Tính toán tải trọng gió cho công trình có mái dốc về hai phía mặt bằng hình chữ nhật

Calculate wind load for a building that has duopitch roofs and rectangular plan

ThS. Thạch Sôm Sô Hoách[1,*]
[1] Bộ môn Kết cấu công trình – Khoa Xây Dựng, Trường Đại học Xây Dựng Miền Tây
[*] Email: mtthoach@mtu.edu.vn

■Nhận bài: 10/07/2024 ■Sửa bài: 05/08/2024 ■Duyệt đăng: 08/09/2024

TÓM TẮT

Tính toán tải trọng gió là một phần quan trọng trong thiết kế kết cấu công trình. Hiện nay, tiêu chuẩn Việt Nam tải trọng và tác động TCVN 2737:2023 đã ban hành thay thế cho TCVN 2737:1995. Trong đó đề cập đến vấn đề xác định tải trọng gió cho công trình có nhiều dạng mái khác nhau như mái dốc một phía, hai phía, bốn phía, mái vòm, mái hình răng cưa, ... Mục tiêu chính của bài báo là trình bày cách tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737:2023 cho dạng công trình thường gặp có mặt bằng hình chữ nhật mái dốc về hai phía.

Từ khóa: *Hệ số khí động, hệ số hiệu ứng giật, nhà mái dốc hai phía, tải trọng gió, TCVN 2737:2023.*

ABSTRACT

Wind load calculation is an important part of structural design. Loads and actions standard TCVN 2737:2023 has been issued to replace TCVN 2737:1995. It addresses the issue of determining wind loads for buildings with many different roof types such as monopitch roofs, duopitch roofs, hipped roofs, multispan roofs, dome roofs, etc. The article's main goal is to present how to calculate wind loads according to TCVN 2737:2023 for common building types with rectangular plans and duopitch roofs.

Keywords: *Duopitch roofs, External pressure coefficients, Gust-effect factor, TCVN 2737:2023, Wind load.*

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay TCVN 2737:2023 [1] đã ban hành vào tháng 6 năm 2023 thay thế cho TCVN 2737:1995 [2]. TCVN 2737:2023 là một trong những tiêu chuẩn quan trọng trong hệ thống tiêu chuẩn thiết kế kết cấu. TCVN 2737:2023 kế thừa TCVN 2737:1995 và cập nhật nhiều nội dung mới tiếp cận theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16 [3], Châu Âu EN 1991 [4] và tiêu chuẩn Nga SP.20.13330.2016 [5]. Trong đó, có nhiều nội dung bổ sung sửa đổi rất quan trọng, việc tính toán tải trọng gió là một trong những điểm mới hoàn toàn khác biệt so với TCVN 2737:1995.

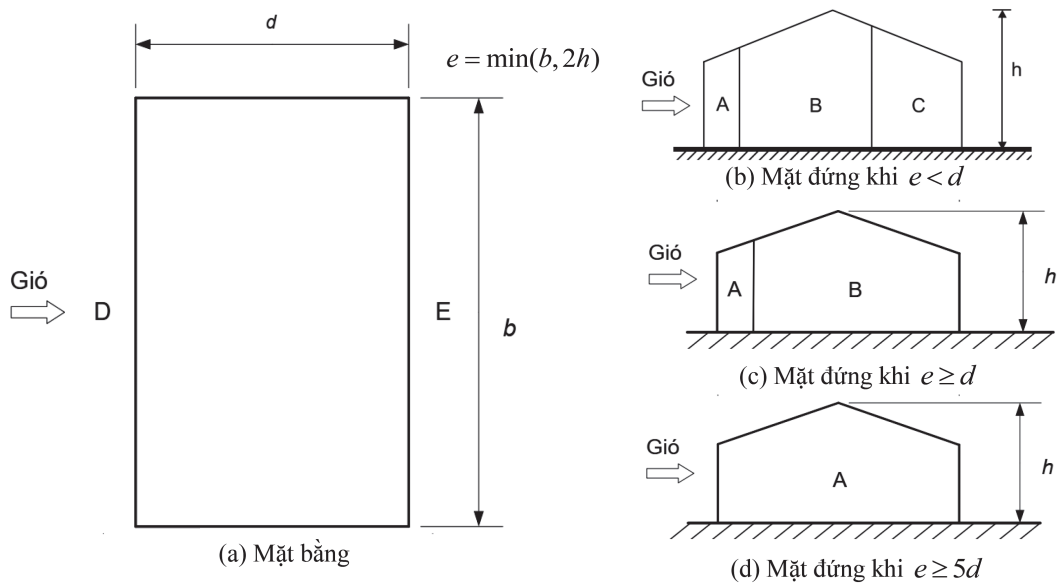
TCVN 2737:2023 đã đề cập đến việc tính toán tải trọng gió cho công trình có nhiều dạng mái khác nhau như dạng mái bằng, mái dốc một phía, hai phía, bốn phía, dạng mái răng cưa, dạng mái vòm,… Tuy nhiên do mới ban hành, nên hiện nay chưa có tài liệu hướng dẫn cũng như có rất ít các bài viết về việc tính toán tải trọng theo tiêu chuẩn này, chỉ có một số tác giả đã nghiên cứu về TCVN 2737:2023 như: TS. Vũ Thành Trung [6] tài liệu tập huấn giới thiệu những nội dung chính và các điểm mới của TCVN 2737:2023. Thạch Sôm Sô Hoách [7,8] đã viết về tính toán tải trọng gió cho công trình dạng mái bằng, mặt bằng hình chữ nhật và lập module tính toán gió tự động theo TCVN 2737:2023. Một số phần mềm thương mại đã lập trình tính toán và tổ hợp tải trọng như

phần mềm Ketcausoft [9].

Trong phạm vi bài viết này tác giả trình bày cách tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737:2023 hiện hành đối với dạng công trình thường gặp có mặt bằng hình chữ nhật mái dốc về hai phía, cho ví dụ tính toán một công trình cụ thể.

2. TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ [1]

Công trình có mái dốc về hai phía mặt bằng hình chữ nhật (hình 1)



***Hình 1**. Công trình có mái dốc về hai phía mặt bằng hình chữ nhật ([1], tr 51)*

Giá trị tiêu chuẩn của áp lực gió tại độ cao tương đương z_e được xác định theo công thức:

$$W_k = W_{3s,10} \times k(z_e) \times c \times G_f \quad (1)$$

Trong đó: $W_{3s,10}$ là áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm.

$$W_{3s,10} = \gamma_T \times W_0 \quad (2)$$

Với γ_T là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ lặp từ 20 năm xuống 10 năm, lấy bằng 0.852; W_0 là áp lực gió cơ sở lấy theo phân vùng gió trên lãnh thổ Việt Nam theo địa danh hành chính, hoặc theo bản đồ phân vùng áp lực gió hiện hành tra trong QCVN 02:2022/BXD [10].

$k(z_e)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình tại độ cao tương đương z_e.

c là hệ số khí động (xác định theo mục F.4, phụ lục F [1]).

G_f là hệ số hiệu ứng giật (xác định theo mục 10.2.7 [1]).

Từ đó có thể nhận thấy giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió tác động lên tường biên và mái dưới dạng tải phân bố đều tác dụng vào bề mặt (tường, mái) theo công thức:

$$W_j^{tc} = (\gamma_T W_0) \times k(z_e) \times c \times G_f \quad (3)$$

Giá trị tải trọng gió tính toán:

$$W_j = \gamma_f \times (\gamma_T W_0) \times k(z_e) \times c \times G_f \quad (4)$$

Trong đó: γ_f là hệ số độ tin cậy của tải trọng gió, lấy $\gamma_f = 2{,}1$ (theo mục 10.1.6 [1]).

Độ cao tương đương z_e đối với nhà được xác định như sau:

- Khi $h \leq b \rightarrow z_e = h$

- Khi $b < h \leq 2b$:

$$z > b \rightarrow z_e = h$$
$$0 < z \leq b \rightarrow z_e = b$$

- Khi $h > 2b$:

$$z \geq h - b \rightarrow z_e = h$$
$$b < z < h - b \rightarrow z_e = z$$
$$0 < z \leq b \rightarrow z_e = b$$

$z_e \geq z_{\min}$ lấy theo bảng 8 [1].

b là bề rộng đón gió (vuông góc với hướng gió),

h là chiều cao công trình tính từ mặt đất tự nhiên.

z là độ cao tại vị trí tầng đang xét tính so với mặt đất tự nhiên.

Hệ số $k(z_e)$ lấy không lớn hơn 1,99; 1,97 và 1,99 lần lượt đối với các dạng địa hình A, B, C.

$$k(z_e) = 2,01 \times \left(\frac{z_e}{z_g}\right)^{2/\alpha} \quad (4)$$

Trong đó: α là hệ số dùng trong hàm lũy thừa đối với gió giật 3s, được xác định phụ thuộc vào dạng địa hình; z_g là độ cao gradient, được xác định phụ thuộc vào dạng địa hình (α, z_g được xác định theo bảng 8 [1]).

2.1. Xác định hệ số hiệu ứng giật

Hệ số hiệu ứng giật G_f là hệ số phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng gió (bao gồm cả thành phần phản ứng tĩnh và thành phần phản ứng động của kết cấu). Đối với kết cấu "cứng" (có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 \le 1s$) thì có thể lấy $G_f = 0,85$.

Đối với kết cấu "mềm" (có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 > 1s$) thì G_f được xác định theo công thức:

$$G_f = 0,925\left(\frac{1+1,7I(z_s)\sqrt{g_Q^2Q^2 + g_R^2R^2}}{1+1,7g_VI(z_s)}\right) \quad (5)$$

Trong đó:

$I(z_s)$ là độ rối ở độ cao tương đương

$$z_s = 0,6H$$

g_Q là hệ số đỉnh cho thành phần xung của gió, lấy bằng 3,4.

g_V là hệ số đỉnh cho thành phần phản ứng của gió, lấy bằng 3,4.

g_R là hệ số đỉnh cho thành phần cộng hưởng của gió.

Q là hệ số kể đến thành phần phản ứng nền của kết cấu chịu tải trọng gió.

là hệ số phản ứng cộng hưởng

Công thức xác định các hệ số và G_f (xem thêm mục 10.2.7 [1]).

Một số công thức sơ bộ xác định hệ số G_f (phụ lục E, [1]). Đối với nhà cao tầng có hình dạng đều đặn theo chiều cao và có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 > 1s$ và chiều cao không quá 150m, có thể xác định hệ số hiệu ứng giật G_f theo các công thức đơn giản:

- Nhà bê tông cốt thép:

$$G_f = 0,85 + \frac{h}{2840} \quad (6)$$

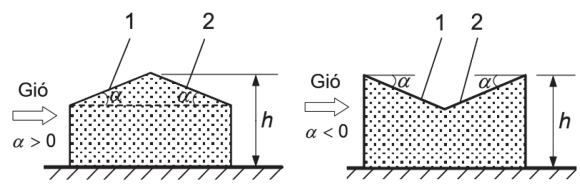
- Nhà thép:

$$G_f = 0,85 + \frac{h}{1010} \quad (7)$$

2.2. Xác định hệ số khí động

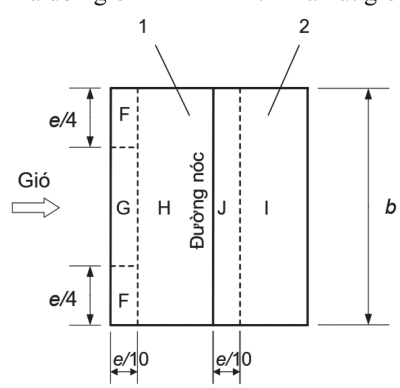
+ Trên hình 1 vùng D, E lần lượt là vùng đón gió và hút gió cho các tường đứng. Hệ số khí động c_e của các vùng này được xác định theo bảng F.4 [1] như bảng 1.

Vùng gió trên mặt bằng mái được thể hiện như hình 2. Trên hình ghi chú 1 là phía đón gió, 2 là phía hút gió.

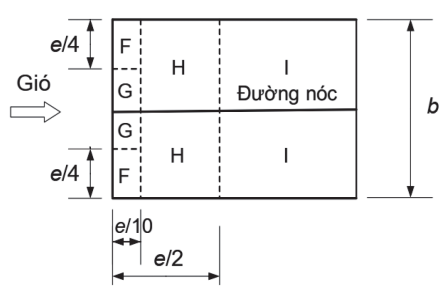


(a) Sơ đồ chung

1: Phía đón gió 2: Phía hút gió



(b) Góc hướng gió $\theta = 0^0$



(c) Góc hướng gió $\theta = 90^0$

Hình 2. *Vùng gió trên mái của nhà có mái dốc hai phía ([1], tr 53)*

Bảng 1: Hệ số khí động cho tường thẳng đứng của nhà có mặt bằng chữ nhật (bảng F.4, [1])

h/d	Vùng				
	A	B	C	D	E
5	- 1,2	- 0,8	- 0,5	+ 0,8	- 0,7
1	- 1,2	- 0,8	- 0,5	+ 0,8	- 0,5
≤ 0,25	- 1,2	- 0,8	- 0,5	+ 0,7	- 0,3

+ Hệ số khí động đối với các vùng trên mặt bằng mái được cho như bảng 2 và 3 (bảng F.5a, F5.b, [1]).

Bảng 2: Hệ số *ce* khi góc hướng gió $\theta = 0^0$

Góc dốc α, °	Vùng				
	F	G	H	I	J
- 45	- 0,6	- 0,6	- 0,8	- 0,7	- 1,0
- 30	-1,1	- 2,0	- 0,8	- 0,6	- 0,8
- 15	- 2,5	- 1,3	- 0,9	- 0,5	- 0,7
- 5	- 2,3	- 1,2	- 0,8	+ 0,2	+ 0,2
				- 0,6	- 0,6
5	-1,7	- 1,2	- 0,6	- 0,6	+ 0,2
	+ 0,0	+ 0,0	+ 0,0		- 0,6
15	- 0,9	- 0,8	- 0,3	- 0,4	- 1,0
	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2		
30	- 0,5	- 0,5	- 0,2	- 0,4	- 0,5
	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,4		
45	- 0,0	- 0,0	- 0,0	- 0,2	- 0,3
	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,0	+ 0,0
60	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,7	- 0,2	- 0,3
75	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,8	- 0,2	- 0,3

+ Chú thích 1: Khi $\theta = 0^0$ áp lực thay đổi nhanh giữa các giá trị âm và dương khi góc dốc $-5^0 \le \alpha \le +45^0$, do đó các giá trị âm và dương đều được nêu trong bảng này. Đối với mái này, cần xét hai trường hợp: một là với tất cả các giá trị dương và hai là với tất cả các giá trị âm, không được xét đồng thời giá trị âm và dương trên cùng một mặt.

+ Chú thích 2: Sử dụng nội suy tuyến tính cho các góc dốc nằm trong khoảng giữa các giá trị cùng dấu (không nội suy giữa $\alpha = +5^0$ và $\alpha = -5^0$ mà dùng số liệu cho mái bằng). Các giá trị bằng 0,0 dùng để nội suy tuyến tính.

Bảng 3: Hệ số c_e khi góc hướng gió $\theta = 90^0$

Góc dốc α, °	Vùng			
	F	G	H	I
- 45	- 1,4	- 1,2	- 1,0	- 0,9
- 30	- 1,5	- 1,2	- 1,0	- 0,9
- 15	- 1,9	- 1,2	- 0,8	- 0,8
- 5	- 1,8	- 1,2	- 0,7	- 0,6
+ 5	- 1,6	- 1,3	- 0,7	- 0,6
15	- 1,3	- 1,3	- 0,6	- 0,5
30	- 1,1	- 1,4	- 0,8	- 0,5
45	- 1,1	- 1,4	- 0,9	- 0,5
60	- 1,1	- 1,2	- 0,8	- 0,5
75	- 1,1	- 1,2	- 0,8	- 0,5

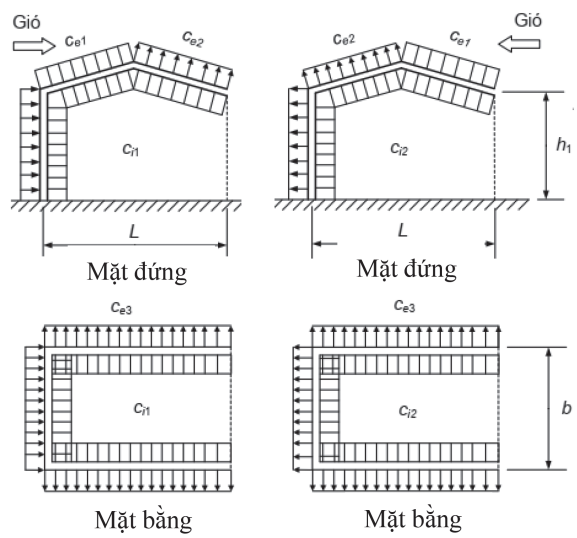
+ Xét đến áp lực trong (Phụ lục F.12, [1])

Độ hở của tường chắn μ được xác định bằng tỉ số giữa tổng diện tích lỗ mở của tường chắnvà tổng diện tích tường chắn.

Khi độ hở $\mu \le 5\%$: $c_{i1} = c_{i2} = \pm 0,2$. Đối với mỗi tường nhà, dấu "cộng" hoặc "trừ" cần được lựa chọn theo điều kiện thực hiện phương án bất lợi nhất của tải trọng.

Khi $\mu \ge 30\%$: $c_{i1} = -0,5$; $c_{i2} = +0,8$.

Các hệ số khí động c_e cho mặt ngoài cần được lấy theo phụ lục F.2 đến F.10 [1].

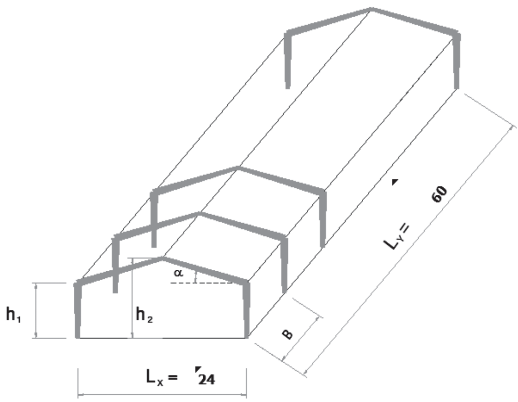


Hình 3. *Các hệ số khí động có xét đến áp lực trong ([1]), tr 64)*

3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ

Tính toán tải trọng gió cho công trình

nhà công nghiệp một tầng dạng kết cấu thép có mặt bằng hình chữ nhật, mái dốc hai phía (không có cửa trời) như hình 4.



Hình 4. *Mô hình nhà công nghiệp*

Công trình xây dựng tại Thành phố Vĩnh Long, vùng gió II, địa hình B có các kích thước:

Chiều rộng nhà: $L_x = 24m$, chiều dài nhà $L_y = 60m$, bước cột $B = 6m$. Chiều cao đỉnh cột $h_1 = 6m$, chiều cao đỉnh mái $h_2 = h = 8,4m$. Độ dốc mái 20%, góc dốc $\alpha = 11,3^0$.

Kết quả tính toán chu kỳ dao động thứ nhất theo phương ngang và phương dọc nhà $T_{1x}, T_{1y} < 1s$. Hệ số hiệu ứng giật theo hai phương: $G_f = 0,85$

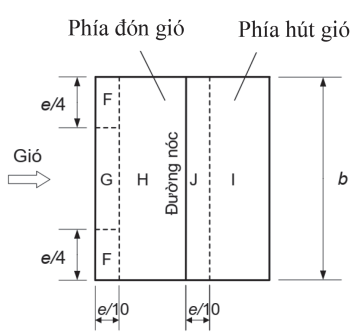
Giả thiết độ hở theo phương ngang và dọc nhà:

$$\mu \le 5\% \rightarrow c_{i1} = c_{i2} = \pm 0,2$$

$$\gamma_T W_0 = 0,852 \times 0,95 = 0,8094 kN/m^2$$

3.1. Tính toán tải trọng gió theo phương ngang nhà (gió X: $\theta = 0^0$)

Vùng gió trên mái nhà thể hiện như hình 5.



Hình 5. *Vùng gió trên mái nhà*

Các số liệu: *b = 60m; e =* min*(b,2h) = 16.8m*

$d = L_x = 24m;\ e/4 = 4,2m;\ e/10 = 1,68m.$

h<b nên độ cao tương đương $z_e = h = 8,4m.$

Trường hợp này $e < d$, áp dụng tính toán theo vùng gió của trường hợp hình 1(b). Xét đến áp lực trong (hình 3) nên hệ số khí động: $c = c_e + c_{i1,i2}$, trong đó hệ số c_e được xác định theo từng vùng trong các bảng 1, 2 và 3.

Tính toán tải trọng gió theo công thức (3). Tùy thuộc vào các hệ số $c_{e\max}$ hay $c_{e\min}$ và $c_{i1,i2}$ dương hay âm, kết quả tính toán theo từng trường hợp được lập thành các bảng 4, 5, 6, 7.

Bảng 4: Kết quả tính toán GX1: $c_{e\min}$ và $c_{i1,i2} < 0$

Vùng	z_e (m)	$k(z_e)$	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.713	-0.200	0.513	0.341
G	8.40	0.965	-0.948	-0.200	-1.148	-0.762
F	8.40	0.965	-1.195	-0.200	-1.395	-0.926
H	8.40	0.965	-0.411	-0.200	-0.611	-0.405
J	8.40	0.965	-0.557	-0.200	-0.757	-0.503
I	8.40	0.965	-0.252	-0.200	-0.452	-0.300
E	8.40	0.965	-0.327	-0.200	-0.527	-0.350
A	8.40	0.965	-1.200	-0.200	-1.400	-0.929
B	8.40	0.965	-0.800	-0.200	-1.000	-0.664
C	8.40	0.965	-0.500	-0.200	-0.700	-0.465

Bảng 5: Kết quả tính toán GX2: $c_{e\min}$ và $c_{i1,i2} > 0$

Vùng	z_e (m)	k (z_e)	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.713	0.200	0.913	0.606
G	8.40	0.965	-0.948	0.200	-0.748	-0.496
F	8.40	0.965	-1.195	0.200	-0.995	-0.661
H	8.40	0.965	-0.411	0.200	-0.211	-0.140
J	8.40	0.965	-0.557	0.200	-0.357	-0.237
I	8.40	0.965	-0.252	0.200	-0.052	-0.035
E	8.40	0.965	-0.327	0.200	-0.127	-0.084
A	8.40	0.965	-1.200	0.200	-1.000	-0.664
B	8.40	0.965	-0.800	0.200	-0.600	-0.398
C	8.40	0.965	-0.500	0.200	-0.300	-0.199

Bảng 6: Kết quả tính toán GX3: $c_{e\max}$ và $c_{i1,i2} < 0$

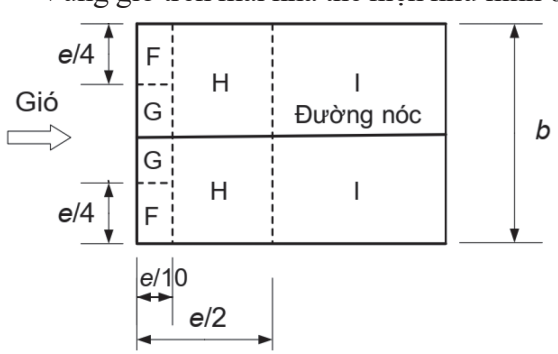
Vùng	z_e (m)	k (z_e)	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.713	-0.200	0.513	0.341
G	8.40	0.965	0.126	-0.200	-0.074	-0.049
F	8.40	0.965	0.126	-0.200	-0.074	-0.049
H	8.40	0.965	0.126	-0.200	-0.074	-0.049
J	8.40	0.965	-0.221	-0.200	-0.421	-0.280
I	8.40	0.965	-0.221	-0.200	-0.421	-0.280
E	8.40	0.965	-0.327	-0.200	-0.527	-0.350
A	8.40	0.965	-1.200	-0.200	-1.400	-0.929
B	8.40	0.965	-0.800	-0.200	-1.000	-0.664
C	8.40	0.965	-0.500	-0.200	-0.700	-0.465

Bảng 7: Kết quả tính toán GX4: $c_{e\max}$ và $c_{i1,i2} < 0$

Vùng	z_e (m)	k (z_e)	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.713	0.200	0.913	0.606
G	8.40	0.965	0.126	0.200	0.326	0.217
F	8.40	0.965	0.126	0.200	0.326	0.217
H	8.40	0.965	0.126	0.200	0.326	0.217
J	8.40	0.965	-0.221	0.200	-0.021	-0.014
I	8.40	0.965	-0.221	0.200	-0.021	-0.014
E	8.40	0.965	-0.327	0.200	-0.127	-0.084
A	8.40	0.965	-1.200	0.200	-1.000	-0.664
B	8.40	0.965	-0.800	0.200	-0.600	-0.398
C	8.40	0.965	-0.500	0.200	-0.300	-0.199

3.2. Tính toán tải trọng gió theo phương dọc nhà (gió Y: $\theta = 90^0$)

Vùng gió trên mái nhà thể hiện như hình 6.



Hình 6. *Vùng gió trên mái nhà*

Các số liệu:

$b = 24m;\ e = \min(b, 2h) = 16,8m$

$d = L_y = 60m;\ e/4 = 4,2m;\ e/10 = 1,68m.$

$h < b$ nên độ cao tương đương

$$z_e = h = 8,4m.$$

Trường hợp này $e < d$, áp dụng tính toán theo vùng gió của trường hợp hình 1(b).

Tính toán tương tự như trường hợp gió X, kết quả tính toán theo từng trường hợp được lập thành các bảng 8, 9. Trong trường hợp này theo bảng 3 các vùng gió trên mái chỉ có một giá trị hệ số khí động c_e.

Bảng 8: Kết quả tính toán GY1: $c_{i1,i2} < 0$

Vùng	z_e (m)	k (z_e)	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.700	-0.200	0.500	0.332
G	8.40	0.965	-1.300	-0.200	-1.500	-0.996
F	8.40	0.965	-1.411	-0.200	-1.611	-1.069
H	8.40	0.965	-0.637	-0.200	-0.837	-0.556
I	8.40	0.965	-0.537	-0.200	-0.737	-0.489
E	8.40	0.965	-0.300	-0.200	-0.500	-0.332
A	8.40	0.965	-1.200	-0.200	-1.400	-0.929
B	8.40	0.965	-0.800	-0.200	-1.000	-0.664
C	8.40	0.965	-0.500	-0.200	-0.700	-0.465

Bảng 9: Kết quả tính toán GY2: $c_{i1,i2} > 0$

Vùng	z_e (m)	k (z_e)	c_e	$c_{i1,i2}$	c	W^{tc} (kN/m²)
D	8.40	0.965	0.700	0.200	0.900	0.597
G	8.40	0.965	-1.300	0.200	-1.100	-0.730
F	8.40	0.965	-1.411	0.200	-1.211	-0.804
H	8.40	0.965	-0.637	0.200	-0.437	-0.290
I	8.40	0.965	-0.537	0.200	-0.337	-0.224
E	8.40	0.965	-0.300	0.200	-0.100	-0.066
A	8.40	0.965	-1.200	0.200	-1.000	-0.664
B	8.40	0.965	-0.800	0.200	-0.600	-0.398
C	8.40	0.965	-0.500	0.200	-0.300	-0.199

4. NHẬN XÉT

Bài viết đã trình bày các bước chính cách xác định tải trọng gió tác dụng lên công trình có mặt bằng hình chữ nhật, mái dốc về hai phía.

Qua ví dụ tính toán tải trọng gió cho một công trình nhà công nghiệp dạng kết cấu thép (không có cửa trời) ở mục 3, nhận thấy có đến 4 trường hợp gió X theo phương ngang nhà và có 2 trường hợp gió Y theo phương dọc nhà (kết quả thể hiện từ bảng 4 đến bảng 9), điều này sẽ dẫn đến số trường hợp tổ hợp tải trọng tính toán cho khung nhà sẽ tăng lên đáng kể so với dạng nhà mái bằng có góc dốc $-5^0 \le \alpha \le 5^0$.

Phạm vi bài viết này chỉ tính toán giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió tác dụng phân bố đều lên bề mặt các tường biên và bề mặt mái, tải trọng gió W^{tc} có chiều hướng vào bề mặt tác dụng khi giá trị là dương và ngược lại có chiều hướng ra ngoài bề mặt tác dụng khi có giá trị âm.

Để xác định giá trị tải trọng gió tiêu chuẩn W_k^{tc} tác dụng vào cột khung, dầm khung (dầm mái), người thiết kế cần tính toán thêm theo diện truyền tải của từng vùng gió trên bề mặt tường biên hoặc bề mặt mái: $W_k^{tc} = W^{tc} \times L$, trong đó L là chiều rộng của diện truyền tải vào cột khung hoặc dầm khung (theo phương vuông góc cột, dầm khung đang xét). Hoặc có thể sử dụng phần mềm SAP 2000, khai báo các bề mặt mái là sàn ảo, các bề mặt tường biên là tấm ảo có tiết diện None, ứng dụng công cụ nhập tải Area Loads $\rightarrow$ Uniform to Frame để truyền tải vào khung.

5. KẾT LUẬN

Bài viết đã trình bày tổng quát các bước tính toán xác định tải trọng gió tác dụng lên công trình có mặt bằng hình chữ nhật, mái dốc về hai phía. Ví dụ tính toán tải trọng gió cho một công trình nhà công nghiệp một tầng dạng kết cấu thép (không có cửa trời).

Ngoài dạng mái bằng, mái dốc hai phía, các công trình thực tế còn có nhiều dạng mái phức tạp khác như: dạng mái vòm, mái dốc nhiều phía, … cần có thêm nhiều nghiên cứu khác về cách tính toán xác định tải trọng gió cho các dạng công trình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 2737:2023, *Tải trọng và tác động*, Xuất bản lần IV, Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Bộ Xây Dựng, 2023.

[2] TCVN 2737:1995, *Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế*, Hà Nội, NXB Xây Dựng, 2002.

[3] ASCE/SEI 7-16. *Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures*. Published by American Society of Civil Engineers 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia, 20191-4382

[4] EN 1991-1-4:2005+A1, *Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions*, 2010.

[5] SP 20.13330.2016. *Loads and impacts*. Updated edition SNiP 2.01.07-85*. (with Amendments No. 1, 2).

[6] TS. Vũ Thành Trung, *Giới thiệu những điểm mới trong TCVN 2737:2023 – Tải trọng và tác động*, tài liệu tập huấn.

[7] Thạch Sôm Sô Hoách, "Ứng dụng VBA trong Excel lập chương trình tính toán tự động tải trọng gió theo TCVN 2737:2023", *Tạp chí vật liệu & xây dựng*, (tập 13 số 5 năm 2023), tr. 50-56.

[8] Thạch Sôm Sô Hoách, "Tính toán tải trọng gió cho công trình có mặt bằng hình vuông, hình chữ nhật theo TCVN 2737:2023", *Tạp chí khoa học công nghệ - Trường ĐHXD Miền Tây*, (số 07 năm 2023), tr. 8-17.

[9] Wefly Structure Company, "WLA gán gió tự động cho nhà xưởng", 06/10/2023. [Trực tuyến]. Địa chỉ: https://ketcausoft.com/tintuc/posts/wla.

[10] QCVN 02:2022/BXD, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng*, Hà Nội, 2022.