

Tính toán tải trọng Gió tác dụng lên Nhà cao tầng theo TCVN

Hồ Việt Hùng

Tải trọng gió theo Tiêu chuẩn Việt Nam được trình bày trong TCVN 2737:1995 và TCXD 229:1999. Quy trình tính toán thành phần động của tải trọng gió được trình bày trong TCXD 229:1999, tuy nhiên quy trình này khá rắc rối, gây nhiều khó khăn khi thực hành. Bài viết này trình bày tóm tắt việc tính toán tải trọng gió theo TCVN, trong đó có đề cập đến quy định đơn giản để tính toán thành phần động của tải trọng gió. Nội dung bài viết chỉ xét đến thành phần nằm ngang, và cùng phương với phương gió thổi.

1. Các thông tin cần thiết về công trình

1.1. Địa điểm xây dựng

Địa điểm xây dựng của công trường ảnh hưởng đến tác dụng của tải trọng gió thông qua hai yếu tố: Vùng gió và Dạng địa hình.

Phân vùng gió theo địa danh hành chính được quy định trong phụ lục E của TCVN 2737:1995, bao gồm 2 thông số là vùng áp lực gió và mức độ ảnh hưởng của gió bão. Ví dụ huyện Kỳ Sơn tỉnh Hòa Bình thuộc vùng gió **I.A**, trong đó **I** là phân vùng áp lực gió, và **A** là mức độ ảnh hưởng của gió bão.

Dạng địa hình được phân loại thành A, B, C; tiêu chí phân loại được đề cập đến trong mục 6.5 của TCVN 2737:1995.

Cần chú ý tránh nhầm lẫn giữa dạng địa hình và vùng ảnh hưởng của gió bão vì các yếu tố này được ký hiệu giống nhau.

Các công trình cao tầng thông thường thuộc dạng địa hình B (tương đối trống trải).

Như vậy, thông tin đầy đủ khi đề cập đến địa điểm xây dựng công trình phải bao gồm: Vùng gió và dạng địa hình. Ví dụ công trình cao tầng xây dựng tại huyện Kỳ Sơn tỉnh Hòa Bình thuộc vùng gió I.A, dạng địa hình B.

1.2. Các thông số hình học của công trình

Các thông số hình học của công trình bao gồm:

- Số tầng
- Chiều cao các tầng
- Bề rộng đón gió của các tầng
- Cao độ của mặt đất so với mặt móng
- Hình dạng mặt bằng (hình chữ nhật, hình tròn)

2. Phương pháp quy đổi và gán tải trọng Gió lên mô hình kết cấu.

Tải trọng gió là tải trọng tác dụng theo bề mặt công trình, tùy theo từng trường hợp mà được quy đổi và gán lên mô hình kết cấu dưới các dạng sau: (a) Tác dụng lên cột biên dưới dạng lực phân bố; (b)

tác dụng lên dầm biên của các tầng dưới dạng lực phân bố; và (c) tác dụng lên một điểm trên sàn của các tầng dưới dạng lực tập trung.

Trong 3 trường hợp kể trên, trường hợp (a) thường được áp dụng cho việc tính toán khung phẳng; trường hợp (b) thường áp dụng cho nhà thấp tầng; trường hợp (c) thường áp dụng cho nhà cao tầng.

Khi quy đổi tải trọng gió thành lực tập trung để gán vào một điểm trên sàn (tâm hình học hoặc tâm khối lượng), cần lưu ý các điểm sau:

- Hệ số khí động c bao gồm cả gió đẩy ($c_{đẩy}$) và gió hút ($c_{hút}$). Đối với mặt bằng hình chữ nhật $c = 1.4$ (bao gồm hệ số $c_{đẩy} = 0.8$ và $c_{hút} = 0.6$). Đối với mặt bằng hình tròn, hệ số c phụ thuộc vào tỉ lệ giữa chiều cao của công trình (H) và đường kính của mặt bằng (d); ví dụ khi $H/d = 5$, thì $c = 0.526$ (xem thêm [3]).
- Thành phần tĩnh của tải trọng gió tác dụng lên mặt bằng tại vị trí tâm hình học, là điểm có vị trí trung bình của diện đón gió theo phương tác dụng của tải trọng gió; thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên mặt bằng tại vị trí tâm khối lượng (xem thêm [4]). Tâm khối lượng được tính toán bởi phần mềm Etabs sau khi phân tích (Analysis), có thể tìm thấy thông tin về vị trí tâm khối lượng trong bảng **Center Mass Rigidity** (menu **Display > Show Tables**)

3. Tính toán thành phần tĩnh

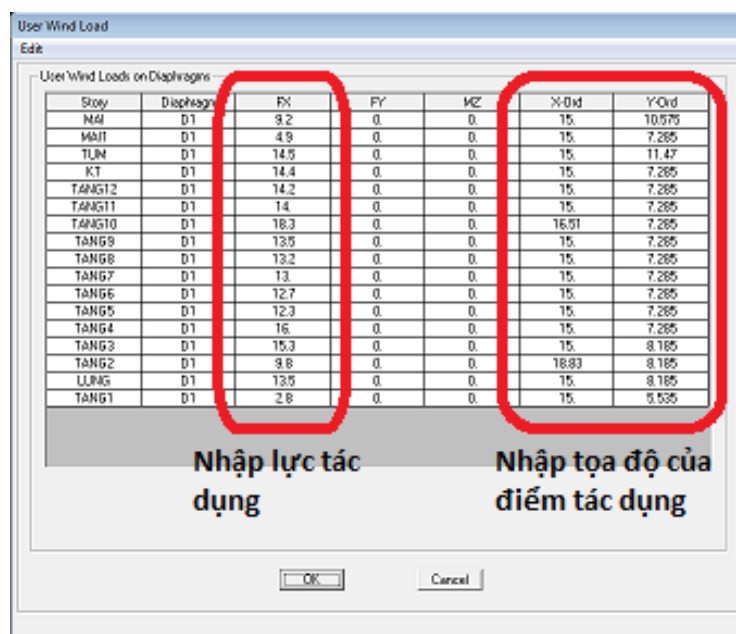
Giá trị tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió tác dụng lên tầng thứ j của công trình được xác định theo công thức (theo mục 6.3 của TCVN 2737:1995):

$$W_{Tj} = \gamma * W_o * k * c * B_j * h_j \quad (1)$$

Trong đó:

- γ : Hệ số độ tin cậy của tải trọng gió, $\gamma = 1.2$
- W_o : Giá trị áp lực gió, phụ thuộc vùng gió tại địa điểm xây dựng công trình, tra bảng 4 của TCVN 2737:1995, chú ý W_o được giảm đối công trình thuộc vùng ít chịu ảnh hưởng của gió bão (I-A, II-A và III-A; xem mục 6.4.1 của tiêu chuẩn).
- k : hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao (tra bảng 5 của TCVN 2737:1995); k phụ thuộc vào dạng địa hình và cao độ của vị trí tính toán.
- c : hệ số khí động (xem mục 2 của tài liệu này)
- B_j và h_j : lần lượt là bề rộng đón gió và chiều cao của tầng thứ j

Trong công thức (1), tải trọng gió W_{Tj} là tổng tải trọng tác dụng lên 1 tầng, được tính toán dưới dạng lực tập trung, sẽ được gán lên công trình thông qua tâm hình học. Trong phần mềm Etabs, gán tải trọng tại tâm hình học bằng cách nhập vào Diaphragm trong đó tọa độ X, Y được khai báo là tọa độ của tâm hình học (xem Hình 1). Cách khai báo tải trọng thông qua Diaphragm có thể xem tại [5].



Hình 1. Gán tải trọng và vị trí tác dụng thông qua Diaphragm

4. Tính toán thành phần động

Phương pháp xác định thành phần tĩnh và thành phần động của tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam được đề cập đến trong các tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 (Tải trọng và tác động) và TCXD 229:1999 (Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió). Theo TCVN 2737:1995 mục 6.2, đối với các công trình BTCT cao trên 40m thì cần phải tính toán thành phần động của tải trọng gió.

Quy trình tính toán thành phần động của tải trọng gió trình bày trong TCXD 229:1999 khá rắc rối, thực chất có thể gói gọn lại theo 2 trường hợp dưới đây phụ thuộc vào tương quan giữa tần số của dạng dao động riêng thứ nhất f_1 và tần số giới hạn f_L , trong đó f_L phụ thuộc vào vùng áp lực gió và vật liệu (xem bảng 2 của TCXD 229:1999). Ví dụ công trình BTCT thuộc vùng áp lực gió II thì $f_L = 1.3$ Hz; thuộc vùng gió III thì $f_L = 1.6$ Hz.

Trường hợp 1: khi $f_1 > f_L$, không cần xét đến số dạng dao động, giá trị tính toán thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên tầng thứ j của công trình được xác định như sau:

$$W_{pj} = W_{Tj} * \zeta_j * v \quad (2)$$

Trường hợp 2: khi $f_1 < f_L$, cần tính toán tải trọng cho n dạng dao động của công trình, số n xác định theo điều kiện $f_n < f_L < f_{n+1}$. Giá trị tính toán thành phần động của tải trọng Gió tác dụng lên tầng thứ j trong dạng dao động riêng thứ i được xác định như sau:

$$W_{pji} = \frac{M_j * \Phi_{ji} * (\sum W_{Tj} * \Phi_{ji} * \zeta_j)}{(\sum M_j * \Phi_{ji}^2)} * v * \xi_i \quad (3)$$

Trong các công thức số (2) và (3):

- M_j : khối lượng của tầng thứ j

- Φ_{ji} : chuyển vị tỉ đối của tầng thứ j trong dạng dao động riêng thứ i . Φ_{ji} được tính toán bằng phần mềm Etabs sau khi phân tích (Analysis), có thể tìm thấy thông tin về chuyển vị tỉ đối trong bảng **Building Modes** (menu **Display > Show Tables**).
- W_{Tj} : giá trị tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió tác dụng lên tầng thứ j
- ζ_j : hệ số áp lực động tại cao độ tầng thứ j , phụ thuộc cao độ và dạng địa hình (tra bảng 3 của TCXD 229:1999)
- v : hệ số tương quan không gian, phụ thuộc bề rộng đón gió và chiều cao của công trình (tra bảng 4 của TCXD 229:1999). Lưu ý rằng $v = 1$ đối với các dạng dao động bậc cao (dạng thứ 2, 3, v.v.).
- ξ_j : hệ số động lực ứng với dạng dao động thứ j , phụ thuộc tần số dao động và áp lực gió (xem mục 4.5 của TCXD 229:1999)

Khối lượng M_j được tính theo quy định tại mục 3.2.4 của TCXD 229:1999, khối lượng phải bao gồm tĩnh tải và một phần khối lượng tạm thời của người và đồ vật (hoạt tải), thông thường sử dụng (Tĩnh tải) + 0.5*(Hoạt tải), khối lượng tham gia dao động được thiết lập trong Etabs thông qua menu **Define > Mass source**.

Các công trình yêu cầu phải tính gió động ($H > 40m$) thường có $f_1 < f_L$, và nằm trong trường hợp thứ 2. Khi xác định được n dạng dao động cần tính toán, sẽ xác định được n tải trọng gió thành phần động. Trong Etabs, n tải trọng này sẽ được gán thành n trường hợp tải trọng gió động. Nội lực do tải trọng gió sẽ được tổ hợp theo nguyên tắc sau (xem mục 4.12 của TCXD 229:1999):

$$X = X^t + \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i^d)^2} \quad (4)$$

Trong đó: X^t là nội lực trong kết cấu do tải trọng gió thành phần tĩnh, X_i^d là nội lực trong kết cấu do thành phần động của tải trọng gió trong dạng dao động thứ i .

5. Ví dụ tính toán

Thực hiện ví dụ tính toán với các số liệu như sau:

- Công trình thuộc vùng gió II.B, dạng địa hình B ($W_0=95 \text{ kG/m}^2$)
- Số tầng: 32 tầng (bao gồm 1 tầng hầm và 31 tầng nổi)
- Chiều cao các tầng: tầng hầm 5.8m; tầng 1~4 cao 4.2m; tầng 5~31 cao 3.3m
- Tổng chiều cao công trình: $H = 111.7m$
- Cao độ của mặt đất so với móng (sàn tầng hầm): 4.3m
- Bề rộng đón gió của công trình: $B_{1\sim4} = 52m$; $B_{5\sim31} = 38.7m$
- Mặt bằng có hình dạng chữ nhật ($c = 1.4$)

- Khối lượng tham gia dao động (quy đổi tập trung trên các sàn): $m_{1\sim 4} = 167 \text{ t}$; $m_{5\sim \text{mái}} = 149 \text{ t}$
- Chu kỳ và chuyển vị tỉ đối trong các dạng dao động xem các bảng phía dưới

5.1. Tính toán thành phần tĩnh

Giá trị tính toán thành phần tĩnh của tải trọng Gió tác dụng lên các tầng được xác định theo công thức số (1), được trình bày trong Bảng 1

Trong bảng 1, các tầng cần được hiểu là sàn của các tầng, Sàn tầng 1 có cao độ so với mặt đất là $(5.8 - 4.3) = 1.5\text{m}$.

Bảng 1. Giá trị tính toán thành phần tĩnh của tải trọng Gió

Sàn tầng	h_j	B_j	z_j	k_j	W_{Tj}
	(m)	(m)	(m)		(T)
Mái	3.3	38.7	107.4	1.528	31.1
Tầng 31	3.3	38.7	104.1	1.520	31.0
Tầng 30	3.3	38.7	100.8	1.512	30.8
Tầng 29	3.3	38.7	97.5	1.503	30.6
Tầng 28	3.3	38.7	94.2	1.493	30.4
Tầng 27	3.3	38.7	90.9	1.483	30.2
Tầng 26	3.3	38.7	87.6	1.473	30.0
Tầng 25	3.3	38.7	84.3	1.463	29.8
Tầng 24	3.3	38.7	81.0	1.453	29.6
Tầng 23	3.3	38.7	77.7	1.442	29.4
Tầng 22	3.3	38.7	74.4	1.430	29.2
Tầng 21	3.3	38.7	71.1	1.419	28.9
Tầng 20	3.3	38.7	67.8	1.407	28.7
Tầng 19	3.3	38.7	64.5	1.396	28.4
Tầng 18	3.3	38.7	61.2	1.384	28.2
Tầng 17	3.3	38.7	57.9	1.372	28.0
Tầng 16	3.3	38.7	54.6	1.358	27.7
Tầng 15	3.3	38.7	51.3	1.345	27.4
Tầng 14	3.3	38.7	48.0	1.328	27.1
Tầng 13	3.3	38.7	44.7	1.308	26.7
Tầng 12	3.3	38.7	41.4	1.288	26.3
Tầng 11	3.3	38.7	38.1	1.269	25.9
Tầng 10	3.3	38.7	34.8	1.249	25.5
Tầng 9	3.3	38.7	31.5	1.229	25.1
Tầng 8	3.3	38.7	28.2	1.204	24.5
Tầng 7	3.3	38.7	24.9	1.174	23.9
Tầng 6	3.3	38.7	21.6	1.144	23.3
Tầng 5	4.2	52.0	18.3	1.113	38.8
Tầng 4	4.2	52.0	14.1	1.066	37.1
Tầng 3	4.2	52.0	9.9	0.998	34.8
Tầng 2	4.2	52.0	5.7	0.897	31.3
Tầng 1	1.5	52.0	1.5	0.800	10.0

Diễn giải một số tính toán trong bảng 1 như sau:

- Sàn tầng 8 có cao độ so với mặt đất là 28.2m, trong bảng 5 (TCVN 2737:1995) đối với vùng B có $k_{20m} = 1.13$ và $k_{30m} = 1.22$; bằng phép nội suy tuyến tính thu được $k_{28.2m} = 1.204$. Thành

phần tĩnh của tải trọng gió tác dụng lên sàn tầng 8 là: $W_{T8} = 1.2 \cdot 95 \cdot 1.204 \cdot 1.4 \cdot 38.7 \cdot 3.3 / 1000 = 24.5$ (T)

- Sàn tầng 24 có cao độ so với mặt đất là 81m, trong bảng 5 (TCVN 2737:1995) đối với vùng B có $k_{80m} = 1.45$ và $k_{100m} = 1.51$; bằng phép nội suy tuyến tính thu được $k_{81m} = 1.453$. Thành phần tĩnh của tải trọng gió tác dụng lên sàn tầng 8 là: $W_{T8} = 1.2 \cdot 95 \cdot 1.453 \cdot 1.4 \cdot 38.7 \cdot 3.3 / 1000 = 29.6$ (T)

Trong bảng 1, các tầng được thể hiện theo thứ tự từ trên xuống dưới để thuận tiện cho việc nhập số liệu vào trong Etabs.

5.2. Tính toán thành phần động

Giả thiết kết quả phân tích dao động trong phần mềm Etabs cho ra kết quả như bảng 2.

Bảng 2. Chu kỳ và tần số của các dạng dao động

Dạng	T (s)	f (Hz)
1	3.58	0.28
2	1.23	0.82
3	0.56	1.79
4	0.34	2.91
5	0.26	3.78

Theo Bảng 2 của TCXD 229:1999, công trình BTCT thuộc vùng áp lực gió II có $f_L = 1.3$ Hz; như vậy căn cứ vào bảng chu kỳ và tần số các dạng dao động trên có thể xác định cần tính toán thành phần động của tải trọng gió cho 2 dạng dao động (số 1 và số 2).

5.2.1. Tính toán thành phần động của tải trọng gió cho dạng dao động thứ 1

Dạng dao động thứ 1 có $T = 3.58$ s và $f = 0.28$ Hz, tính toán theo mục 4.5 của TCXD 229:1999 được $\varepsilon = 0.129$; $\xi = 2.094$.

Bề rộng đón gió trung bình của công trình $B_m = 40.8$ m, chiều cao đón gió của công trình $H = 107.4$ m, tra bảng 4 của TCXD 229:1999 được $v = 0.608$.

Giá trị tính toán thành phần động của tải trọng Gió tác dụng lên các tầng trong dạng dao động thứ 1 xác định theo công thức số (3), được trình bày trong Bảng 3

Diễn giải một số tính toán trong bảng 3 như sau:

- Sàn tầng 8 có cao độ so với mặt đất là 28.2m, trong bảng 3 (TCXD 229:1999) đối với vùng B có $\zeta_{20m} = 0.457$ và $\zeta_{40m} = 0.429$; bằng phép nội suy tuyến tính thu được $\zeta_{28.2m} = 0.446$. Thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên sàn tầng 8 là: $W_{p8} = (149.0 \cdot 0.265 \cdot 198.3 / 1698.0) \cdot 0.608 \cdot 2.094 = 5.9$ (T)

Bảng 3. Giá trị tính toán thành phần động của tải trọng gió, dạng dao động thứ 1

Sàn tầng	z_j	ζ_j	M_j	Φ_j	Φ_j^2	$M_j \cdot \Phi_j^2$	$W_{Tj} \cdot \Phi_j \cdot \zeta_j$	W_{pj}
	(m)		(t)			(t)	(T)	(T)
Mái	107.4	0.393	149.0	1.000	1.000	149.0	12.236	22.2
Tầng 31	104.1	0.394	149.0	0.974	0.949	141.4	11.885	21.6
Tầng 30	100.8	0.395	149.0	0.943	0.888	132.4	11.466	20.9
Tầng 29	97.5	0.396	149.0	0.914	0.836	124.5	11.086	20.3
Tầng 28	94.2	0.397	149.0	0.887	0.787	117.3	10.725	19.7
Tầng 27	90.9	0.399	149.0	0.859	0.738	110.0	10.352	19.0
Tầng 26	87.6	0.400	149.0	0.830	0.689	102.7	9.967	18.4
Tầng 25	84.3	0.401	149.0	0.800	0.640	95.3	9.569	17.7
Tầng 24	81.0	0.403	149.0	0.768	0.590	87.9	9.159	17.0
Tầng 23	77.7	0.405	149.0	0.735	0.541	80.6	8.763	16.3
Tầng 22	74.4	0.409	149.0	0.702	0.492	73.4	8.366	15.6
Tầng 21	71.1	0.412	149.0	0.667	0.445	66.3	7.957	14.8
Tầng 20	67.8	0.416	149.0	0.632	0.400	59.6	7.541	14.0
Tầng 19	64.5	0.419	149.0	0.597	0.356	53.1	7.119	13.2
Tầng 18	61.2	0.423	149.0	0.561	0.315	47.0	6.695	12.4
Tầng 17	57.9	0.425	149.0	0.526	0.277	41.2	6.244	11.7
Tầng 16	54.6	0.425	149.0	0.492	0.242	36.0	5.789	10.9
Tầng 15	51.3	0.426	149.0	0.458	0.210	31.3	5.353	10.2
Tầng 14	48.0	0.427	149.0	0.426	0.182	27.1	4.929	9.5
Tầng 13	44.7	0.428	149.0	0.398	0.158	23.5	4.535	8.8
Tầng 12	41.4	0.429	149.0	0.372	0.138	20.6	4.189	8.2
Tầng 11	38.1	0.432	149.0	0.352	0.124	18.5	3.931	7.8
Tầng 10	34.8	0.436	149.0	0.332	0.110	16.4	3.683	7.3
Tầng 9	31.5	0.441	149.0	0.299	0.089	13.3	3.297	6.6
Tầng 8	28.2	0.446	149.0	0.265	0.070	10.5	2.901	5.9
Tầng 7	24.9	0.450	149.0	0.230	0.053	7.9	2.478	5.1
Tầng 6	21.6	0.455	149.0	0.186	0.035	5.2	1.973	4.1
Tầng 5	18.3	0.462	167.0	0.144	0.021	3.5	2.585	3.6
Tầng 4	14.1	0.474	167.0	0.104	0.011	1.8	1.826	2.6
Tầng 3	9.9	0.487	167.0	0.066	0.004	0.7	1.125	1.7
Tầng 2	5.7	0.513	167.0	0.035	0.001	0.2	0.562	0.9
Tầng 1	1.5	0.517	167.0	0.010	0.000	0.0	0.050	0.2
Σ						1698.0	198.3	

5.2.2. Tính toán thành phần động của tải trọng gió cho dạng dao động thứ 2

Dạng dao động thứ 2 có $T = 1.23$ s và $f = 0.82$ Hz, tính toán theo mục 4.5 của TCXD 229:1999 được $\varepsilon = 0.044$; $\xi = 1.498$.

Đối với dạng dao động bậc cao, $v = 1$.

Giá trị tính toán thành phần động của tải trọng gió trong dạng dao động thứ 2 được trình bày trong Bảng 4

Diễn giải một số tính toán trong bảng 4 như sau:

- Sàn tầng 8 có cao độ so với mặt đất là 28.2m, trong bảng 3 (TCXD 229:1999) đối với vùng B có $\zeta_{20m} = 0.457$ và $\zeta_{40m} = 0.429$; bằng phép nội suy tuyến tính thu được $\zeta_{28.2m} = 0.446$. Thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên sàn tầng 8 là: $W_{p8} = (149.0 \cdot 0.628 \cdot 63.7 / 1387.4) \cdot 1 \cdot 1.498 = 6.4$ (T)

Bảng 4. Giá trị tính toán thành phần động của tải trọng gió, dạng dao động thứ 2

Sàn tầng	z_j (m)	ζ_j	M_j (t)	Φ_j	Φ_j^2	$M_j \cdot \Phi_j^2$ (t)	$W_{Tj} \cdot \Phi_j \cdot \zeta_j$ (T)	W_{pj} (T)
Mái	107.4	0.393	149.0	1.000	1.000	149.0	12.236	-10.2
Tầng 31	104.1	0.394	149.0	0.879	0.772	115.0	10.721	-9.0
Tầng 30	100.8	0.395	149.0	0.754	0.568	84.7	9.173	-7.7
Tầng 29	97.5	0.396	149.0	0.642	0.412	61.4	7.786	-6.6
Tầng 28	94.2	0.397	149.0	0.537	0.288	42.9	6.489	-5.5
Tầng 27	90.9	0.399	149.0	0.429	0.184	27.4	5.167	-4.4
Tầng 26	87.6	0.400	149.0	0.319	0.102	15.2	3.829	-3.3
Tầng 25	84.3	0.401	149.0	0.208	0.043	6.4	2.486	-2.1
Tầng 24	81.0	0.403	149.0	0.097	0.009	1.4	1.153	-1.0
Tầng 23	77.7	0.405	149.0	-0.013	0.000	0.0	-0.152	0.1
Tầng 22	74.4	0.409	149.0	-0.119	0.014	2.1	-1.419	1.2
Tầng 21	71.1	0.412	149.0	-0.221	0.049	7.2	-2.629	2.3
Tầng 20	67.8	0.416	149.0	-0.316	0.100	14.8	-3.763	3.2
Tầng 19	64.5	0.419	149.0	-0.403	0.163	24.2	-4.808	4.1
Tầng 18	61.2	0.423	149.0	-0.482	0.232	34.6	-5.749	4.9
Tầng 17	57.9	0.425	149.0	-0.551	0.304	45.3	-6.542	5.6
Tầng 16	54.6	0.425	149.0	-0.610	0.372	55.4	-7.179	6.2
Tầng 15	51.3	0.426	149.0	-0.656	0.431	64.2	-7.671	6.7
Tầng 14	48.0	0.427	149.0	-0.692	0.478	71.3	-7.993	7.1
Tầng 13	44.7	0.428	149.0	-0.715	0.511	76.1	-8.151	7.3
Tầng 12	41.4	0.429	149.0	-0.726	0.527	78.5	-8.169	7.4
Tầng 11	38.1	0.432	149.0	-0.726	0.527	78.5	-8.101	7.4
Tầng 10	34.8	0.436	149.0	-0.715	0.511	76.1	-7.935	7.3
Tầng 9	31.5	0.441	149.0	-0.677	0.459	68.4	-7.483	6.9
Tầng 8	28.2	0.446	149.0	-0.628	0.395	58.8	-6.870	6.4
Tầng 7	24.9	0.450	149.0	-0.567	0.321	47.9	-6.106	5.8
Tầng 6	21.6	0.455	149.0	-0.479	0.230	34.2	-5.085	4.9
Tầng 5	18.3	0.462	167.0	-0.385	0.148	24.8	-6.900	4.4
Tầng 4	14.1	0.474	167.0	-0.286	0.082	13.6	-5.031	3.3
Tầng 3	9.9	0.487	167.0	-0.189	0.036	5.9	-3.193	2.2
Tầng 2	5.7	0.513	167.0	-0.103	0.011	1.8	-1.645	1.2
Tầng 1	1.5	0.517	167.0	-0.030	0.001	0.1	-0.153	0.3
Σ						1387.4	-63.7	

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **TCVN 2737:1995.** Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế.
2. **TCXD 229:1999.** Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995.
3. **Hồ Việt Hùng.** Tính toán tải trọng Gió cho công trình có mặt bằng hình tròn.
<http://www.thuvien.ketcausoft.com/pages/P13081101-tinh-toan-tai-trong-gio-cho-cong-trinh-co-mat-bang-hinh-tron.php>
4. **KetcauSoft.** Tâm cứng, tâm khối lượng, tâm hình học.
<http://www.thuvien.ketcausoft.com/pages/P12111401-tam-cung-tam-khoi-luong-tam-hinh-hoc.php>
5. **KetcauSoft.** Hướng dẫn sử dụng Etabs Online. <http://www.ketcausoft.com/pages/learning-etabs-khai-bao-tai-trong>
6. **KetcauSoft.** File Excel chứa các hàm nội suy để tính toán tải trọng Gió.
<http://www.ketcausoft.com/chip/documents-download-detail?mid=3>