

VẬN DỤNG EN 1991-1-4 ĐỂ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ LÊN CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG Ở VIỆT NAM

ThS. **NGUYỄN MẠNH CƯỜNG**
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Ngày nay, với xu hướng hội nhập Quốc tế, hệ thống tiêu chuẩn châu Âu đã được ứng dụng rộng rãi không chỉ trong phạm vi các nước thành viên Ủy ban cộng đồng châu Âu mà còn được chấp nhận ở nhiều quốc gia trên thế giới bao gồm cả Việt Nam. Đặc biệt năm 2006, Bộ Xây dựng đã cho ban hành tiêu chuẩn TCXDVN 375:2006 “Thiết kế công trình chịu động đất” được biên soạn dựa trên cơ sở chấp nhận EN 1998 có bổ sung thay thế các phần mang tính đặc thù của Việt Nam. Do đó, để đảm bảo tính đồng bộ khi thiết kế kết cấu công trình có kể đến tải trọng động đất tính theo tiêu chuẩn TCXDVN 375:2006, tải trọng tác động do gió vào công trình cũng nên tính toán theo tiêu chuẩn tương ứng là EN 1991-1-4. Bài báo này trình bày quy trình tính toán và các điểm chính cần lưu ý khi áp dụng tiêu chuẩn EN 1991-1-4 để tính toán tải trọng gió lên công trình xây dựng ở Việt Nam.

Từ khóa: Tải trọng gió, vận tốc gió, hệ số áp lực gió, dạng địa hình, thành phần tĩnh, thành phần động, EN:1991-1-4.

1. Mở đầu

EN 1991-1-4 là một phần trong hệ thống các tiêu chuẩn chung được Ủy ban cộng đồng châu Âu ban hành nhằm mục đích sử dụng như là một tài liệu chung để tính toán thay thế cho các tiêu chuẩn riêng của từng quốc gia thành viên. Nội dung của EN 1991-1-4 là chỉ dẫn tính toán tải trọng tác động do gió vào kết cấu công trình.

Điểm đặc thù của các tiêu chuẩn nằm trong hệ thống tiêu chuẩn chung châu Âu EN đó là được xây dựng trên nguyên tắc đưa ra các giả thiết, những chỉ dẫn tính toán chung kèm theo các quy định kỹ thuật chặt chẽ. Trên cơ sở đó khi áp dụng, mỗi nước phải có những nghiên cứu phù hợp với những điều kiện thực tế riêng của mình (Anh có BS EN, Pháp có NF EN,...). Để áp dụng EN 1991-1-4 vào Việt Nam cũng phải dựa trên nguyên tắc đó. Hiện nay, chúng ta chưa có điều kiện triển khai các nghiên cứu cơ bản về tác động của gió, nhất là các nghiên cứu thực nghiệm để xác định quy luật thay đổi hệ số độ cao, hệ số thay đổi xung áp lực động, ứng với các dạng địa hình. Vì vậy, khi áp dụng EN 1991-1-4 vào Việt Nam chúng ta sẽ tuân thủ phương pháp tính toán trong tiêu chuẩn gốc và thực hiện xử lý các số liệu đầu vào ứng với các điều kiện của Việt Nam cho phù hợp.

2. Tính toán tải trọng tác động do gió theo EN 1991-1-4

2.1 Vận tốc và áp lực gió

a) Phân chia dạng địa hình

EN 1991-1-4 phân chia địa hình ra làm 05 dạng và được ký hiệu từ 0 đến IV. Định nghĩa chi tiết cho từng loại địa hình và các thông số đặc trưng (chiều dài nhám z_0 , chiều cao nhỏ nhất z_{min}) như trong bảng 1. Dạng địa hình chuẩn được quy ước là dạng địa hình II (ứng với độ nhám $z_0 = 0.05m$).

Bảng 1. Loại địa hình và các thông số địa hình (Nguồn bảng 4.1[12])

Dạng địa hình	z_0 , m	z_{min} , m
0 - Ở biển hoặc khu vực giáp ranh với biển	0.003	1
I - Ở hồ hoặc khu vực nằm ngang với thảm thực vật chịu che chắn là không đáng kể	0.01	1
II - Khu vực với thảm thực vật thấp như: cỏ và bụi cỏ lập (Cây, các tòa nhà) với sự cách ly ít nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật	0.05	2
III - Khu vực được bao bọc bởi các thảm thực vật hoặc công trình với khoảng cách ly lớn nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật, như làng mạc, vùng ngoại ô	0.3	5
IV - Khu vực trong đó ít nhất 15% bề mặt của công trình được bao phủ và che chắn bởi các công trình với độ cao trung bình trên 15m	1.0	10

Tiêu chuẩn TCVN 2737 : 1995 [3] phân chia địa hình thành 03 dạng ký hiệu là A, B và C. Dạng địa hình

chuẩn được quy ước là dạng địa hình B (Địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m – vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa hoặc rừng non, vùng trồng cây thưa,...). Như vậy giữa tiêu chuẩn TCVN 2737 : 1995 và EN 1991-1-4 có sự khác nhau về phân chia dạng địa hình, EN 1991-1-4 phân chia địa hình ra làm nhiều dạng hơn.

Xem xét quá trình phát triển của tiêu chuẩn tải trọng và tác động của Việt Nam, phiên bản TCVN 2737:1990[2] tuy được biên soạn dựa trên phương pháp tính toán như tiêu chuẩn SNIIP II-6-74[16] của Nga (sử dụng vận tốc gió trung bình trong 2 phút) nhưng có sự thay đổi về cách phân loại dạng địa hình. Phân loại dạng địa hình được dựa theo tiêu chuẩn Úc AS 1170.2-1983[8] theo đó phân thành 3 dạng: A, B, C trong đó B là dạng địa hình chuẩn. Đến phiên bản TCVN 2737:1995[3], cách phân loại dạng địa hình này vẫn được giữ lại, tuy nhiên phương pháp tính lại được điều chỉnh theo tiêu chuẩn Nga SNIIP 2.01.07.85. Qua phân tích trên, ta có thể thấy cách phân loại dạng địa hình của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995 là dựa trên cách phân dạng địa hình của tiêu chuẩn Úc AS 1170.2-1983[8], dạng địa hình B của tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng với dạng địa hình 2 của tiêu chuẩn Úc.

Phân tích sâu về cách phân loại dạng địa hình của tiêu chuẩn Úc, tài liệu [14] chỉ ra cơ sở phân chia dạng địa hình trong tiêu chuẩn Úc AS 1170.2-1989[9] ứng theo các giá trị chiều dài nhám như bảng sau:

Bảng 2. Chiều dài nhám tương ứng với một số dạng địa hình [14]

Dạng địa hình	z_0, m
Dạng địa hình 1: Địa hình rất phẳng (tuyết, sa mạc)	0.001 ~ 0.005
Dạng địa hình 2: Địa hình mở (đồng cỏ, ít cây)	0.01 ~ 0.05
Dạng địa hình 3: Địa hình ngoại ô (nhà cao 3 ~ 5 m)	0.1 ~ 0.5
Dạng địa hình 4: Địa hình đô thị (nhà cao 10 ~ 30 m)	1~5

Các số liệu ở bảng 1 và 2 cho thấy dạng địa hình II của tiêu chuẩn EN có chiều dài nhám phù hợp với chiều dài nhám dạng địa hình 2 của tiêu chuẩn Úc (bảng giới hạn cận trên). Thêm một cơ sở khác để khẳng định điều này đó là mục 4.12 TCXD 229 :1999[4] đã chỉ rõ độ nhám của dạng địa hình B là $z_0 = 0.05m$ (trùng khớp với giá trị độ nhám dạng địa hình II trong bảng 1). Như vậy, qua các phân tích và so sánh ở trên, chúng ta có cơ sở để xem dạng địa hình B theo tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng với dạng địa hình II theo tiêu chuẩn EN.

b) Vận tốc gió cơ bản [1][3][12]

Giá trị vận tốc gió cơ bản trong tiêu chuẩn EN được xác định thông qua giá trị vận tốc độ gió tiêu chuẩn tham chiếu $v_{b,0}$, là giá trị vận tốc gió đo được trung bình trong 10 phút không phân biệt hướng gió và thời gian của năm với xác suất vượt một lần trong 50 năm ở độ cao 10m kể từ mặt đất ở khu vực có dạng địa hình II. Giá trị vận tốc gió cơ bản được xác định theo công thức (1).

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} \quad (1)$$

Trong đó:

v_b - giá trị vận tốc gió cơ bản được định nghĩa là đại lượng phụ thuộc vào hướng gió và thời điểm trong năm;

C_{dir} - hệ số kể đến ảnh hưởng của hướng, xem ghi chú 1;

C_{season} - hệ số kể đến yếu tố theo mùa, xem ghi chú 2;

$v_{b,0}$ - giá trị vận tốc gió cơ bản theo phụ lục quốc gia.

Ghi chú 1: giá trị của các yếu tố hướng, C_{dir} , cho các hướng gió khác nhau có thể tìm thấy trong các phụ lục quốc gia, trong trường hợp không có lấy giá trị bằng 1.

Ghi chú 2: giá trị của các yếu tố hướng, C_{season} , cho các hướng gió khác nhau có thể tìm thấy trong các phụ

lực quốc gia, trong trường hợp không có lấy giá trị bằng 1.

Theo Quy chuẩn QCVN 02:2009/BXD [1], ta có áp lực gió tiêu chuẩn ở độ cao 10m, ứng với vận tốc gió được lấy trung bình trong 3 giây, bị vượt 1 lần trong 20 năm, ở dạng địa hình B ($W_{(20y,3",B)}$) như trong bảng 3.

Bảng 3. Áp lực gió tiêu chuẩn ($W_{(20y,3",B)}$) ứng với các vùng áp lực gió

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
$W_{(20y,3",B)}$ (daN/m ²)	55	65	83	95	110	125	155	185

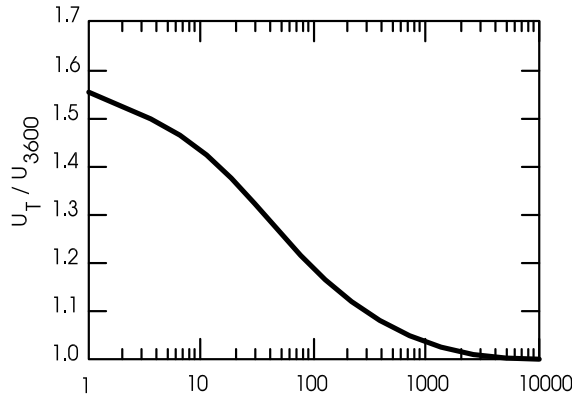
Từ các số liệu trong bảng 3 ta xác định được vận tốc gió tiêu chuẩn ở độ cao 10m, ứng với vận tốc gió được lấy trung bình trong 3 giây, bị vượt 1 lần trong 20 năm, ở dạng địa hình B ($v_{(20y,3",B)}$) như trong bảng 4 (tính ngược từ công thức $W_0=0.0613v_0^2$).

Bảng 4. Vận tốc gió tiêu chuẩn $v_{(20y,3",B)}$ ứng với các vùng áp lực gió

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
$v_{(20y,3",B)}$ (m/s)	29.95	32.56	36.80	39.37	42.36	45.16	50.28	54.94

Như vậy để tính toán tải trọng gió theo EN ta phải chuyển đổi số liệu đầu vào vận tốc gió từ $v_{(20y,3",B)}$ sang $v_{(50y,10',II)}$ - Vận tốc gió ở độ cao 10m, ứng với vận tốc gió được lấy trung bình trong 10 phút, bị vượt 1 lần trong 50 năm, ở dạng địa hình II (v_b).

Quy đổi vận tốc gió trung bình trong 3 giây sang vận tốc gió trung bình trong 10 phút được tra theo đồ thị hình 1.



Hình 1. Đồ thị liên hệ vận tốc trung bình trong các khoảng thời gian (Nguồn hình 2.3.10 [13])

$$\frac{v_{600}}{v_3} = \frac{1.065}{1.525} = 0.698 \quad (2)$$

Quy đổi vận tốc gió với chu kỳ lặp 20 năm sang vận tốc gió với chu kỳ lặp trong 50 năm được xác định theo công thức (3) – Theo (4.2)[12].

$$v_{50y} = \sqrt{1.2} v_{20y} \quad (3)$$

Theo phân tích trong phần a) mục 2.1, dạng địa hình B của TCVN tương ứng với dạng địa hình II của tiêu chuẩn EN do đó vận tốc gió tính trung bình trong thời gian 10 phút với chu kỳ lặp 50 năm ứng với dạng địa hình II được liên hệ với vận tốc gió trung bình trong 3 giây với chu kỳ lặp 20 năm ứng với dạng địa hình B theo biểu thức (4).

$$v_b = v_{(50y, 10', II)} = 0.698 * \sqrt{1.2} * v_{(20y,3",B)} \quad (4)$$

Giá trị vận tốc cơ bản v_b tương ứng với các vùng áp lực gió trên lãnh thổ Việt Nam được tổng hợp lại trong bảng

Bảng 5. Vận tốc gió cơ bản v_b ứng với các vùng áp lực gió

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
Vận tốc v_b (m/s)	22.90	24.90	28.14	30.10	32.39	34.53	38.45	42.01

c) *Vận tốc gió hiệu dụng theo độ cao [12]*

Vận tốc gió hiệu dụng $v_m(z)$ ở độ cao z trên một địa hình phụ thuộc vào độ nhám (gồ ghề) địa hình và vận tốc gió cơ bản (v_b) được xác định theo biểu thức (5).

$$v_m(z) = C_r(z) * C_0(z) * v_b \quad (5)$$

Trong đó:

$C_r(z)$ - hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình, xác định theo mục c;

$C_0(z)$ - hệ số orography, lấy bằng 1.0 ngoại trừ trường hợp có các ghi chú khác.

d) *Hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình [12]*

Hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình, $C_r(z)$, là hệ số đặc trưng cho sự thay đổi của vận tốc hiệu dụng gió trên bề mặt kết cấu do:

- Độ cao trên mặt đất;
- Độ nhám mặt đất phía trước hướng gió theo phương gió được xem xét.

Giá trị $C_r(z)$ ở độ cao z được cho bởi biểu thức sau trên cơ sở của một hàm số logarit:

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ với trường hợp } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (6)$$

$$C_r(z) = C_r(z_{\min}) \text{ với trường hợp } z \leq z_{\min} \quad (7)$$

Trong đó:

z_0 - chiều dài nhám, lấy theo bảng 1;

k_r - yếu tố địa hình phụ thuộc vào chiều dài nhám z_0 , được xác định theo biểu thức (8).

$$k_r = 0.19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} \quad (8)$$

Trong đó:

$z_{0,II} = 0.05\text{m}$;

z_{\max} - giá trị chiều cao lớn nhất, được lấy giá trị là 200m, ngoại trừ có ghi chú khác;

z_{\min} - giá trị chiều cao nhỏ nhất được lấy theo bảng 1.

Với các công trình nhà cao tầng có $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$, hệ số giá trị $C_r(z)$ được tổng hợp như trong bảng 6.

Bảng 6. Giá trị $C_r(z)$ theo chiều cao và các dạng địa hình

Dạng địa hình \ Độ cao z(m)	0	I	II	III	IV
3	1.08	0.97	0.78	0.61	0.54
5	1.16	1.05	0.87	0.61	0.54
10	1.27	1.17	1.01	0.76	0.54
15	1.33	1.24	1.08	0.84	0.63
20	1.37	1.29	1.14	0.90	0.70
30	1.44	1.36	1.22	0.99	0.80
40	1.48	1.41	1.27	1.05	0.86
50	1.52	1.45	1.31	1.10	0.92
60	1.55	1.48	1.35	1.14	0.96
80	1.59	1.53	1.40	1.20	1.03
100	1.63	1.56	1.44	1.25	1.08
120	1.65	1.59	1.48	1.29	1.12
150	1.69	1.63	1.52	1.34	1.17
180	1.72	1.66	1.56	1.38	1.22
200	1.73	1.68	1.58	1.40	1.24

e) *Hệ số thay đổi áp lực gió theo độ cao [12]*

Áp lực gió theo độ cao $q_p(z)$ ở độ cao z được xác định theo công thức:

$$q_p(z) = [1+7*I_v(z)]/2 * \rho * v_m^2(z) = C_e(z) * q_p \quad (9)$$

Trong đó:

ρ - tỷ trọng khí quyển, $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$;

q_p - giá trị áp lực gió tiêu chuẩn được xác định theo công thức:

$$q_p = 1/2 * \rho * v_b^2 \quad (10)$$

$C_e(z)$ - hệ số mở rộng được xác định theo công thức:

$$C_e(z) = C_r^2(z) * [(1 + 7 * I_v(z))] \quad (11)$$

$I_v(z)$ - một hàm đặc trưng rối được định nghĩa bằng biểu thức sau:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{k_i}{\ln(z/z_0)} \quad \text{với trường hợp } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (12)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{với trường hợp } z \leq z_{\min} \quad (13)$$

(k_i : lấy giá trị bằng 1)

Với các công trình nhà cao tầng có $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$, $C_e(z)$ được tổng hợp trong bảng 7.

Bảng 7. Giá trị $C_e(z)$ theo chiều cao và các dạng địa hình

Dạng địa hình Độ cao Z(m)	0	I	II	III	IV
3	2.34	2.09	1.64	1.28	1.18
5	2.60	2.37	1.93	1.28	1.18
10	2.98	2.77	2.35	1.71	1.18
15	3.22	3.02	2.62	1.98	1.44
20	3.39	3.20	2.81	2.18	1.64
30	3.64	3.46	3.09	2.48	1.94
40	3.82	3.66	3.30	2.70	2.17
50	3.96	3.81	3.47	2.88	2.34
60	4.08	3.94	3.61	3.02	2.49
80	4.27	4.14	3.83	3.26	2.74
100	4.42	4.30	4.01	3.45	2.93
120	4.54	4.44	4.15	3.61	3.10
150	4.69	4.60	4.34	3.81	3.30
180	4.82	4.74	4.49	3.98	3.48
200	4.90	4.82	4.58	4.07	3.58

Giá trị áp lực gió tiêu chuẩn tương ứng với các vùng áp lực gió trên lãnh thổ Việt Nam được cho trong bảng 8.

Bảng 8. Áp lực gió tiêu chuẩn (q_p) theo các vùng áp lực gió lãnh thổ Việt Nam

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
q_p (daN/m ²)	32.78	38.75	49.48	56.63	65.57	74.51	92.39	110.28

2.2 Tác động của gió

a) *Áp lực gió lên bề mặt công trình [12]*

Áp lực gió tác dụng vào bề mặt bên ngoài công trình, W_e , được xác định theo biểu thức (14).

$$W_e = q_p(z_e) * C_{pe} \quad (14)$$

Trong đó:

$q_p(z_e)$ - giá trị áp lực gió theo độ cao;

C_{pe} - hệ số áp lực gió cho các mặt bên ngoài, chỉ dẫn trong chương 7[12];

z_e - chiều cao tham chiếu cho áp lực bên ngoài, phụ thuộc vào hình dạng và kích thước công trình.

Áp lực gió tác dụng vào bề mặt bên trong công trình, W_i , được xác định theo biểu thức (15)

$$W_i = q_p(z_i) * C_{pi} \quad (15)$$

Trong đó:

$q_p(z_i)$ - giá trị áp lực gió theo độ cao;

C_{pi} - hệ số áp lực gió cho các mặt bên trong, chỉ dẫn trong chương 7[12];

z_i - chiều cao tham chiếu cho áp lực bên trong.

b) Tải trọng gió [12]

- Tải trọng gió tác dụng lên toàn bộ bề mặt kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu được xác định theo:

+ Tính toán lực bằng cách sử dụng các hệ số lực, xem (2);

+ Tính toán lực bằng từ các giá trị áp lực, xem (3).

- Tải trọng gió tác dụng vào kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu khi sử dụng các hệ số lực được xác định theo công thức (16).

$$F_w = C_s C_d * C_f * q_p(z_e) * A_{ref} \quad (16)$$

Hoặc trên cơ sở tổng hợp các lực thành phần theo công thức (17).

$$F_w = C_s C_d * \sum_{element} C_{f_i} * q_p(z_e) * A_{ref} \quad (17)$$

Trong đó:

$C_s C_d$ - hệ số phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu, xem mục 2.3;

C_f - hệ số áp lực cho toàn bộ kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu, giá trị cho các dạng công trình xem chương 7,8[12];

A_{ref} - diện tích tham chiếu của kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu.

- Tải trọng gió, F_w , tác động lên kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu có thể được xác định bằng cách tổng hợp các lực thành phần $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ và F_{fr} tính từ áp lực bên ngoài và bên trong bằng cách sử dụng biểu thức (18), (19) và các lực ma sát do ma sát của dòng gió thổi song song với các bề mặt bên ngoài, được tính bằng cách sử dụng biểu thức (20).

$$+ \text{Lực bên ngoài: } F_{w,e} = C_s C_d * \sum_{surfaces} W_e * A_{ref} \quad (18)$$

$$+ \text{Lực bên trong: } F_{w,i} = C_s C_d * \sum_{surfaces} W_i * A_{ref} \quad (19)$$

$$+ \text{Lực ma sát: } F_{fr} = C_{fr} * q_p(z_e) * A_{fr} \quad (20)$$

Trong đó:

$C_s C_d$ - hệ số phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu, xem mục 2.3;

W_e - áp lực bên ngoài lên bề mặt kết cấu ở độ cao z_e ;

W_i - áp lực bên trong lên bề mặt kết cấu ở độ cao z_e ;

A_{ref} - diện tích tham chiếu của kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu;

C_{fr} - hệ số ma sát, quy định trong mục 7.5[12];

A_{fr} - diện tích bề mặt ngoài song song với hướng gió.

- Các hiệu ứng của lực ma sát do gió lên bề mặt có thể không cần xét tới khi tổng diện tích bề mặt của tất cả các mặt song song với hướng gió nhỏ hơn hoặc bằng 1/4 lần tổng diện tích của tất cả các bề mặt bên ngoài vuông góc với hướng gió (bề mặt chắn gió).

2.3 Hệ số $C_s C_d$

a) Khái niệm chung

Các hệ số kết cấu $C_s C_d$ được đưa vào để tính toán tác động của tải trọng gió có kể đến ảnh hưởng của thành phần động do sự chuyển động của kết cấu.

Như vậy, ta thấy giữa TCVN và EN có quan điểm khác nhau về thành phần động của tải trọng gió. TCVN tách biệt tác động của gió thành hai thành phần riêng biệt tĩnh và động trong khi EN gộp chung hai thành phần này bằng cách nhân vào thành phần gió tĩnh một hệ số kết cấu $C_s C_d$.

Trong EN 1991-1-4 có quy định một số trường hợp có thể xác định nhanh giá trị $C_s C_d$ (theo mục 6.2[12] hoặc tra đồ thị phụ lục D[12]). Các trường hợp khác được xác định bằng tính toán.

b) Trình tự tính toán [12]

* Trình tự chi tiết để tính toán các yếu tố cấu trúc $C_s C_d$ được đưa ra trong biểu thức (24). Công thức này có thể sử dụng nếu các điều kiện được đưa ra trong (2) thỏa mãn.

$$C_s C_d = \frac{1 + 2 * k_p * I_v(z_e) * \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 * I_v(z_e)} \quad (24)$$

Trong đó:

z_e - chiều cao tham chiếu, xem hình 3. Với các dạng công trình không có trong hình, giá trị có thể lấy bằng chiều cao của công trình;

k_p - hệ số đỉnh được định nghĩa là tỷ lệ lớn nhất của phần dao động đáp ứng độ lệch chuẩn;

I_v - giá trị độ bất ổn định, xác định theo công thức (12), (13);

B^2 - hệ số xét đến điều kiện địa hình;

R^2 - hệ số xét đến yếu tố phản ứng động (yếu tố cộng hưởng).

Ghi chú 1: Yếu tố kích thước C_s được đưa vào để giảm tác động gió vào công trình do sự xuất hiện không đồng thời của áp lực gió cao đỉnh điểm trên bề mặt và có thể thu được từ biểu thức (25).

$$C_s = \frac{1 + 7 * I_v(z_e) * \sqrt{B^2}}{1 + 7 * I_v(z_e)} \quad (25)$$

Ghi chú 2: Yếu tố mạch động C_d được đưa vào để tăng tác động gió vào công trình do tính tác động ngày càng tăng từ các rung động do sự ảnh hưởng rối trong cộng hưởng với cấu trúc và có thể thu được từ biểu thức (26).

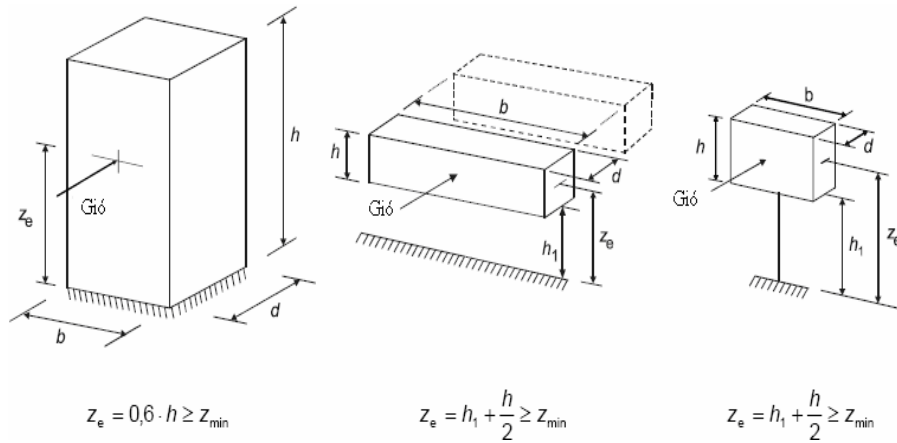
$$C_d = \frac{1 + 2 * k_p * I_v(z_e) * \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 * I_v(z_e) * \sqrt{B^2}} \quad (26)$$

Ghi chú 3: Trình tự để xác định k_p , B và R có thể được đưa ra trong phụ lục quốc gia. Trình tự tính toán thông thường được đưa ra trong phần c dưới đây.

Công thức (24) chỉ được áp dụng nếu thỏa mãn các yêu cầu dưới đây:

- Kết cấu ứng với một trong các dạng liên kết thể hiện trong hình 2;

Chỉ có các dao động cơ bản đầu tiên theo phương gió là quan trọng.



Hình 2. Các hình dạng cấu trúc thuộc phạm vi áp dụng công thức (24)

c) Hệ số B^2 , R^2 , k_p [12]

* Hệ số địa hình B^2

Hệ số địa hình B^2 được xác định theo công thức (27).

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 * \left(\frac{b+h}{L(z_e)} \right)^{0.63}} \quad (27)$$

Trong đó:

b, h – chiều rộng và chiều cao của kết cấu;

$L(z_e)$ - tỷ lệ chiều dài độ rối ở độ cao tham chiếu z_e , được xác định theo biểu thức (28) và (29). Trong trường hợp tính thiên về an toàn có thể lấy $B^2=1$.

$$L(z_e) = L_t * \left(\frac{z_e}{z_t} \right)^\alpha \quad \text{với } z_e \geq z_{\min} \quad (28)$$

$$L(z_e) = L(z_{\min}) \quad \text{với } z_e < z_{\min} \quad (29)$$

Trong đó:

$$L_t = 200\text{m};$$

$$z_t = 300\text{m};$$

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \ln(z_0) \quad (30)$$

* Hệ số phản ứng động R^2

Hệ số phản ứng động R^2 được sử dụng để kể đến sự bất ổn trong cộng hưởng với sự xem xét các ảnh hưởng động, giá trị được xác định theo công thức (31).

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} * S_L(z_e, n_{1,x}) * R_h(\eta_h) * R_b(\eta_b) \quad (31)$$

Trong đó:

S_L - là hàm mật độ phổ được định nghĩa theo công thức (32a).

$$S_L(Z, n) = \frac{6.8 f_L(Z, n)}{(1 + 10.2 f_L(Z, n))^{5/3}} \quad (32a)$$

δ - hệ số giảm loga của dao động, giá trị của δ được xác định theo công thức (32b).

$$\delta = \delta_s + \delta_a \quad (32b)$$

Trong đó:

δ_s - hệ số kết cấu (δ_s lấy giá trị bằng 0.05 với kết cấu bằng thép, lấy bằng 0.1 với kết cấu bê tông cốt thép, lấy bằng 0.08 với kết cấu liên hợp bê tông cốt thép, lấy giá trị bằng 0.03 với kết cấu tháp bê tông cốt thép và trụ tròn);

δ_a - hệ số khí quyển được xác định theo công thức (32c).

$$\delta_a = \frac{C_f * \rho * v_m(z_e)}{2 * n_1 * \mu_e} \quad (32c)$$

Trong đó:

C_f - hệ số lực;

ρ - tỷ trọng khí quyển, $\rho = 1.25 \text{ daN/m}^3$;

$v_m(z_e)$ - vận tốc gió ở độ cao tham chiếu z_e ;

μ_e - khối lượng tương đương trên một đơn vị diện tích.

R_h, R_b là hàm khí động được xác định theo công thức (33) và (34):

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} (1 - e^{-2\eta_h}); R_h = 1.00 \text{ với trường hợp } \eta_h = 0 \quad (33)$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} (1 - e^{-2\eta_b}); R_b = 1.00 \text{ với trường hợp } \eta_b = 0 \quad (34)$$

$$\text{Trong đó: } \eta_h = \frac{4.6h}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x}) \quad (35)$$

$$\eta_b = \frac{4.6b}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x}) \quad (36)$$

$$f_L(z_e, n_{1,x}) = \frac{n_{1,x} * L(z_e)}{v_m(z_e)} \quad (37)$$

* Hệ số k_p

Hệ số đỉnh k_p được xác định theo công thức (38).

$$k_p = \sqrt{2 \ln(600v)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \ln(600v)}} \text{ và } k_p \geq 3 \quad (38)$$

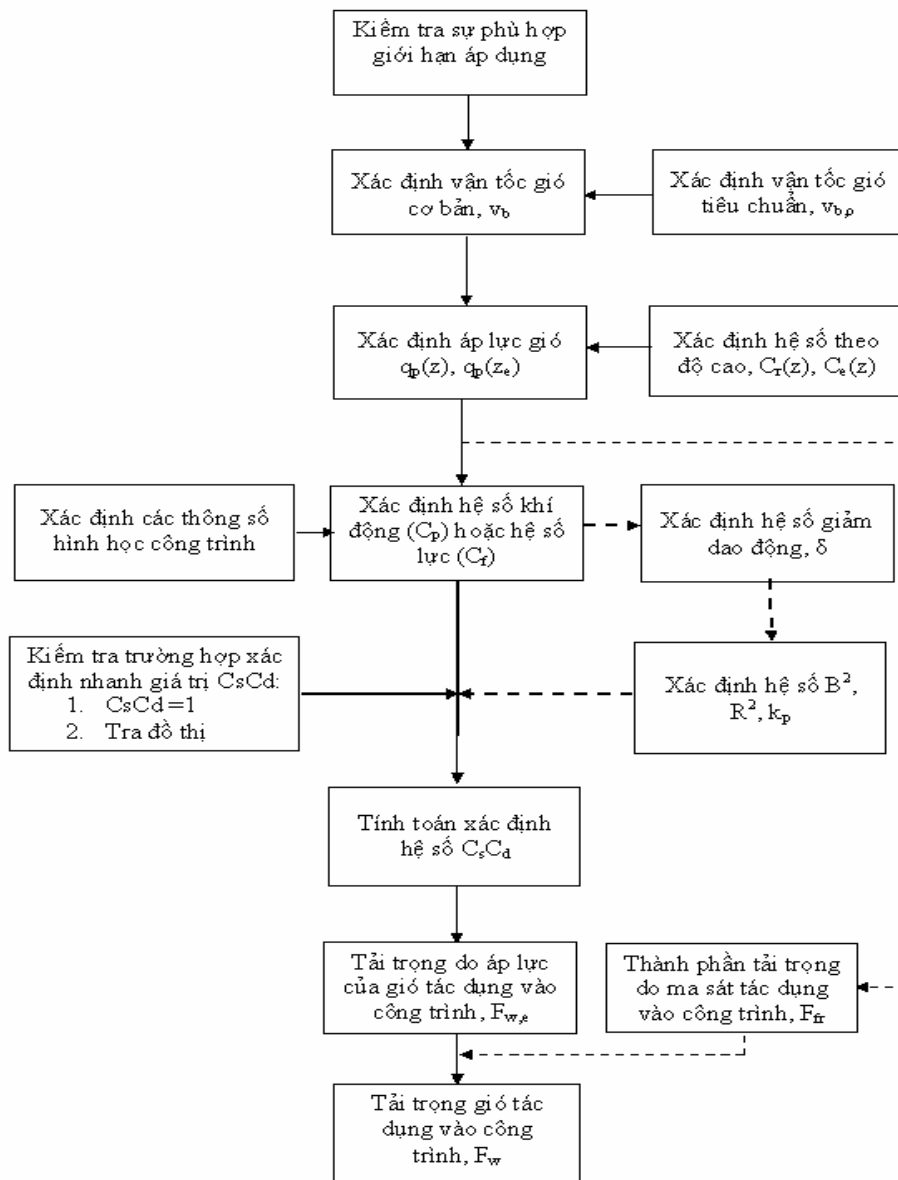
Trong đó:

v - hệ số kể đến việc vượt tần số được xác định theo công thức (39).

$$v = n_{1,x} * \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} \text{ và } v \geq 0.08\text{Hz} \quad (39)$$

2.4 Tổng kết quy trình tính toán tải trọng do tác động gió

Quy trình tính toán tải trọng do gió tác dụng vào công trình được tổng kết trong sơ đồ khối hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khối quy trình tính toán tải trọng gió lên công trình

3. Kết luận

Tiêu chuẩn EN 1991-1-4 được biên soạn để chỉ dẫn chung về tính toán tải trọng do tác dụng gió lên công trình cho các nước thuộc liên minh châu Âu nên khi áp dụng để tính toán cho công trình xây dựng ở Việt Nam phải có những điều chỉnh để phù hợp với điều kiện tự nhiên đặc thù của Việt Nam. Việc tính toán này có thể được đơn giản hoá bằng cách lập bảng tính trên phần mềm excel theo sơ đồ khối hình 3 của bài báo này. So với tiêu chuẩn TCVN 2737:1995, tiêu chuẩn EN 1991-1-4 có một số khác biệt lớn cần đặc biệt lưu ý khi áp dụng tính toán như sau:

- Khi tính toán theo EN 1991-1-4, vận tốc gió cơ bản và áp lực gió cơ bản tra từ phụ lục quốc gia Việt Nam cần phải chuyển đổi từ vận tốc gió trung bình trong 3 giây với chu kỳ lặp là 20 năm dạng địa hình B thành vận tốc gió trung bình trong 10 phút với chu kỳ lặp là 50 năm dạng địa hình II;
- Tiêu chuẩn EN 1991-1-4 phân địa hình ra làm 05 dạng ký hiệu từ 0 đến IV, tiêu chuẩn Việt Nam chỉ phân ra làm 03 dạng ký hiệu từ A đến C;
- Tiêu chuẩn Eurocode xác định hệ số thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình trên cơ sở hàm

logarit và có xét đến cả ảnh hưởng rối của dòng gió (tiêu chuẩn Việt Nam xác định theo hàm số mũ);

- Ngoài phương pháp xác định áp lực gió thông qua hệ số khí động, tiêu chuẩn Eurocode còn chỉ dẫn xác định theo hệ số lực. Hệ số lực được xác định không chỉ dựa vào dạng hình học công trình mà còn phụ thuộc vào tỷ lệ kích thước nên sẽ chi tiết và chính xác hơn, phù hợp sử dụng với nhà cao tầng;

- Ảnh hưởng của thành phần động được xác định gộp với thành phần tĩnh bằng cách đưa vào công thức tính toán hệ số ảnh hưởng động phụ thuộc vào dạng địa hình và đặc trưng phản ứng động của kết cấu, $C_s C_d$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. QCVN 02:2009/BXD Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia số liệu tự nhiên dùng trong xây dựng của Việt Nam, *Bộ Xây dựng, 2009*.
2. TCVN 2737 : 1990: Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.
3. TCVN 2737 : 1995: Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.
4. TCXD 229 : 1999: Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió theo tiêu chuẩn TCVN 2737 : 1995.
5. NGUYỄN VÕ THÔNG. Lựa chọn dạng địa hình chuẩn khi soát xét TCVN 2737 : 1995 dựa trên cơ sở tiêu chuẩn CTO 36554501-015-2008, *Tạp chí KHCN Xây dựng, số 2/2010*.
6. NGUYỄN VÕ THÔNG. Cơ sở khoa học để xác định vận tốc gió cơ sở trong dự thảo soát xét TCVN 2737 : 1995 theo tiêu chuẩn hiện hành của Nga, *Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học toàn quốc cơ học vật rắn biến dạng lần X, Thái Nguyên*.
7. NGUYỄN VÕ THÔNG. Thiết lập công thức tính toán thành phần tĩnh và thành phần động của tải trọng gió trong dự thảo TCVN 2737 : 2011. *Tạp chí KHCN Xây dựng, số 3/2011*.
8. AS 1170.2-1983: Minimum design loads on structures, Part 2: Wind Loads, *Standard Australia, 1983*.
9. AS 1170.2-1989: Minimum design loads on structures, Part 2: Wind Loads, *Standard Australia, 1989*.
10. BS – 6399 – Part 2: Loading for Buildings – Code of Practice for Wind loads.
11. Bryan Stafford Smith, Alex Coull, Tall Building Structures: Analysis and Design, *John Wiley & Son, INC*.
12. Eurocode 1: Actions on structures - General Actions - Part 1-4: Wind Actions
13. EMIL SIMIU and ROBERT H.SCALAN. Wind effects on Structure Fundamentals and Applications to Design
14. JOHN D.HOLMES. *Wind Loading of Structure. 2003*.
15. NIKOLAI A. POPOV. The wind load codification in Russia and some estimates of a gust load accuracy provided by different codes.
16. SNiP II-6-74 – Loads and Effects.
17. NGUYỄN MẠNH CƯỜNG, Tính toán tải trọng gió lên nhà cao tầng theo tiêu chuẩn Eurocode, *Luận văn thạc sỹ kỹ thuật trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, khóa 2008-2011*.