

# Tính toán liên kết mặt bích theo tiêu chuẩn Trung Quốc

Calculation of cap plate bonds according to Chinese standards

Hoàng Ngọc Phương

## Tóm tắt

Tính toán chiều dày mặt bích theo tiêu chuẩn Việt Nam còn rất hạn chế, mới chỉ đề cập đến một dạng mặt bích hình chữ nhật dùng để liên kết dầm-cột, cột-cột trong giáo trình Kết cấu thép tập 2 [3], do đó việc tìm hiểu các cách tính toán khác của nước ngoài như: Mỹ, Anh, Châu Âu, Nga, Trung Quốc... là rất cần thiết. Bài báo đưa ra cách tính toán liên kết mặt bích theo tiêu chuẩn Trung Quốc [4], khá phù hợp và có thể áp dụng ở Việt Nam. Nội dung của bài báo là các yêu cầu về cấu tạo của liên kết mặt bích, đưa ra các giả thiết phù hợp để tính lực kéo, lực cắt trong các bu lông, tính toán chiều dày mặt bích, tính toán độ bền của vùng nút khung và ví dụ tính toán để làm rõ cho các nội dung trên.

**Từ khóa:** Liên kết mặt bích, chiều dày mặt bích, khả năng chịu cắt của một bu lông, khả năng chịu ép mặt của một bu lông, khả năng chịu kéo của một bu lông

## Abstract

Calculation of cap plate thickness according to Vietnamese standards is still very limited, only referring to a rectangular cap plate used for beam-column connection, column-column connection in the textbook of Steel Structures Volume 2 [3], therefore, it is necessary to learn other foreign calculation methods such as: USA, UK, Europe, Russia, China.... The paper presents a way to calculate the cap plate connection according to Chinese standards [4], which is quite suitable and can be applied in Vietnam. The content of the paper is the requirements for the structure of the cap plate connection, making appropriate assumptions to calculate the tensile force, shear force in the bolts, calculate the cap plate thickness, calculate the strength of the knee area and calculation example to clarify the problems.

**Key words:** Cap plate connection, Cap plate thickness, shear capacity per ordinary bolts, bearing capacity per ordinary bolts, tension capacity per ordinary bolts

ThS. Hoàng Ngọc Phương

Bộ môn Kết cấu Thép - Gỗ, Khoa Xây dựng

Email: hoangngocphuongkt@gmail.com

ĐT: 0968 567 234

Ngày nhận bài: 26/3/2021

Ngày sửa bài: 19/4/2021

Ngày duyệt đăng: 12/4/2023

## 1. Đặt vấn đề

Tính toán liên kết mặt bích chưa có trong tiêu chuẩn Việt Nam [1], một số sách giáo trình ở Việt Nam đã đề cập đến tuy nhiên còn hạn chế [3]. Việc tìm hiểu những cách tính mới để học hỏi và áp dụng là cần thiết, do đó bài báo này đưa ra cách tính toán liên kết mặt bích theo tiêu chuẩn Trung Quốc.

## 2. Liên kết mặt bích theo tiêu chuẩn Trung Quốc [5]

### 2.1. Các yêu cầu đối với liên kết mặt bích

1. Mỗi nối dùng mặt bích giữa xà và cột của khung nhà công nghiệp thường có ba dạng sau: mặt bích đặt thẳng đứng, mặt bích đặt ngang và mặt bích đặt xiên (Hình 2.1.a,b,c). Khi nối xà, mặt bích phải vuông góc với mép ngoài của cấu kiện (Hình 2.1.d).

2. Mỗi nối dùng mặt bích cần được thiết kế theo nội lực lớn nhất. Khi nội lực nhỏ, mỗi nối mặt bích phải chịu được không ít hơn một nửa khả năng chịu lực của tiết diện tại vị trí nối;

3. Mỗi nối các bộ phận chính của khung nên sử dụng bu lông cường độ cao, có thể làm việc theo kiểu chịu trượt hoặc ma sát. Đường kính của bu lông chọn theo yêu cầu chịu lực, thường sử dụng bu lông M16 ~ M24. Bu lông thường M12 dùng để liên kết xà gỗ với hệ sườn tường, xà và cột khung;

4. Các bu lông nối các mặt bích phải được bố trí theo cặp. Tại vị trí nối xà, vùng kéo nối xà và cột, nên sử dụng mặt bích kéo dài (Hình 2.1). Khi sử dụng mặt bích kéo dài, nên bố trí sao cho trọng tâm của nhóm bu lông bên trong và bên ngoài bản cánh chịu kéo trùng hoặc gần với tâm của bản cánh đó.

Khoảng cách từ tâm bu lông đến mép phải đáp ứng yêu cầu thi công khi vận bu lông, không được nhỏ hơn 35mm và không được nhỏ hơn 2 lần đường kính lỗ;

5. Trong khung một tầng một nhịp, các bu lông phía bản cánh nén không ít hơn hai hàng. Khi hai hàng bu lông bố trí đối xứng qua bản cánh chịu kéo không đáp ứng khả năng chịu lực có thể kể thêm bu lông ở hàng thứ ba tham gia chịu lực cùng (Hình 2.1.a,b,c). Khoảng cách giữa các bu lông có thể lấy là 75mm và không nhỏ hơn 3 lần đường kính lỗ;

6. Phần bản cánh của cột nối với mặt bích của xà phải có cùng chiều dày (Hình 2.1.a). Khi khoảng cách giữa hai hàng bu lông sát nhau trên mặt bích lớn hơn 400mm thì phải bố trí thêm một hàng bu lông vào giữa;

7. Kiểm tra độ bền của bu lông khi chịu tác dụng đồng thời của lực kéo và lực cắt nếu cần thiết (Ví dụ: hàng bu lông thứ ba Hình 2.2.a);

8. Chiều dày  $t$  của mặt bích được tính theo Mục 2.3, không nhỏ hơn đường kính của bu lông nối và 16mm.

9. Chiều dài phần nhô ra của mặt bích  $e$  tính từ tâm của bản cánh chịu nén không nhỏ hơn (xem Hình 2.1.c):

$$e \geq \frac{M}{h_{fk}} \frac{1}{2bf} \quad (2.1)$$

$M$  - Mô men uốn lớn nhất tác dụng lên mỗi nối;

$b$  - Chiều rộng của mặt bích;

$h_{fk}$  - Cánh tay đòn chống uốn, là khoảng cách trọng tâm của bản cánh dầm hoặc cột;

$f$  - Cường độ tính toán của thép làm mặt bích.

### 2.2. Tính toán bu lông

Có nhiều quan niệm tính lực trong bu lông liên kết, bài báo trình bày cách tính đơn giản và thiên về an toàn với các giả thiết sau:

Giả thiết 1: Tâm xoay nằm trên trục bản cánh nén;

Giả thiết 2: Bu lông chịu kéo do mô men là các bu lông nằm ở hàng thứ nhất và hai (có thể cả hàng thứ ba) về phía bản cánh chịu kéo. Các bu lông này chỉ chịu kéo không chịu lực cắt;

Lực cắt tại mỗi nối do các bu lông còn lại chịu. Trường hợp như trong Hình 2.1.a,b,c hàng bu lông thứ ba có thể tính chịu cắt và kéo đồng thời nếu cần thiết.

Giả thiết 3: Bỏ qua ảnh hưởng của lực nén tác dụng lên mỗi nối.

a) Tính toán bu lông chịu kéo

- Với mặt bích kéo dài

Hàng bu lông thứ nhất và thứ hai trên mặt bích kéo dài được bố trí đối xứng với nhau qua bản cánh chịu kéo (Hình 2.1), khi đó lực kéo lớn nhất  $N_t$  tác dụng lên một bu lông:

$$N_t = \frac{M}{n_t h_{fk}} + \frac{N}{n} \leq [N]_{tb} \quad (2.2)$$

$M, N$  - Cặp nội lực nguy hiểm mô men uốn và lực kéo tại mỗi nối trong cùng một tổ hợp.

$n_t$  - Tổng số lượng bu lông trên hàng thứ nhất và thứ hai;

$[N]_{tb}$  - Khả năng chịu kéo của một bu lông;

$n$  - Tổng số bu lông liên kết.

Khi độ bền của hai hàng bu lông trên không thể đáp ứng các yêu cầu của (2.2), có thể kể đến sự làm việc của hàng bu lông thứ ba được bố trí trong vùng kéo. Lực kéo lớn nhất trong một bu lông  $N_t$  được tính như sau:

$$N_t = \frac{M}{\left[ n_t + n_a \left( \frac{h_3}{h_{fk}} \right) \right] h_{fk}} + \frac{N}{n} \leq [N]_{tb} \quad (2.3)$$

$n_a$  - Số bu lông chịu kéo ở hàng thứ ba;

$h_3$  - Khoảng cách từ tâm của hàng bu lông thứ ba đến tâm của bản cánh nén.

- Với mặt bích không kéo dài

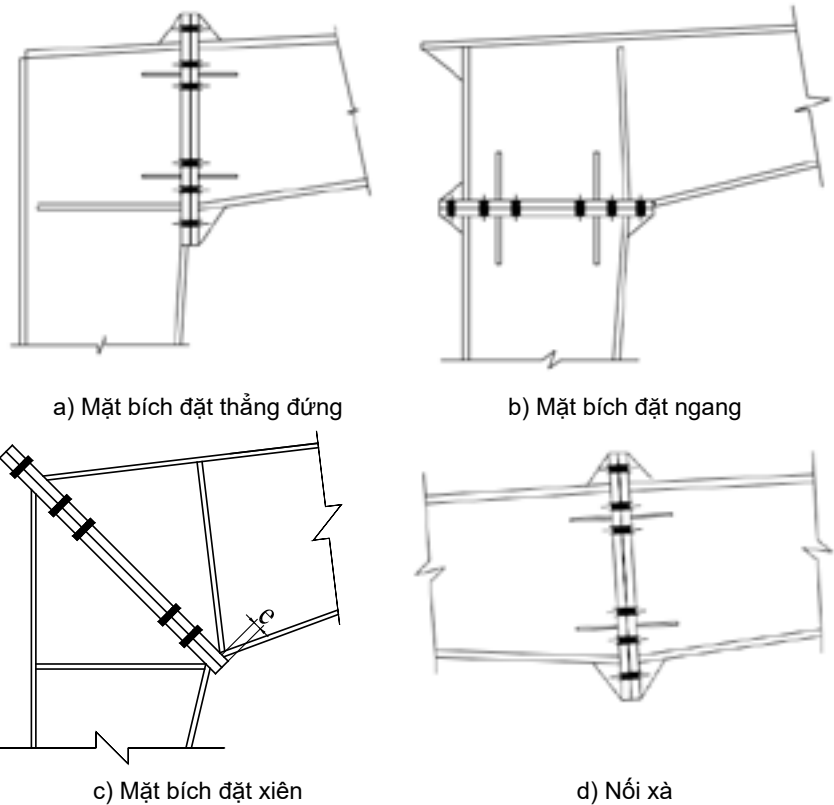
Trường hợp đối với mặt bích không kéo dài thì sự phân phối lực kéo lên các hàng bu lông được thể hiện như trên Hình 2.2.b, lực kéo lớn nhất trong một bu lông  $N_t$  được tính như sau:

$$N_t = \frac{M}{m \sum h_i^2} h_{max} + \frac{N}{n} \leq [N]_{tb} \quad (2.4)$$

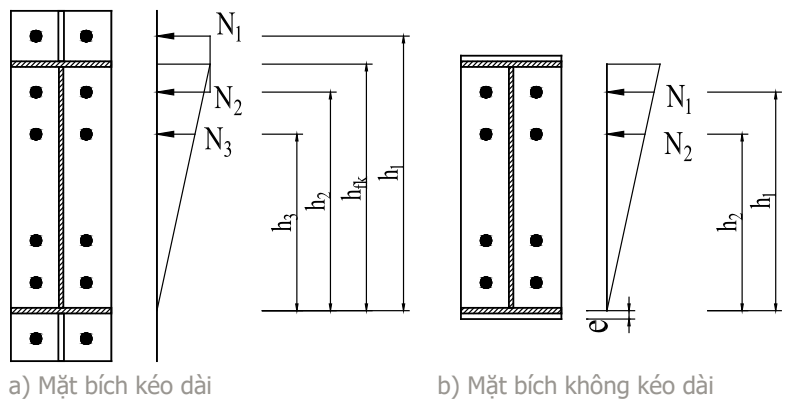
$m$  - Số cột bu lông ở một nửa liên kết, trong Hình 2.2. thì  $m = 2$ ;

$h_i$  - Khoảng cách từ hàng bu lông thứ  $i$  tới tâm xoay.

Lưu ý: Công thức (2.4) cũng là công thức tổng quát để xác định lực kéo lớn nhất trong một bu lông ở dây ngoài cùng do mô men và lực dọc phân vào.



Hình 2.1. Chi tiết môi nối xà - cột và xà - xà



Hình 2.2. Sơ đồ phân phối lực kéo lên các hàng bu lông

b) Tính toán bu lông chịu cắt

Ngoài các bu lông kéo, số bu lông còn lại dùng để chịu cắt. Lực cắt trong mỗi bu lông  $N_v$  thỏa mãn điều kiện sau:

$$N_v = \frac{V}{n_v} \leq [N]_{vb} \quad (2.5)$$

$V$  - Lực cắt trong cùng tổ hợp với mô men uốn và lực dọc ở trên;

$n_v$  - Số bu lông chịu cắt;

$[N]_{vb}$  - Khả năng chịu cắt của một bu lông.

2.3. Tính toán chiều dày mặt bích

Mặt bích thường được sử dụng là mặt bích không kéo dài (Hình 2.4); nhằm tăng khả năng chịu mô men cho mỗi nối, mặt bích kéo dài về phía thờ căng mô men, vượt qua cánh chịu kéo một đoạn đủ để bố trí thêm một hàng bu lông ra phía

**Bảng công thức tính toán chiều dày mặt bích**

Kiểu ô bản	Ký hiệu	Các trường hợp	Minh họa
Bản kê hai cạnh kê	1	$t \geq \sqrt{\frac{6e_f e_w N_t}{[e_w b + 2e_f (e_w + e_f)]} f}$	
Bản không sườn	2	$t \geq \sqrt{\frac{3e_w N_t}{(0,5a + e_w) f}}$	
Bản kê ba cạnh	3	$t \geq \sqrt{\frac{6e_f e_w N_t}{[e_w (b + 2b_s) + 4e_f^2] f}}$	
Bản công xon	4	$t \geq \sqrt{\frac{3e_w N_t}{(0,5a + e_w) f}}$	
Bản kê hai cạnh kê của mặt bích không kéo dài	5	$t \geq \sqrt{\frac{12e_f e_w N_t}{[e_w b + 4e_f (e_w + e_f)]} f}$	
<p>t - Chiều dày mặt bích;                      N<sub>t</sub> - Giá trị lực kéo lớn nhất của một bu lông;                      e<sub>w</sub>, e<sub>f</sub> - Lần lượt là khoảng cách từ tâm bu lông đến mép của bản bụng và bản cánh;                      b, b<sub>s</sub> - Lần lượt là chiều rộng của mặt bích và sườn cứng;                      a - Khoảng cách của các bu lông (Hình 2.4);                      f - Cường độ tính toán của thép làm mặt bích.</p>			

ngoài (Hình 2.3). Mặt bích được coi như các ô bản chịu lực tập trung là lực kéo N<sub>t</sub> của mỗi bu lông, tùy theo từng điều kiện biên khác nhau mà có các sơ đồ tính tương ứng. Ô bản được chia thành bốn loại: bản công xon (4), bản không có sườn (2), bản kê hai cạnh kê (1), (5) và bản kê ba cạnh (3). Các công thức tính toán chiều dày mặt bích sau đây tương ứng cho từng loại ô bản, lấy giá trị lớn nhất là kết quả cuối cùng.

**2.4. Tính toán độ bền vùng nút**

Tại chỗ giao nhau giữa xà và cột, ứng suất cắt tại vùng nút này phải được kiểm tra theo công thức sau:

$$\tau = \frac{M}{d_b d_c t_c} \leq f_v \tag{2.6}$$

d<sub>c</sub>, t<sub>c</sub> - Tương ứng là chiều cao, chiều dày của bụng cột của vùng nút (Hình 2.5);

d<sub>b</sub> - Chiều cao bản bụng xà tại vị trí liên kết mặt bích hoặc chiều cao của vùng nút (Hình 2.5);

M - Mô men uốn tại nút, đối với cột giữa của khung nhiều nhịp, lấy tổng đại số mô men uốn ở hai đầu xà ở hai phía hoặc mô men uốn ở đầu cột;

f<sub>v</sub> - Cường độ tính toán chịu cắt của thép trong vùng nút.

Khi yêu cầu của công thức (2.6) không thỏa mãn, bản bụng phải được làm dày hơn hoặc phải thêm sườn cứng theo đường chéo (Hình 2.5.b) hoặc dạng hợp lý khác.

**3. Ví dụ tính toán**

Tính toán liên kết dầm – cột được thể hiện trong Hình 3.1, giá trị nội lực nguy hiểm nhất trong cùng một tổ hợp: M = 132,03 kN.m, N = -20 kN, V = 54,30 kN. Thép làm mặt bích CCT34 có f = 210 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>v</sub> = 120 N/mm<sup>2</sup>.

**a) Tính toán bu lông**

Dùng bu lông cường độ cao 8.8 cấp M16 (A<sub>bn</sub> = 1,57cm<sup>2</sup>) không có lực căng trước có: f<sub>vb</sub> = 250N/mm<sup>2</sup>, f<sub>cb</sub> = 470N/mm<sup>2</sup>, f<sub>tb</sub> = 400N/mm<sup>2</sup>. Chiều dày tối thiểu của mặt bích là 16mm.

- Khả năng chịu trượt của một bu lông [N]<sub>bmin</sub> là giá trị nhỏ nhất của [N]<sub>vb</sub> và [N]<sub>cb</sub>:

Khả năng chịu cắt:

$$[N]_{vb} = n_v \pi d^2 / 4 f_{vb} \gamma_b = 1 \times \pi \times 16^2 / 4 \times 250 \times 1 = 50265 \text{ N} = 50,3 \text{ kN}$$

Khả năng chịu ép mặt:

$$[N]_{cb} = d (\sum t)_{\min} f_{cb} \gamma_b = 16 \times 16 \times 470 \times 1 = 120320 \text{ N} = 120,3 \text{ kN}$$



$$\tau = \frac{M}{d_b d_c t_c} = \frac{132,03 \times 10^6}{430 \times 430 \times 8} = 89,3N / mm^2 < f_v = 120N / mm^2$$

Thỏa mãn các yêu cầu.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Tính toán liên kết mặt bích theo tiêu chuẩn Trung Quốc rất chi tiết và đầy đủ, xét được các trường hợp ứng với điều kiện biên của ô bản mà tiêu chuẩn Việt Nam chưa có.

Việc áp dụng các tính liên kết này, đặc biệt là tính chiều dày mặt bích cho bài toán thiết kế, kiểm tra đối với sinh viên và kỹ sư xây dựng là rất thiết thực./

#### Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575:2012, “Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên và nnk (2010), “Kết cấu thép – Cấu kiện cơ bản”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên và nnk (2006) “Kết cấu thép – Công trình dân dụng và công nghiệp”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. GB 50017-2003 Code for Design of Steel Structures 钢结构设计规范
5. CECS 102-2002 门式刚架轻型房屋钢结构技术规程

## Tổ chức không gian phố đi bộ Tiên Yên...

(tiếp theo trang 7)

phố bàn cờ, cần tạo nên các không gian đóng – mở, chuyển đổi và linh hoạt. Vấn đề tỷ lệ trong thiết kế đô thị, cụ thể hơn là không gian công cộng trong đô thị, cũng đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong việc làm cho các không gian công cộng trong đô thị đẹp hơn, hấp dẫn hơn. Các thiết kế kiến trúc đưa vào cần được thể hiện các mảng, khối, tuyến, diện tạo ấn tượng tốt cho cộng đồng.

- Chức năng đảm bảo đủ độ đa dạng và cung cấp nhiều sự lựa chọn cho người sử dụng: Khác với các nước châu Âu, đặc trưng tuyến phố đi bộ ở Tiên Yên nói riêng và Việt Nam nói chung cần vừa đáp ứng hoạt động thường ngày của người dân, vừa phục vụ các hoạt động công cộng vào thời gian cuối tuần. Tinh linh hoạt và tính đa chức năng (đa dạng) cần được tích hợp vào việc tái phát triển không gian công cộng để đạt được bước tiến vượt bậc về chất được trông đợi. Vì vậy các hoạt động công đồng trên phố đi bộ chủ yếu khai thác các hình thức: vũ điệu của văn hóa nghệ thuật đường phố hay trải nghiệm các trò chơi dân gian thú vị như đi cà kheo, ô ăn quan, nhảy sạp, nhảy dây, đập niêu...; văn hóa ẩm thực độc đáo ở vùng đất này với nhiều món ăn đặc sắc như: Xôi ngũ sắc, thịt gà Tiên Yên, khâu nhục, bánh gio... đặc biệt là món bánh gặt gù nức tiếng nhiều năm nay; mua sắm trong chợ đêm với các loại mặt hàng phong phú, đa dạng như quần áo, giày dép, đồng hồ, trang sức, đồ lưu niệm... Các ngôi nhà 2 bên đường sẽ hòa vào với vỉa hè, đường phố để tạo thành một không gian dịch vụ công cộng trải rộng. Bên cạnh đó, cũng cần tổ chức hệ thống hạ tầng phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của phố đi bộ như: điểm gửi xe ở phố đi bộ, các tiện ích công cộng, hạ tầng kỹ thuật điện, nước, wifi và xử lý vệ sinh môi trường... Hiện nay để phục vụ người dân đến tham quan vui chơi, thành phố Hà Nội đã phải thành lập 78 điểm trông giữ xe xung quanh khu vực phố đi bộ.

- Thời gian cần nhấn mạnh tính chuyển đổi của không gian theo thời gian, cũng như tính bất biến của một số thành phần, nhất là những gì đặc trưng, mang tính nhận diện: Ở một cấp độ cao hơn, không gian phố đi bộ còn cần mang những nét đặc trưng giúp con người nhận diện không gian và lưu lại trong ký ức hình ảnh về không gian ấy. Với thời gian tương tác đủ lâu, giữa không gian và con người còn nảy sinh tình cảm gắn bó. Không gian khi ấy mang giá trị tinh thần, được gọi là “tinh thần nơi chốn”. Mặc dù số lượng các ngôi nhà cổ còn lại không nhiều, nhưng việc chỉnh trang thiết

kế đô thị lại toàn tuyến phố cổ cũng sẽ giúp tạo các diện mạo đặc trưng hơn của cả khu phố. Với những thành phần điểm, diện và khối có thiết kế ở một mức độ nhất định, không gian công cộng kiến tạo diện mạo của một khu vực trong đô thị và góp phần định hình kiến trúc đô thị.

#### 5. Kết luận và kiến nghị

Phố cổ Tiên Yên bắt đầu hoạt động từ tháng 8/2017 nhưng đã thu hút khách du lịch tham quan không chỉ bởi nét cổ kính của dãy phố mà còn bởi sự sôi động của “phố đi bộ” vào buổi tối cuối tuần [2]. Những ngôi nhà trong phố cũ ban ngày vốn yên tĩnh nhưng về đêm bỗng sáng rực bởi các đèn lồng nhiều màu. Tuyến phố đi bộ có điểm mạnh là kết nối nhiều không gian công cộng của một khu vực cũng như chuỗi nhiều loại hình không gian công cộng với nhau nên cần được ưu tiên phát triển/tái phát triển trước, tạo đà cho những thay đổi tích cực hơn nữa của mạng lưới không gian công cộng xung quanh. Trong số các thành phần không gian tuyến phố đi bộ thì những không gian ít gắn với công trình (lòng đường, vỉa hè, khoảng không gian chuyển tiếp, không gian mở kề cận, không gian trên cao) dễ tác động nhất và đem lại nhiều hiệu quả rõ rệt, ngay lập tức, ... ít bị ràng buộc bởi các quy định nên sẽ là “xuất phát điểm” cho một lộ trình dài nhằm thay đổi thiết kế không gian công cộng về chất.

Để trở thành điểm đến hấp dẫn người dân, du khách trong và ngoài tỉnh đến với Tiên Yên hơn nữa cần có các đề án thiết kế không gian kiến trúc cảnh quan của các tuyến phố đi bộ nhằm nâng cao nhận thức, gắn kết cộng đồng trong nhịp đập văn hoá và sáng tạo của thị trấn, từng bước hiện thực hoá xây dựng các không gian sáng tạo, cộng đồng sáng tạo, nền kinh tế sáng tạo, phát huy các giá trị văn hoá truyền thống để phố cổ trở thành điểm dừng nghỉ yên tĩnh, một không gian mới lạ, đầy hoài niệm./

#### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Quang Minh - Nguyễn Hải Vân Hiền “Tổ chức các tuyến phố đi bộ trên thế giới và kinh nghiệm phát triển không gian công cộng cho Hà Nội”, Tạp chí Kiến trúc số 05-2021.
2. <https://www.quangninh.gov.vn/donvi/huyentienyen>, Cổng thông tin điện tử huyện Tiên Yên.
3. Jan Gehl's “5 Rules for Designing Great Cities”, Achdaily December 16, 2016