

HỆ SỐ HIỆU ỨNG GIẬT – ĐIỂM MỚI TRONG DỰ THẢO TCVN 2737:202X

GUST EFFECT FACTOR – A NEW POINT OF THE DRAFT STANDARD TCVN 2737:202X

ThS. Cao Văn Tuấn
ThS. Trương Mỹ Phẩm
Khoa Xây dựng - Trường ĐHXD Miền Tây
Email: caovantuan@mtu.edu.vn
Điện thoại: 0984 432 940

Ngày nhận bài: 22/11/2022
Ngày gửi phản biện: 07/12/2022
Ngày chấp nhận đăng: 21/12/2022

Tóm tắt:

Tính toán tải trọng gió là phần quan trọng trong phân tích kết cấu công trình. Phương pháp xác định giá trị của tải trọng gió theo dự thảo tiêu chuẩn TCVN 2737:202x có điểm mới là đưa vào hệ số hiệu ứng giật. Bài viết trình bày phương pháp xác định hệ số hiệu ứng giật của tải trọng gió theo dự thảo tiêu chuẩn TCVN 2737:202x và khảo sát ví dụ số được thực hiện để áp dụng tính hệ số hiệu ứng giật trong công trình.

Từ khóa: Hệ số hiệu ứng giật, dự thảo tiêu chuẩn TCVN 2737:202x.

Abstract:

Wind load calculation is an important part of the structural analysis of buildings. According to the draft standard TCVN 2737:202x, the method of determining the value of wind load has a new point that uses the gust effect factor. The article presents the method of determining the gust effect factor of wind load according to the draft standard TCVN 2737:202x and performs numerical example surveys to calculate the gust effect factor of the wind load in the building.

Keywords: the gust effect factor, the draft standard TCVN 2737:202x.

1. Đặt vấn đề

Gió là một thành phần tải trọng luôn tác động trực tiếp vào công trình nói chung và nhà cao tầng nói riêng. Theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành thì giá trị áp lực gió được chia thành hai thành phần phụ thuộc vào chiều cao của công trình. Cụ thể theo TCVN 2737:1995 [1] mục 6 có ghi rõ, tải trọng gió gồm có hai thành phần tĩnh và động, thành phần tĩnh của tải trọng gió luôn luôn tồn tại và tác động vào công trình; riêng thành phần động của tải trọng gió thì được xét đến khi nhà nhiều tầng cao từ 40 m trở lên và nhà công nghiệp một tầng cao từ 36 m trở lên. Theo mục 2 trong TCVN 229:1999 [2] đã nêu rõ quan niệm khi xác định thành phần động của tải trọng gió: thành phần động của tải trọng gió tác động lên công trình là lực do xung của vận tốc gió và lực quán tính công trình gây ra. Giá trị của lực này được xác định trên cơ sở thành phần tĩnh của tải trọng gió nhân với các hệ số có kể đến ảnh hưởng của xung vận tốc gió và lực quán tính của công trình. Tuy nhiên, phương pháp xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 [1] và TCVN 299:1999 [2] đã không còn phù hợp, lạc hậu, xuất hiện nhiều bất cập khi áp dụng vào thực tế. Từ đó việc soát xét về tiêu chuẩn đã được bộ Xây dựng thực hiện và đã đề xuất dự thảo TCVN 2737:202x [3]. Trong dự thảo này có điểm mới và nổi bật về cách xác định giá trị của tải trọng gió. Với hướng tiếp cận mới, tải trọng gió không chia thành hai thành phần tĩnh và động nữa mà được thay thế thành hệ số

hiệu ứng giạt G_f .

Hệ số hiệu ứng giạt được TS Nguyễn Đại Minh [4] đã đề cập đến và cho đây là phương pháp lực tĩnh tương đương của tải trọng gió ESWL (Equivalent Static Wind Load), phương pháp này được dùng trong các tiêu chuẩn thiết kế ở Mỹ, Châu Âu.

Cũng như Nguyễn Lệ Thủy và các cộng sự [5] đã thực hiện thiết lập hệ số gió giạt theo phương pháp phổ. Nghiên cứu còn cho rằng gió là một hiện tượng tự nhiên, được hình thành do sự chuyển động của không khí có độ rối cao, tác động lên kết cấu. Từ đó gây ra phản ứng động lực cho kết cấu. Đề xuất trong nghiên cứu là nước ta cần xây dựng cách tính toán tác động của gió theo hướng sử dụng hệ số giạt như các nước trên thế giới đang sử dụng. Đề xuất này phù hợp với nội dung mới trong dự thảo TCVN 2737:202x. Do là nội dung mới, nên hệ số hiệu ứng giạt chưa quen thuộc đối với các nhà thiết kế cũng như cơ sở giảng dạy tại các trường đại học chuyên ngành Xây dựng. Chính vì lý do trên, nên nội dung bài viết: tìm hiểu về hệ số hiệu ứng giạt G_f theo dự thảo TCVN 2737:202x là cấp thiết.

2. Hệ số hiệu ứng giạt theo dự thảo TCVN 2737:202x

2.1. Lý thuyết

Theo mục 10.2.2 trong dự thảo tiêu chuẩn 2737:202x thì giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió W_k tại độ cao tương đương Z_e được tính theo công thức (2.1a)

$$W_k = W_{3s,10} k(z_e) c G_f \quad (2.1a)$$

trong đó $W_{3s,10}$ là áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm; $k(Z_e)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình tại ze ; c là hệ số khí động; G_f là 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, kể cả thành phần phản ứng tĩnh (xung của gió) và thành phần phản ứng động (cộng hưởng).

- Kết cấu có chu kỳ dao động riêng thứ nhất nhỏ hơn bằng 1s (kết cấu cứng) thì G_f lấy 0,85.

- Kết cấu có chu kỳ dao động riêng thứ nhất lớn hơn 1s (kết cấu mềm) thì G_f được xác định theo (2.1)

$$G_f = 0,925 \left(\frac{1 + 1,7 I(z_s) \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1,7 g_v I(z_s)} \right) \tag{2.1}$$

trong đó, $I(z_s)$ là độ rối ở cao độ z_s , được xác định theo (2.2) (với z_s là độ cao tương đương của công trình, lấy $z_s = 0,6h$ và h là chiều cao của công trình);

$$I(z_s) = c_r \left(\frac{10}{z_s} \right)^{1/6} \tag{2.2}$$

với c_r là hệ số, giá trị phụ thuộc vào dạng địa hình như bảng 2.1.

$g_Q = 3,4$ là hệ số đỉnh cho thành phần xung của gió;

Bảng 2.1. Giá trị các hệ số cho các dạng địa hình

Dạng địa hình	c_r	ℓ	$\overline{\epsilon}$	$\overline{b}$	$\overline{\alpha}$
A	0,15	198	1/8	0,8	1/9
B	0,2	152	1/5	0,65	1/6,5
C	0,3	97	1/3	0,45	1/4

$g_v = 3,4$ là hệ số đỉnh cho thành phần phản ứng của gió;

g_R là hệ số đỉnh cho thành phần cộng hưởng của gió, được xác định theo

(2.3), với f_1 là tần số dao động riêng thứ nhất.

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600 f_1)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(3600 f_1)}} \tag{2.3}$$

Q là hệ số kể đến thành phần phản ứng tĩnh của kết cấu chịu tải trọng gió, được xác định theo (2.4), với b là chiều rộng công trình – có phương vuông góc với hướng gió tác dụng.

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}} \quad (2.4)$$

với $L(z_s)$ là tỉ lệ chiều dài rối tại độ cao tương đương z_s , xác định theo (2.5), với ℓ và $\bar{\epsilon}$ là các hệ số phụ thuộc vào dạng địa hình và lấy theo bảng 2.1

$$L(z_s) = \ell \left(\frac{z_s}{10} \right)^{\bar{\epsilon}} \quad (2.5)$$

R là hệ số phản ứng cộng hưởng, được xác định theo (2.6)

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_b (0,53 + 0,47 R_d)} \quad (2.6)$$

với β là hệ số cản, đối với kết cấu bê tông và bê tông cốt thép $\beta = 0,02$;

$$R_n = \frac{7,47 N_1}{(1 + 10,3 N_1)^{5/3}} \quad (2.7)$$

$$\text{tương ứng với } N_1 = \frac{f_1 L(z_s)}{V(z_s)_{3600s,50}} \quad (2.8)$$

giá trị $V(z_s)_{3600s,50}$ là vận tốc gió trung bình trong khoảng thời gian 3600s (01 giờ) ứng với chu kỳ lặp 50 năm, tại độ cao tương đương z_s được xác định theo (2.9), với $\bar{b}$ và $\bar{\alpha}$ là các hệ số phụ thuộc vào dạng địa hình và lấy theo bảng 2.1.

$$V(z_s)_{3600s,50} = \bar{b} \left(\frac{z_s}{10} \right)^{\bar{\alpha}} V_{3s,50} \quad (2.9)$$

$V_{3s,50}$ là vận tốc gió trung bình trong khoảng thời gian 3s (vận tốc gió giật 3s) tương ứng với chu kỳ lặp 50 năm (bị vượt trung bình một lần trong khoảng thời gian 50 năm), giá trị $V_{3s,50}$ được quy định trong Quy chuẩn QCVN 02 :2022/BXD [6] theo vùng áp lực gió như bảng 2.2.

Bảng 2.2. Giá trị của vận tốc gió theo vùng áp lực gió.

Vùng áp lực gió	I	II	III	IV	V
$V_{3s,50} (m/s)$	36	44	50	55	61

Các hàm số dẫn suất khí động R_h, R_b, R_d được tính theo (2.10), (2.11) và (2.12), với d là chiều sâu – chiều dài công trình.

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} (1 - e^{-2\eta_h}) \quad (2.10)$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} (1 - e^{-2\eta_b}) \quad (2.11)$$

$$R_d = \frac{1}{\eta_d} - \frac{1}{2\eta_d^2} (1 - e^{-2\eta_d}) \quad (2.12)$$

$$\text{với } \eta_h = 4,6 \frac{f_1 h}{V(z_s)_{3600s,500}} \quad (2.13)$$

$$\eta_b = 4,6 \frac{f_1 b}{V(z_s)_{3600s,500}} \quad (2.14)$$

$$\eta_d = 15,4 \frac{f_1 d}{V(z_s)_{3600s,500}} \quad (2.15)$$

Lưu ý, khi các đại lượng η_h, η_b, η_d có giá trị bằng 0 thì tương ứng R_h, R_b, R_d sẽ có giá trị bằng 1.

Theo phụ lục E.1 [3] thì có thể sơ bộ tính hệ số hiệu ứng giật theo (2.16) khi công trình là nhà bê tông cốt thép có chu kỳ dao động riêng thứ nhất $T_1 > 1s$ và chiều cao $h \leq 150m$

$$G_f = 0,85 + \frac{h}{2840} \quad (2.16)$$

2.2. Ví dụ số

Một ví dụ số được khảo sát để tìm giá trị hệ số hiệu ứng giật.

Thông tin công trình, công trình thuộc dạng chung cư với kích thước mặt bằng 24,5x30 (m), thuộc vùng áp lực gió II, địa hình dạng C. Sử dụng bê tông cấp độ bền B20, giá trị tĩnh tải và hoạt tải được tính toán và gán vào trong mô hình như hình 2.1 và 2.2. Khi phân tích dao động, khối lượng của công trình được xác định bằng: tĩnh tải + 0.5 x hoạt tải [2].

Khảo sát trường hợp 1 là công trình được mô phỏng 7 tầng với tổng chiều

cao $h = 30,6m$ bằng phần mềm Etabs, tìm được chu kỳ dao động riêng thứ nhất

$T_1 = 1,988s$. Áp dụng theo mục 2.1 xác định giá trị hệ số hiệu ứng giật theo công thức (2.1) với gió thổi theo phương vuông góc cạnh 24,5m. Các thông số ban đầu

như bảng 2.3

Bảng 2.3. Các thông số

$h(m)$	$b(m)$	$d(m)$	$f_1(Hz)$	$V_{3s,50}(m/s)$
30,6	24,5	30	0,503	44

Độ rơi ở cao độ $z_s = 0,6h = 0,6 \times 30,6 = 18,36m$, được xác định theo (2.2), với $c_r = 0,3$

$$I(z_s) = c_r \left(\frac{10}{z_s} \right)^{1/6} = 0,271$$

Hệ số đỉnh cho thành phần xung của

gió $g_o = 3,4$

Hệ số đỉnh cho thành phần phản ứng

của gió $g_v = 3,4$

Hệ số đỉnh cho thành phần cộng hưởng của gió, được xác định theo (2.3),

với $f_1 = 0,503Hz$

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600 f_1)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(3600 f_1)}} = 4,022$$

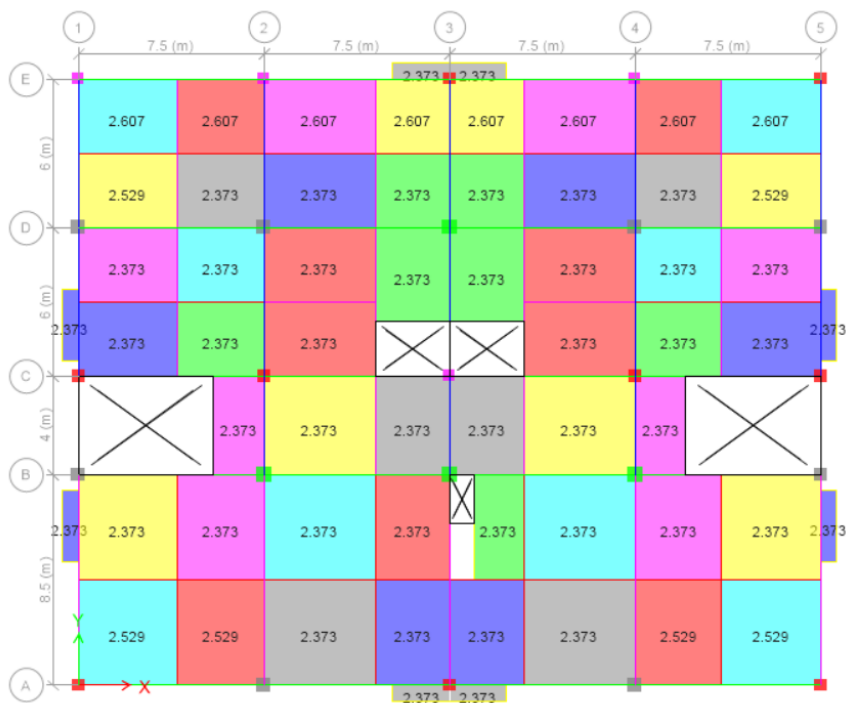
Tỉ lệ chiều dài rơi tại độ cao tương đương z_s , xác định theo (2.5), với $\ell = 97$

và $\bar{\epsilon} = 1/3$

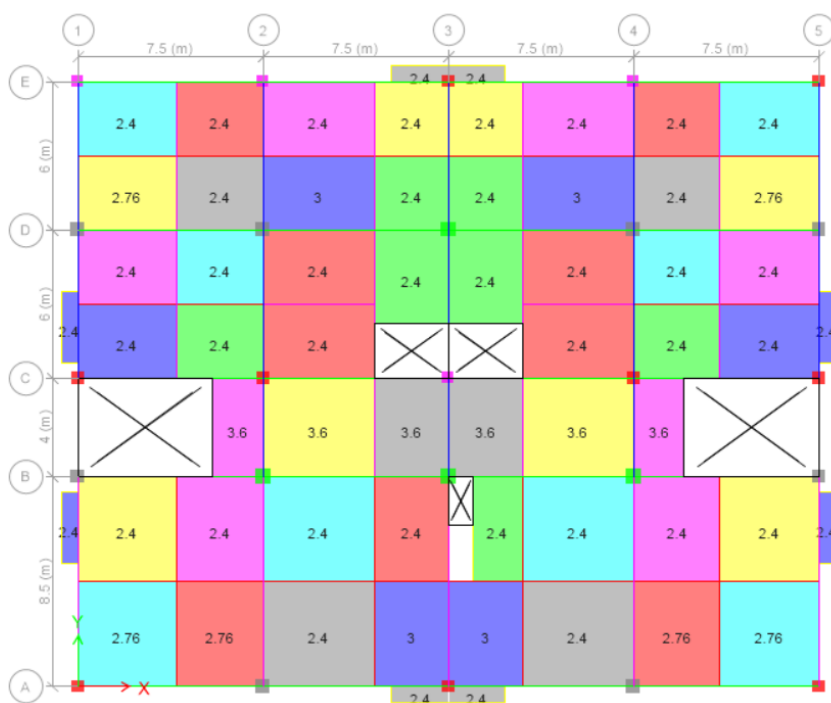
$$L(z_s) = 97 \times \left(\frac{18,36}{10} \right)^{1/3} = 118,776$$

Hệ số kể đến thành phần phản ứng tĩnh của kết cấu chịu tải trọng gió, được

xác định theo (2.4), với $b = 24,5m$



Hình 2.1. Giá trị tĩnh tải gán vào sàn tầng điển hình, đơn vị kN/m²



Hình 2.2. Giá trị hoạt tải gán vào sàn tầng điển hình, đơn vị kN/m²

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \left(\frac{24,5 + 30,6}{118,776} \right)^{0,63}}} = 0,849$$

Vận tốc gió trung bình trong khoảng thời gian 3600s (01 giờ) ứng với chu kỳ lặp 50 năm, được xác định theo (2.9), với $\bar{b} = 0,45$ và $\bar{\alpha} = 1/4$

$$V(z_s)_{3600s,50} = 0,45 \times \left(\frac{18,36}{10} \right)^{1/4} \times 44 = 23,048 \text{ m/s}$$

$$N_1 = \frac{f_1 L(z_s)}{V(z_s)_{3600s,50}} = \frac{0,503 \times 118,776}{23,048} = 2,592$$

$$R_n = \frac{7,47 N_1}{(1 + 10,3 N_1)^{5/3}} = \frac{7,47 \times 2,592}{(1 + 10,3 \times 2,592)^{5/3}} = 0,076$$

$$\eta_h = 4,6 \frac{f_1 h}{V(z_s)_{3600s,500}} = 4,6 \times \frac{0,503 \times 30,6}{23,048} = 3,071$$

$$\eta_b = 4,6 \frac{f_1 b}{V(z_s)_{3600s,500}} = 4,6 \times \frac{0,503 \times 24,5}{23,048} = 2,459$$

$$\eta_d = 15,4 \frac{f_1 d}{V(z_s)_{3600s,500}} = 15,4 \times \frac{0,503 \times 30}{23,048} = 10,081$$

Các hàm số dẫn suất khí động

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} (1 - e^{-2\eta_h}) = 0,273$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} (1 - e^{-2\eta_b}) = 0,325$$

$$R_d = \frac{1}{\eta_d} - \frac{1}{2\eta_d^2} (1 - e^{-2\eta_d}) = 0,094$$

R là hệ số phản ứng cộng hưởng, được xác định theo (2.6), với $\beta = 0,02$

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_b (0,53 + 0,47 R_d)} = \sqrt{\frac{1}{0,02} \times 0,076 \times 0,273 \times 0,325 \times (0,53 + 0,47 \times 0,094)} = 0,441$$

Hệ số hiệu ứng giạt G_f được xác định theo (2.1)

$$G_f = 0,925 \left(\frac{1 + 1,7I(z_s) \sqrt{g_o^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1,7g_v I(z_s)} \right)$$
$$= 0,925 \times \left(\frac{1 + 1,7 \times 0,271 \sqrt{3,4^2 \times 0,849^2 + 4,022^2 \times 0,441^2}}{1 + 1,7 \times 3,4 \times 0,271} \right) = 0,923$$

Xét trường hợp 1 có chu kỳ dao động $T_1 = 1,988s > 1s$ và $h = 30,6m < 150m$ thỏa điều

kiện áp dụng công thức sơ bộ (2.16). Kết quả $G_f = 0,85 + \frac{h}{2840} = 0,861$. Nhận thấy giá trị hệ số hiệu ứng giạt tính toán theo công thức sơ bộ (2.16) – phương pháp tính sơ bộ có giá trị lệch so với công thức (2.1) – phương pháp chính xác khá nhiều.

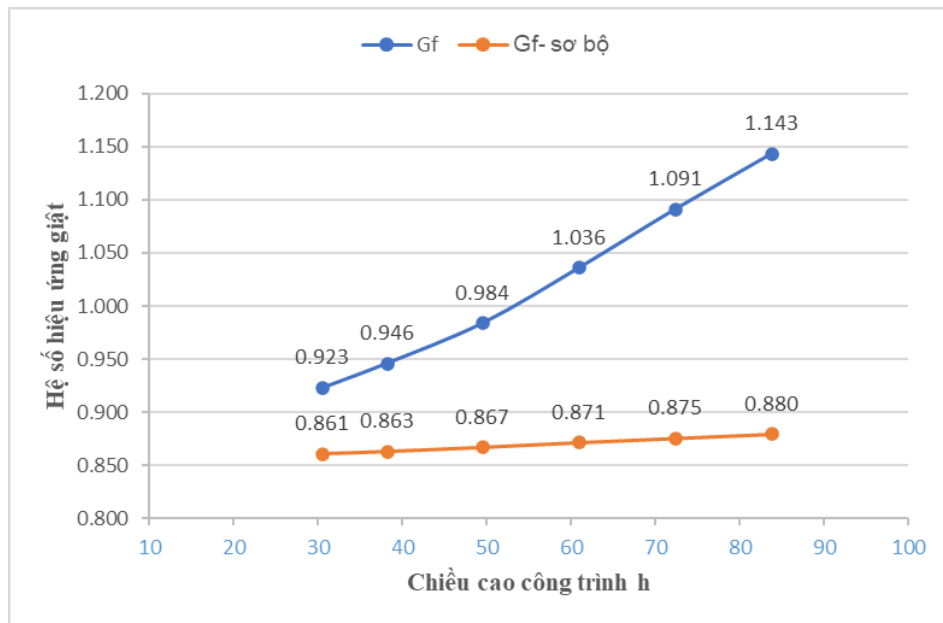
Để làm rõ hơn mức độ khác nhau giữa hai phương pháp tính hệ số hiệu ứng giạt thì các trường hợp khảo sát chiều cao công trình thay đổi được thực hiện như sau. Tiến hành khảo sát công trình có 9 tầng, 12 tầng, 15 tầng, 18 tầng và 21 tầng. Và kết quả tính toán cho các trường hợp trên được trình bày trong bảng 2.4.

Bảng 2.4 thể hiện kết quả tính hệ số hiệu ứng giạt theo 6 trường hợp thay đổi chiều cao công trình. Thông qua đây, nghiên cứu tìm ra được một vài nhận xét: thứ nhất – khi chiều cao công trình càng tăng lên thì độ mềm của công trình càng lớn và giá trị hệ số hiệu ứng giạt cũng tăng theo; thứ 2 – giá trị tính hệ số hiệu ứng giạt theo công thức chính xác và công thức sơ bộ chênh lệch nhau khá nhiều, đặc biệt khi chiều cao công trình càng tăng lên thì độ chênh lệch này càng lớn. Vấn đề này được thể hiện rõ ràng trong hình 2.3. Khi công trình cao 30,6 m – 7 tầng thì độ chênh lệch 6,74%, nhưng khi chiều cao công trình tăng dần lên thì giá trị độ chênh lệch tăng theo từ 8,77% - 9 tầng và đến 23,05% - 21 tầng (xem hình 2.4).

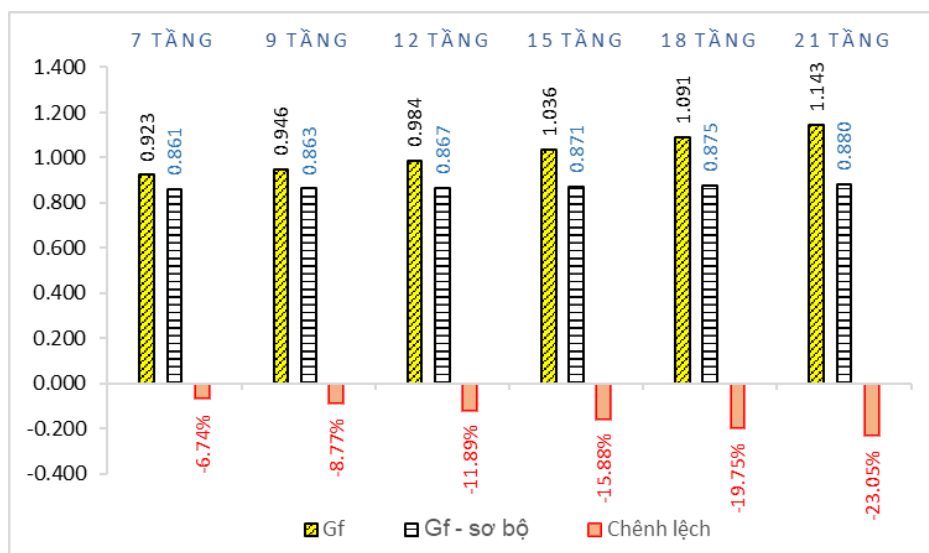
Bảng 2.4. Kết quả hệ số hiệu ứng giạt ứng với từng trường hợp khi thay đổi chiều cao công trình

Trường hợp		TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6
		7 tầng	9 tầng	12 tầng	15 tầng	18 tầng	21 tầng
$h(m)$		30,6	38,2	49,6	61,0	72,4	83,8
$T_1(s)$		1,988	2,396	3,061	3,935	4,906	5,908
G_f	Chính xác	0,923	0,946	0,984	1,036	1,091	1,143
	Sơ bộ	0,861	0,863	0,867	0,871	0,875	0,880

Độ chênh lệch theo khảo sát đạt đến 23,05% (công trình 21 tầng) giữa kết quả của hai phương pháp - công thức tính. Bởi vì, giá trị của hệ số hiệu ứng giạt sẽ ảnh hưởng đến kết quả tính toán của tải trọng gió. Do đó khi sử dụng công thức sơ bộ trong phần phụ lục E trong [3] để xác định hệ số hiệu ứng giạt thì người sử dụng cần cân nhắc thật cẩn trọng.



Hình 2.3. Mối quan hệ giữa chiều cao công trình và hệ số hiệu ứng giạt



Hình 2.4. Độ chênh lệch giữa hai phương pháp tính hệ số hiệu ứng giạt

3. Kết luận

Bài viết đã trình bày hai phương pháp xác định hệ số hiệu ứng giạt của tải trọng gió theo dự thảo tiêu chuẩn TCVN 2737:202x. Kết quả cho thấy, khi áp dụng phương pháp – công thức sơ bộ tính hệ số hiệu ứng giạt có độ chênh lệch khá nhiều so với công thức chính xác. Thông qua nội dung nghiên cứu giúp cho nhà thiết kế có một cái nhìn tổng thể về cách tính hệ số hiệu ứng giạt theo dự thảo TCVN 2737:202x và từ đó họ sẽ có dữ liệu sơ bộ để chọn lựa công thức tính G_f sao cho phù hợp.

Tài liệu tham khảo:

1. TCVN 2737:1995. *Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế*. (1995)
2. TCVN 229:1999. *Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió theo tiêu chuẩn 2737:1995*. (1999)
3. TCVN 2737:202x. *Dự thảo tiêu chuẩn Tải trọng và tác động*. (2022)
4. Nguyễn Đại Minh. *Phương pháp gió giạt và tải trọng gió tác dụng lên nhà cao tầng*. Hội thảo hội kết cấu xây dựng. Hà Nội (2011)
5. Nguyễn Lệ Thủy, Nguyễn Hồng Sơn, and Võ Thanh Lương. *Hệ số gió giạt và tính toán tải trọng gió lên tấm bảng quảng cáo theo một số tiêu chuẩn*. Tạp chí Xây dựng (2020)
6. QCVN 02:2022/BXD. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng*. (2022)