>	<b>SẢN XUẤT GIA CÔNG KHUNG KÈO CHÍNH</b>					<b>21,020,586</b>
1	Thanh cánh thượng K1-2C20024	7,680	4	223.949	26,000	5,822,669
2	Thanh giằng ngang GN-2C20024	6,685	2	97.467	26,000	2,534,150
3	Thanh chống dứng CD-2C15024	465	2	5.329	26,000	138,551
4	Thanh chống xiên CX-2C20024	1,232	4	35.925	26,000	934,053
5	Cột chính C1-2C30024	5,695	4	228.028	26,000	5,928,723
7	Bản mã BM1	17.88	2	35.760	36,000	1,287,360
8	Bản mã BM2	10.23	2	20.460	36,000	736,560
9	Bản mã BM3	8.06	2	16.120	36,000	580,320
10	Bản mã BM4	10.60	2	21.200	36,000	763,200
11	Bản mã BM5	17.31	2	34.620	36,000	1,246,320
12	Bản mã BM6	18.55	1	18.550	36,000	667,800
13	Bản mã BM7	1.98	1	1.980	36,000	71,280
14	Bản dệm BD1	1.18	6	7.080	36,000	254,880
15	Bản dệm BD2	0.76	2	1.520	36,000	54,720
<b>B</b>	<b>CHI PHÍ LẮP ĐẶT</b>			<b>747.988</b>	4,000	<b>2,991,952</b>
	<b>TỔNG CỘNG</b>	A+B				<b>24,012,538</b>
	<b>THUẾ GTGT ( 10%)</b>					<b>2,401,254</b>
	<b>TỔNG CỘNG SAU THUẾ</b>					<b>26,413,791</b>

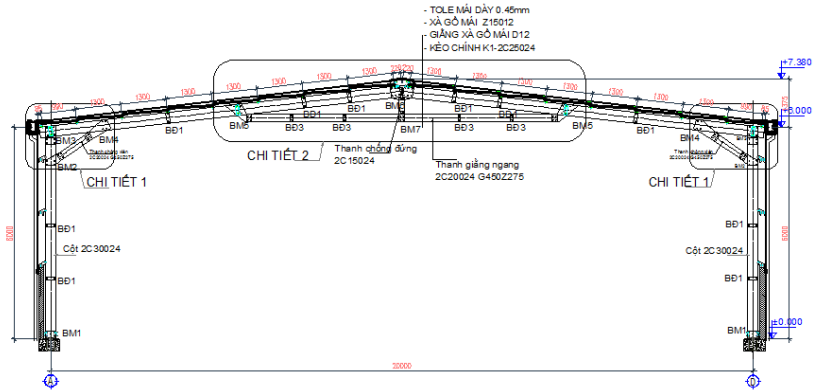
**3.2. TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP  
MỘT TẦNG BẰNG THÉP THÀNH MỎNG VÍ DỤ 2****3.2.1. Các tiêu chuẩn và số liệu tính toán**

Trình bày chi tiết trong phần phụ lục 1

**3.2.2. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của khung**

Trình bày chi tiết trong phần phụ lục 1

**3.2.3. Bản vẽ thiết kế, khối lượng dự toán chi phí*****a. Bản vẽ thiết kế***



Hình 3.16. Bản vẽ thiết kế khung nhịp 20m

**b. Khối lượng dự toán kinh phí**

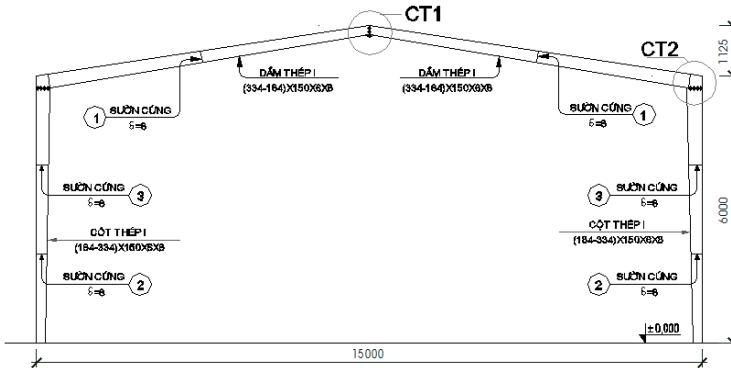
Bảng 3.3. Khối lượng dự toán kinh phí ví dụ 2

SỐ	MÔ TẢ	MÃ SỐ	QUY CÁCH	ĐƠN VỊ	SỐ LƯỢNG	TỔNG (kg)	ĐƠN GIÁ (VNĐ)	THÀNH TIỀN (VNĐ)	
<b>A</b>	<b>SẢN XUẤT GIA CÔNG KHUNG KÈO CHÍNH</b>							<b>24,232,998</b>	
1	Thanh cánh thượng K1-2C25024	K1	10,330	mm	4	342.543	25,000	8,563,570	
2	Thanh giằng ngang GN-2C20024	GN	8,850	mm	2	125.493	25,000	3,137,325	
3	Thanh chống đứng CD-2C15024	CD	465	mm	2	5.329	25,000	133,223	
4	Thanh chống xiên CX-2C20024	CX	1,115	mm	4	31.621	25,000	790,535	
5	Cột chính C1-2C30024	C1	5,695	mm	4	228.028	25,000	5,700,695	
6	Bản mã BM1	BM1	17.88	kg	2	35.760	35,000	1,251,600	
7	Bản mã BM2	BM2	10.23	kg	2	20.460	35,000	716,100	
8	Bản mã BM3	BM3	8.06	kg	2	16.120	35,000	564,200	
9	Bản mã BM4	BM4	12.00	kg	2	24.000	35,000	840,000	
10	Bản mã BM5	BM5	17.53	kg	2	35.060	35,000	1,227,100	
11	Bản mã BM6	BM6	20.57	kg	1	20.570	35,000	719,950	
12	Bản mã BM7	BM7	1.98	kg	1	1.980	35,000	69,300	
13	Bản đệm BD1	BD1	1.18	kg	10	11.800	35,000	413,000	
14	Bản đệm BD3	BD3	0.76	kg	4	3.040	35,000	106,400	
<b>B</b>	<b>CHI PHÍ LẬP ĐẠT</b>							<b>3,607,216</b>	
	<b>TỔNG CỘNG</b>						<b>901.8</b>	4,000	<b>27,840,213</b>
	<b>THUẾ GTGT (10%)</b>								<b>2,784,021</b>
	<b>TỔNG CỘNG SAU THUẾ</b>								<b>30,624,234</b>

### 3.3. TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP MỘT TẦNG BẰNG THÉP THÔNG THƯỜNG VÍ DỤ 3

Trình bày chi tiết tính toán ví dụ 3 trong phần phụ lục 2

#### a. Bản vẽ thiết kế



#### b. Khối lượng dự toán kinh phí

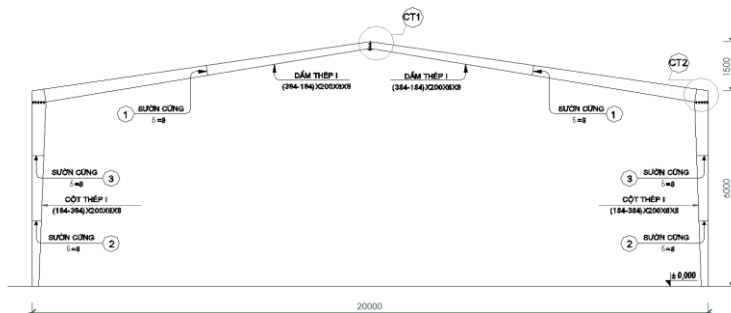
Bảng 3.4. Khối lượng dự toán kinh phí ví dụ 3

SỐ	MÔ TẢ	QUY CÁCH			SỐ LƯỢNG	TỔNG	ĐƠN GIÁ	THÀNH TIỀN
		rộng	cao	dây				
		mm	mm	mm	ck	kg	(VNĐ)	(VNĐ)
<b>A</b>	<b>SẢN XUẤT GIA CÔNG KHUNG KÈO CHÍNH (15m)</b>							<b>21,072,590</b>
1	Thép bản 72x259x8	72	259	8	8	9.37	19,000	178,006
2	Thép bản 72x252x8	72	252	8	8	9.12	19,000	173,195
3	Thép bản 72x305x8	72	308	8	8	11.14	19,000	211,683
4	Thép bản 279x6000x6	279	6000	6	2	157.69	19,000	2,996,125
5	Thép bản 175x6000x8	175	6000	8	4	263.76	19,000	5,011,440
6	Thép bản 279x7584x6	279	7584	6	2	199.32	19,000	3,787,102
7	Thép bản 220x7584x8	220	7584	8	4	419.12	19,000	7,963,321
8	Thép bản 175x350x10	175	350	10	4	19.23	19,000	365,418
9	Thép bản 175x370x10	175	370	10	4	20.33	19,000	386,299
10	Thép bản 72x334x10	72	334	10	4	7.55	19,000	143,470
<b>B</b>	<b>CHI PHÍ LẮP ĐẶT</b>					<b>1116.63</b>	6,000	<b>6,699,808</b>
<b>C</b>	<b>SƠN HOÀN THIỆN</b>					<b>1116.63</b>	3,000	<b>3,349,904</b>
	<b>TỔNG CỘNG</b>	<b>A+B+C</b>						<b>31,122,302</b>
	<b>THUẾ GTGT (10%)</b>							<b>3,112,230</b>
	<b>TỔNG CỘNG SAU THUẾ</b>							<b>34,234,533</b>

### 3.4. TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP MỘT TẦNG BẰNG THÉP THÔNG THƯỜNG VÍ DỤ 4

Trình bày chi tiết tính toán ví dụ 4 trong phần phụ lục 3

#### a. Bản vẽ thiết kế



#### b. Kết quả và số liệu tính toán như sau:

Bảng 3.5. Khối lượng dự toán kinh phí ví dụ 4

SỐ	MÔ TẢ	QUY CÁCH			SỐ LƯỢNG	TỔNG	ĐƠN GIÁ	THÀNH TIỀN
		rộng	cao	dày				
		mm	mm	mm				
ck	kg	(VND)	(VND)					
<b>A</b>	<b>SẢN XUẤT GIA CÔNG KHUNG KÈO CHÍNH (20m)</b>						<b>24,658,180</b>	
1	Thép bản 92x284x8	92	284	8	4	6.56	19,000	124,704
2	Thép bản 92x271x8	92	271	8	4	6.26	19,000	118,995
3	Thép bản 92x341x8	92	341	8	4	7.88	19,000	149,732
4	Thép bản 284x6000x6	284	6000	6	2	160.52	19,000	3,049,819
5	Thép bản 200x6000x8	200	6000	8	4	301.44	19,000	5,727,360
6	Thép bản 284x10110x6	284	10110	6	2	270.47	19,000	5,138,945
7	Thép bản 200x10110x8	200	10110	8	4	507.93	19,000	9,650,602
8	Thép bản 200x400x10	200	400	10	4	25.12	19,000	477,280
9	Thép bản 200x370x10	200	370	10	2	11.62	19,000	220,742
10	Thép bản 92x384x10	92	384	10	4	11.09	19,000	210,767
<b>B</b>	<b>CHI PHÍ LẬP ĐẠT</b>					<b>1308.89</b>	6,000	<b>7,853,352</b>
<b>C</b>	<b>SƠN HOÀN THIỆN</b>					<b>1308.89</b>	3,000	<b>3,926,676</b>
	<b>TỔNG CỘNG</b>	<b>A+B+C</b>						<b>36,438,207</b>
	<b>THUẾ GTGT ( 10%)</b>							<b>3,643,821</b>
	<b>TỔNG CỘNG SAU THUẾ</b>							<b>40,082,028</b>

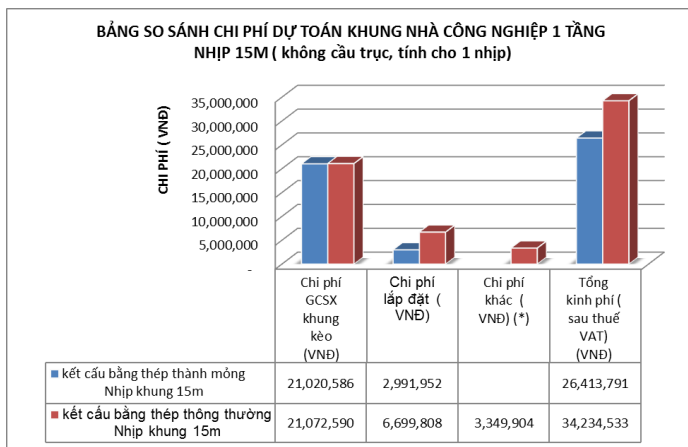
### 3.5. BẢNG TỔNG HỢP KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÍ DỤ 1,2,3,4, SO SÁNH, NHẬN XÉT KẾT QUẢ

#### 3.5.1. Số liệu tổng hợp kết quả tính toán ví dụ 1,2,3,4

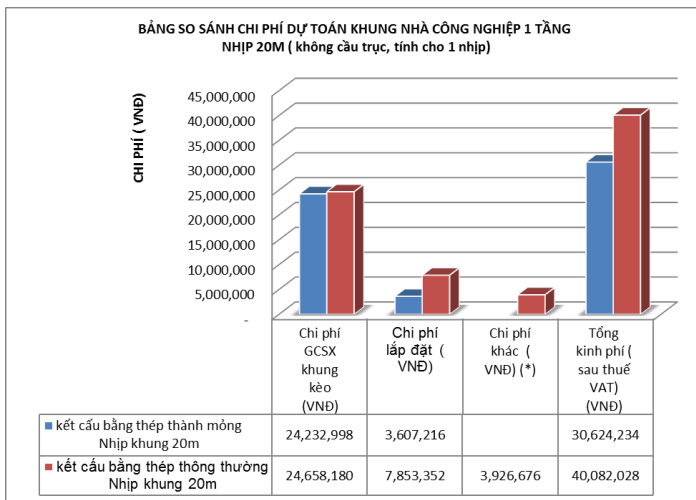
Bảng 3.6. Khối lượng tổng dự toán kinh phí 4 ví dụ

STT	Nội dung	Khung kết cấu nhà công nghiệp 1 tầng (tính cho 1 cấu kiện)			
		kết cấu bằng thép thành móng		kết cấu bằng thép thông thường	
		Nhịp khung 15m	Nhịp khung 20m	Nhịp khung 15m	Nhịp khung 20m
<b>I</b>	<b>Giá trị kinh tế</b>				
1	Tổng khối lượng vật liệu (kg)	747.99	901.80	1,116.63	1,308.89
2	Chi phí GCSX khung kèo (VNĐ)	21,020,586	24,232,998	21,072,590	24,658,180
3	Chi phí lắp đặt (VNĐ)	2,991,952	3,607,216	6,699,808	7,853,352
4	Chi phí khác (VNĐ) (*)			3,349,904	3,926,676
5	Tổng kinh phí (VNĐ)	<b>26,413,791</b>	<b>30,624,234</b>	<b>34,234,533</b>	<b>40,082,028</b>
<b>II</b>	<b>Tải trọng truyền xuống móng</b>	N= 30,27 KN	N= 41,32 KN	N= 31,76 KN	N= 43,22 KN
		Q= 22,55 KN	Q= 25,83 KN	Q= 29,53 KN	Q= 31,56 KN

Bảng 3.7. Bảng so sánh chi phí 2 phương án khung nhà công nghiệp một tầng, một nhịp, nhịp 15m sử dụng kết cấu thép thành móng và kết cấu thép thông thường



Bảng 3.8. Bảng so sánh chi phí 2 phương án khung nhà công nghiệp một tầng, một nhịp, nhịp 20m sử dụng kết cấu thép thành mỏng và kết cấu thép thông thường.



### 3.5.2. Nhật xét kết quả

- Trong tính toán các cấu kiện thành mỏng việc lựa chọn hình dạng tiết diện tính toán cấu kiện, biện pháp gia cố các nút liên kết của khung hợp lý giúp hạn chế sự mất ổn định cục bộ trong các cấu kiện do oằn xoắn và oằn uốn gây ra, tận dụng được hết khả năng chịu lực của cấu kiện.

- Phương án thiết kế khung nhà công nghiệp một tầng, một nhịp sử dụng kết cấu thép thành mỏng so với phương án kết cấu thép thông thường đối với 4 ví dụ nêu trên cho kết quả nhận xét như sau:

+ Phương án khung nhà công nghiệp một tầng sử dụng kết cấu thép thành mỏng có tổng khối lượng vật liệu nhỏ hơn phương án sử dụng kết cấu thép thông thường, chi phí nguyên liệu thép thành mỏng cao hơn nhưng tổng chi phí gia công sản xuất khung kèo cụ thể



không chênh lệch nhiều giữa 2 phương án, chi phí lắp đặt ít hơn, các cấu kiện thép thành mỏng được gia công sản xuất tại nhà máy có công nghệ tiên tiến, tính mô đun đồng bộ cao nên thời công thi công lắp đặt nhanh hơn, các công tác thi công ngoài công trường ít hơn, sử dụng ít nhân công nên công tác quản lý đảm bảo an toàn lao động tốt hơn, chất lượng dễ kiểm soát, sản phẩm công trình chất lượng tuổi thọ cao hơn phương án sử dụng kết cấu thép thông thường.

+ Tổng chi phí đối với phương án khung nhà công nghiệp một tầng sử dụng kết cấu thép thành mỏng tính tại chân nhà máy (chưa bao gồm chi phí vận chuyển về công trình) thấp hơn phương án sử dụng kết cấu thép thông thường. Tuy nhiên hiện nay do khả năng sản xuất gia công vật liệu thép thành mỏng tập trung tại các khu vực thành phố lớn nên ảnh hưởng đến chi phí vận chuyển, chi phí tổng giá thành đối với các công trình ở xa.

+ Do sử dụng vật liệu nhẹ hơn nên tổng tải trọng truyền xuống nền móng công trình phương án khung nhà công nghiệp một tầng sử dụng kết cấu thép thành mỏng nhỏ hơn phương án sử dụng kết cấu thép thông thường. Tuy nhiên chênh lệch không đáng kể và ít ảnh hưởng đến thiết kế nền móng.

## KẾT LUẬN

- Trên số liệu tính toán thiết kế, phân tích các ưu nhược điểm của 2 loại vật liệu thép thành mỏng và thép thông thường ứng dụng vào kết cấu khung nhà công nghiệp một tầng, một nhịp, không cầu trục đối với kích thước nhịp khung cụ thể đã xác định chi tiết các chỉ tiêu nhằm giúp xây dựng, tư vấn phương án hiệu quả sử dụng đối với từng khu vực xây dựng, điều kiện công năng, yêu cầu kiến trúc, mục tiêu đầu tư của nhà đầu tư.

- Tổng chi phí giá thành đối với phương án đầu tư khung nhà công nghiệp một tầng sử dụng kết cấu thép thành mỏng và phương án sử dụng kết cấu thép thông thường phụ thuộc vào 2 yếu tố chính là chi phí gia công sản xuất vật liệu và chi phí vận chuyển từ nơi sản xuất đến công trình xây dựng. Vì vậy để có phương án đầu tư tối ưu đối với dự án nhà công nghiệp 1 tầng cần xem xét đến vị trí xây dựng dự án và yêu cầu công năng ảnh hưởng đến giải pháp kết cấu.

- Để ứng dụng rộng rãi kết cấu sử dụng vật liệu thép thành mỏng nhằm tận dụng các ưu điểm của vật liệu này so với vật liệu truyền thống, vật liệu thép thông thường cần đầu tư phát triển mạng lưới nhà máy, công nghệ sản xuất, tư vấn tính toán thiết kế tối ưu đối với kết cấu sử dụng vật liệu thép thành mỏng.