

VỀ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ THEO TIÊU CHUẨN MỸ ASCE 7 - 05, ASCE 7 - 10 VÀ ASCE 7 - 16

ThS. NGUYỄN MẠNH CƯỜNG, TS. NGUYỄN HỒNG HẢI, TS. NGUYỄN HỒNG HÀ
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo tìm hiểu về tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE các phiên bản 2005, 2010 và 2016.

Từ khóa: Tải trọng gió, Hệ số tổ hợp, Hệ số độ tin cậy, ASCE 7-05, ASCE 7-10, ASCE 7-16.

Abstract: The paper will research about the calculation of the wind loads based on ASCE 7-05, ASCE 7-10 and ASCE 7-16 standards.

Key word: Wind load, Combination factor, Importance factor, ASCE 7-05, ASCE 7-10, ASCE 7-16.

1. Đặt vấn đề

ASCE 7 [1-3] là họ tiêu chuẩn chỉ dẫn xác định tải trọng tối thiểu và các yếu tố khác liên quan áp dụng cho nhà và các kết cấu khác do Hiệp hội Kỹ sư Xây dựng Mỹ (American Society of Civil Engineers - ASCE) biên soạn và ban hành. ASCE 7 được sử dụng rất phổ biến, không chỉ trong phạm vi nước Mỹ và còn được nhiều Quốc gia khác chấp thuận hoặc tham khảo.

Tiêu chuẩn này thường xuyên được soát xét và cập nhật. Các phiên bản đã được ban hành gần đây nhất gồm: ASCE 7-95, ASCE 7-98, ASCE 7-02, ASCE 7-05, ASCE 7-10 và ASCE 7-16. Ở nước ta, việc tham khảo và vận dụng tiêu chuẩn của Mỹ nói chung và ASCE 7 nói riêng trong tính toán thiết kế cũng là khá phổ biến. Phiên bản ASCE 7-05 từng được các kỹ sư tư vấn của Việt Nam tham khảo trong một thời gian dài cho đến khi phiên bản ASCE 7-10 được ban hành và sử dụng thay thế. Hiện nay, mặc dù phiên bản ASCE 7-16 đã được ban hành, nhưng vẫn chưa có nhiều tư vấn vận dụng, chủ yếu vẫn dựa theo phiên bản ASCE 7-05 và ASCE 7-10.

Đối với tải trọng gió, nội dung thay đổi lớn nhất trong phiên bản ASCE 7-10, 7-16 so với phiên bản 7-05 là việc đưa ra bản đồ phân vùng vận tốc gió mới theo các phân cấp rủi ro, một số thay đổi để phù hợp khác bao gồm:

- Bỏ hệ số tầm quan trọng theo phân cấp rủi ro trong công thức xác định áp lực gió;
- Thay đổi hệ số tổ hợp tải trọng;
- Áp dụng lại dạng địa hình D cho các vùng hay có cuồng phong;
- Thay đổi vị trí địa lý và vận tốc gió qui định cho vùng hay có cuồng phong và vùng "Wind borne Debris" (Vật thể bay do gió gây ra);
- Sửa đổi lại giá trị áp lực gió tối thiểu.

Ngoài ra, còn một số thay đổi khác như: thay đổi đối với vùng đảo Hawaii (vùng gió đặc biệt), chu kỳ lặp tính toán theo trạng thái sử dụng...

Việc tìm hiểu về các điều chỉnh chính liên quan đến tải trọng gió giữa các phiên bản là cần thiết và rất thiết thực, giúp cho việc áp dụng được chính xác.

2. Các điều chỉnh chính về tải trọng gió giữa ASCE 7-10, 7-16 so với ASCE 7-05

2.1 Về công thức xác định áp lực gió

Áp lực gió tại độ cao z , " q_z " được xác định theo công thức dưới đây:

- Theo ASCE 7-05

$$q_z = 0,613K_zK_{zt}K_dV^2I \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (1)$$

- Theo ASCE 7-10, 7-16

$$q_z = 0,613K_zK_{zt}K_dV^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2)$$

trong đó:

I - hệ số tầm quan trọng phụ thuộc vào phân cấp rủi ro của công trình;

K_d - hệ số hướng gió;

K_z - hệ số thay đổi áp lực gió theo chiều cao và dạng địa hình;

K_{zt} - hệ số địa hình;

V - vận tốc gió cơ sở (m/s). Tuy nhiên, vận tốc gió cơ sở trong ASCE 7-05 khác với phiên bản 2010 và 2016. Thực chất trong ASCE 7-10 và 7-16 thì $V = LF * V_{(05)} * I$, trong đó $LF=1,6$, $V_{(05)}$ là vận tốc gió cơ sở 35, 50 năm quy định trong ASCE 7-05 và

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

I là hệ số tầm quan trọng. ASCE 7-10, 7-16 đã chính xác hơn so với ASCE 7-05 về vấn đề này.

Cả ASCE 7-05 và ASCE 7-10, 7-16 đều phân cấp rủi ro cho các công trình theo 04 cấp độ (Risk Category từ I đến IV) trong đó cấp IV là cấp nguy hiểm nhất. Khi tính theo ASCE 7-05, hệ số tầm quan trọng của tải trọng gió là: $I = 1,00$ cho công

trình cấp rủi ro II, $I = 1,15$ cho công trình cấp rủi ro III và IV.

2.2 Về hệ số tổ hợp của tải trọng gió

Hệ số tổ hợp của tải trọng gió theo độ bền (LRFD) và theo ứng suất cho phép (ASD) qui định trong ASCE 7-05 và trong ASCE 7-10, 7-16 được trích dẫn lần lượt trong bảng 1, 2 dưới đây:

Bảng 1. Tổ hợp tải trọng theo độ bền – LRFD (phương pháp trạng thái giới hạn)

	Theo ASCE 7-05	Theo ASCE 7-10, 7-16
1	$1,2D + 1,6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0,8W)$	$1,2D + 1,6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0,5W)$
2	$1,2D + 1,6W + L + 0,5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	$1,2D + 1,0W + L + 0,5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3	$0,9D + 1,6W + 1,6H$	$0,9D + 1,0W$

Bảng 2. Tổ hợp tải trọng theo ứng suất cho phép - ASD

	Theo ASCE 7-05	Theo ASCE 7-10, 7-16
1	$D + (W \text{ or } 0,7E)$	$D + (0,6W \text{ or } 0,7E)$
2	$D + 0,75(W \text{ or } 0,7E) + 0,75L + 0,75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	$D + 0,75(0,6W) + 0,75L + 0,75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3	$0,6D + 1,0W$	$0,6D + 0,6W$

Ghi chú: trong bảng 1 và 2 đã lược bỏ các tải trọng F – tải trọng chất lỏng; H – áp lực ngang của đất, nước ngầm, vật liệu chứa; T – lực tự căng) so với nguyên gốc.

Từ các bảng trên cho thấy hệ số tổ hợp tải trọng trong ASCE 7-10 đã giảm 1,6 lần (hoặc xấp xỉ 1,6 lần - do làm tròn số ở tổ hợp theo ASD) so với trong ASCE 7-05.

2.3 Về áp dụng lại dạng địa hình D cho các vùng hay có cuồng phong

Phiên bản ASCE 7-10 đã sửa đổi định nghĩa về dạng địa hình D. Cụ thể: “Dạng địa hình D được áp dụng khi độ nhám của địa hình thoả mãn như định nghĩa về độ nhám bề mặt D (dạng địa hình bằng phẳng, không bị cản trở và mặt nước) chiếm ưu thế trong hướng đón gió với một khoảng cách lớn hơn 1524m hoặc hoặc 20 lần chiều cao công trình (tùy theo giá trị nào lớn hơn). Dạng địa hình D cũng sẽ được áp dụng kể cả với công trình có độ nhám mặt đất ngay tại vị trí mặt đón gió là B hoặc C và trong khoảng cách 183m hoặc 20 lần chiều cao tòa nhà (tùy theo giá trị nào lớn hơn). Với công trình nằm ở vị trí chuyển tiếp thì dạng địa hình nào gây ảnh hưởng lớn hơn sẽ được áp dụng”.

Như vậy, khác với phiên bản ASCE 7-05, dạng địa hình D không chỉ được áp dụng với khu vực có địa hình bằng phẳng, mặt nước mở ngoài vùng hay có cuồng phong như quy định trong ASCE 7-05 mà

có thể ở bất cứ vùng nào miễn là thoả mãn định nghĩa trên (dạng D có thể gồm cả vùng hay có cuồng phong mà theo ASCE 7-05 qui định là thuộc dạng địa hình C).

2.4 Về chu kỳ lặp của vận tốc gió

Theo ASCE 7-05 [1], vận tốc gió cơ sở “ V ” là: Vận tốc gió giật trung bình trong 3 giây, đo tại độ cao 10m từ mặt đất, dạng địa hình chuẩn là C, trung bình xảy ra trong (chu kỳ lặp) 50 năm.

Theo ASCE 7-10 [2], vận tốc gió cơ sở đã được thay đổi: Vận tốc gió giật trung bình trong 3 giây, đo tại độ cao 10m và ứng với dạng địa hình chuẩn C, chu kỳ lặp được lấy là 300 năm với công trình cấp rủi ro I, 700 năm với công trình cấp rủi ro II và 1700 năm với công trình cấp rủi ro III, IV.

Tới phiên bản ASCE 7-16 [3] có thêm điều chỉnh, tách riêng vận tốc gió cơ sở với công trình cấp rủi ro III và cấp rủi ro IV (chu kỳ lặp ứng với công trình cấp rủi ro III vẫn là 1700 năm, với cấp rủi ro IV được nâng lên là 3000 năm).

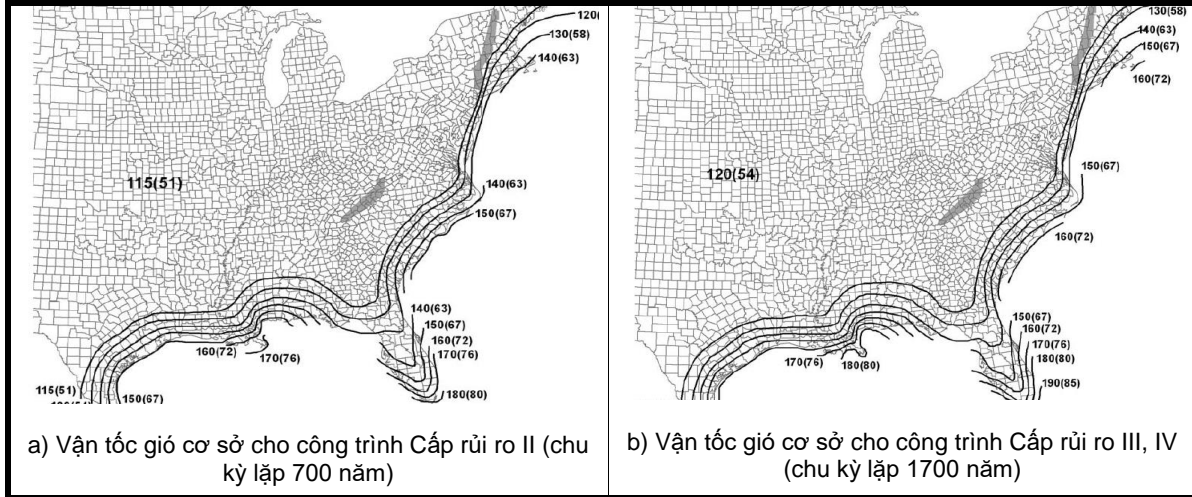
Đây là sự khác nhau căn bản mà các kỹ sư cần nắm được để áp dụng trong thiết kế.

2.5 Về bản đồ phân vùng vận tốc gió cơ sở

Cả ASCE 7-05, ASCE 7-10, và ASCE 7-16 đều đưa ra bản đồ phân vùng gió cơ sở cho các vùng (khu vực) thuộc Hoa Kỳ. Số liệu về vận tốc gió cơ sở theo ASCE 7-05 được thể hiện trên một bản đồ (hình 6-[1]).

Số liệu về vận tốc gió cơ sở theo ASCE 7-10 thể hiện trên 03 bản đồ phân vùng gió mới theo từng cấp độ rủi ro khác nhau, tương ứng theo từng chu kỳ lặp khác nhau (hình 26.5-1A[2] cho công trình cấp rủi ro II (chu kỳ lặp 700 năm); hình 26.5-1B[2] cho công

trình cấp rủi ro III và IV (chu kỳ lặp 1700 năm); hình 26.5-1C[2] cho công trình cấp rủi ro I (chu kỳ lặp 300 năm)). ASCE 7-16 thể hiện số liệu về vận tốc gió cơ sở trên 04 bản đồ phân vùng (từ hình 26.5-1(2)A[3] đến hình 26.5-1(2)D[3]).



Hình 1. Trích lược bản đồ vận tốc gió cơ sở trong ASCE 7-10

Theo các bản đồ thì chu kỳ lặp của tải trọng gió trong các bản đồ là khác nhau. Giá trị vận tốc gió cơ sở cũng thay đổi giữa các bản đồ, đặc biệt là với các khu vực giáp bờ biển Đại Tây Dương.

3. Cơ sở và hệ quả của các điều chỉnh

3.1 Về công thức xác định áp lực

Hệ số tầm quan trọng đã từng được sử dụng trong các phiên bản của ASCE 7 để điều chỉnh giá trị vận tốc gió theo các xác suất rủi ro có thể xảy ra khác nhau trong 1 năm (chu kỳ lặp). Ví dụ, trong ASCE 7-05 qui định với các công trình thiết yếu và những công trình đó có khả năng tạo ra mối nguy hiểm đáng kể cho tính mạng con người trong trường hợp xảy ra hư hỏng (tương ứng cấp rủi ro III, IV) thì hệ số tầm quan trọng với tải trọng gió được lấy là 1,15. Như vậy, với vùng gió không hay xảy ra cuồng phong, thì các công trình này được điều chỉnh chu kỳ lặp tương ứng từ 50 năm thành 100 năm (suy ra từ hệ số 1,15).

Theo [10], việc sử dụng hệ số tầm quan trọng chỉ có ý nghĩa gần đúng cho việc điều chỉnh chu kỳ lặp của tải trọng gió bởi vì mức độ thay đổi (độ dốc) vận tốc gió với đường cong của chu kỳ lặp là khác nhau. Trong lục địa, các cơn cuồng phong có thể bị ảnh hưởng gia tăng vận tốc với chu kỳ lặp; tình huống này sẽ không được giải quyết đầy đủ bằng

việc sử dụng hệ số tầm quan trọng từ một bảng cho sẵn.

Để khắc phục vấn đề này, ASCE 7-10, 7-16 đã chỉ định giá trị tầm quan trọng của tải trọng gió bằng 1,00 (bảng 1.5-1[2]) cho tất cả các cấp rủi ro. Do vậy, công thức xác định áp lực gió trong ASCE 7-10 đã lược bỏ hệ số "I" so với ASCE 7-05 và vận tốc gió thiết kế được lấy là vận tốc cực hạn tương ứng với các chu kỳ lặp theo các phân cấp rủi ro (tra trực tiếp từ các bản đồ gió mới). Bàn luận về ảnh hưởng của thay đổi này đến kết quả tính toán tải trọng gió xem trong các phần bên dưới.

3.2 Về vận tốc và bản đồ phân vùng vận tốc gió cơ sở

Như đã trình bày ở mục 2.5, vận tốc gió cơ sở trong ASCE 7-10, 7-16 đã có thay đổi về giá trị so với phiên bản trước. Một lý do dễ nhận thấy của việc thay đổi là do đã có sự thay đổi về "Chu kỳ lặp".

ASCE 7 sử dụng gió đầu vào là vận tốc gió giật trung bình trong 3 giây nên việc chuyển đổi vận tốc gió theo các chu kỳ lặp khác nhau có thể áp dụng theo công thức trong ASCE ([1, 2] - Phần phụ lục gió):

$$V_T/V_{50} = 0,36 + 0,1 * \ln(12 * T) \quad (3)$$

trong đó:

T - chu kỳ lặp tính bằng “năm”;

V_T - vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp “T” năm, tại độ cao 10m.

V_{50} - vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp 50 năm, tại độ cao 10m.

Tính toán theo công thức (3) với T lần lượt là: 300, 700, 1700 và 3000 năm thì V được xác định như sau:

- $V_{300} = 1,18 * V_{50}$
- $V_{700} = 1,26 * V_{50}$
- $V_{1700} = 1,35 * V_{50}$
- $V_{3000} = 1,41 * V_{50}$

Như vậy, hệ số chuyển đổi vận tốc gió 3 giây từ chu kỳ 50 năm sang chu kỳ 300 năm (cấp rủi ro I) là 1,18; hệ số chuyển từ chu kỳ 50 năm sang chu kỳ 700 năm (cấp rủi ro II) là 1,26; hệ số chuyển từ chu kỳ 50 năm sang chu kỳ 1700 năm (cấp rủi ro III, IV theo ASCE 7-10, cấp rủi ro III theo ASCE 7-16) là 1,35 (*Lưu ý: Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737-1995, vận tốc gió cũng được xác định là gió 3 giây nhưng với chu kỳ lặp là 20 năm nên khi chuyển đổi phải kể thêm hệ số chuyển đổi từ V_{20} sang V_{50} - nhân thêm hệ số 1,10 – cũng lấy từ công thức (3)*).

So sánh các số liệu về vận tốc gió cơ sở giữa các bản đồ phân vùng gió mới trong ASCE 7-10 và ASCE 7-16 cho thấy số liệu giữa các bản đồ là cơ bản phù hợp (có sai lệch nhỏ do làm tròn số) với hệ số chuyển đổi tuyến tính tính toán từ công thức (3).

Đối chiếu giá trị vận tốc gió trong ASCE 7-05 với trong ASCE 7-10 cho thấy với các khu vực bên trong lục địa và bờ biển không thuộc vùng hay có cuồng phong ở Mỹ cũng đã được hiệu chỉnh theo phương pháp đại số tuyến tính với hệ số chuyển đổi cơ bản phù hợp (sai lệch nhỏ do làm tròn số) với tính toán theo công thức (3). Với các điều chỉnh đối với vùng bờ biển hay có cuồng phong xem phân tích trong mục 3.3.

Những thay đổi về giá trị vận tốc cơ sở và hệ số tầm quan trọng đã làm ảnh hưởng trực tiếp đến áp lực gió tính. Tuy nhiên, việc giảm 1,6 lần hệ số tổ hợp tải trọng gió so với ASCE 7-05 đã được kết hợp để bù vào. Từ đó dẫn đến áp lực gió thiết kế theo ASCE 7-10, 7-16 rất giống với tính toán theo ASCE 7-05 cho các khu vực bên trong lục địa và vùng ven bờ biển không thuộc vùng hay xảy ra cuồng phong ở Hoa Kỳ (Hệ số chuyển đổi

$V_{700}/V_{50}=1,26$ tương đương với giá trị $\sqrt{1,6}$; Hệ số chuyển đổi $V_{1700}/V_{50}=1,35$ tương đương với giá trị $\sqrt{1,26 * 1,15}$, 1,15 chính là giá trị hệ số tầm quan trọng áp dụng theo ASCE 7-05 cho công trình cấp rủi ro III, IV).

Đánh giá chung: Việc ASCE 7-10, 7-16 thay đổi công thức tính toán tải trọng gió và đưa vào sử dụng các bản đồ giá trị vận tốc gió cực hạn đã mang lại thiết kế tải trọng gió phù hợp với thiết kế tải trọng động đất ở chỗ chúng đều không sử dụng hệ số tổ hợp tải trọng khi tổ hợp thiết kế theo sức kháng (LRFD). Ngoài ra, việc này cũng giúp người sử dụng tránh được một số nhầm lẫn có thể xảy ra do liên quan đến vận tốc gió tính toán, rất nhiều người sử dụng ASCE 7 không có hiểu biết rõ về việc chuyển đổi vận tốc gió theo các chu kỳ lặp.

3.3 Về các thay đổi với vùng bờ biển hay có cuồng phong

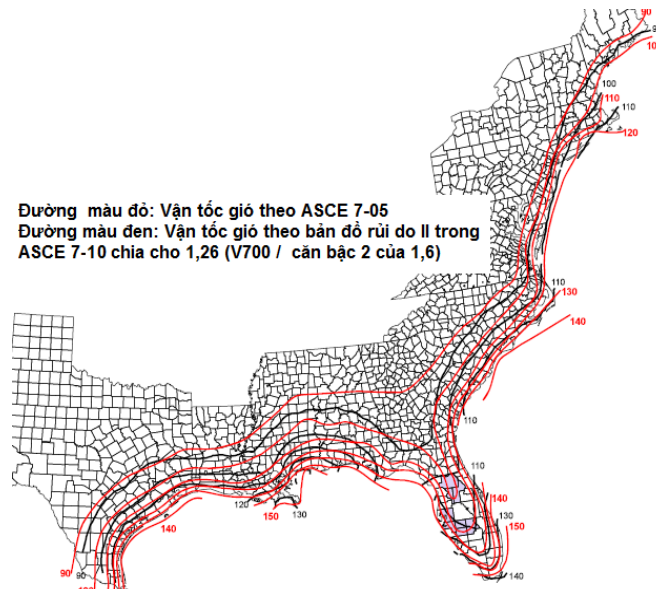
Trước phiên bản ASCE 7-98, dạng địa hình D đã thường xuyên được giá định áp dụng cho gió thổi ở bên ngoài vùng nước mở bao gồm các vùng bờ biển và các vùng hay có cuồng phong. Tuy nhiên, ASCE 7-98 lần đầu tiên đã đưa ra việc áp dụng dạng địa hình C cho các vùng bờ biển và các vùng hay có cuồng phong bởi căn cứ theo các nghiên cứu ở thời điểm đó cho thấy rằng độ nhám của mặt biển tăng lên cùng với việc tăng lên của vận tốc gió. Độ nhám được quyết định là dạng địa hình C và sau đó ASCE 7 đã điều chỉnh để tương thích với các nghiên cứu đã tìm ra [10].

Những nghiên cứu sau đó đã chỉ ra rằng độ nhám của mặt biển với cơn gió cao trong vùng hay xảy ra cuồng phong không tăng tuyến tính với việc gia tăng vận tốc gió. Nghiên cứu cho thấy rằng bề mặt nước biển có sức căng, và do hệ số khí động học của mặt biển. Thực tế chỉ ra giá trị độ nhám lớn nhất là ứng với vận tốc gió từ 60 mph đến 80 mph. Ngoài ra, đã có một số bằng chứng chỉ ra rằng hệ số sức căng của mặt biển có thể giảm với vận tốc gió cao hơn, đây được đánh giá là hiện tượng “sủi bọt” của bề mặt nước sau đó là “phẳng mịn”. Việc sử dụng dạng địa hình D là cần thiết cho các bề mặt nước mở bao gồm cả vùng hay xảy ra cuồng phong. ASCE 7-10 đã khôi phục áp dụng dạng địa hình D cho cả các vùng hay xảy ra cuồng phong (khác với phiên bản trước).

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

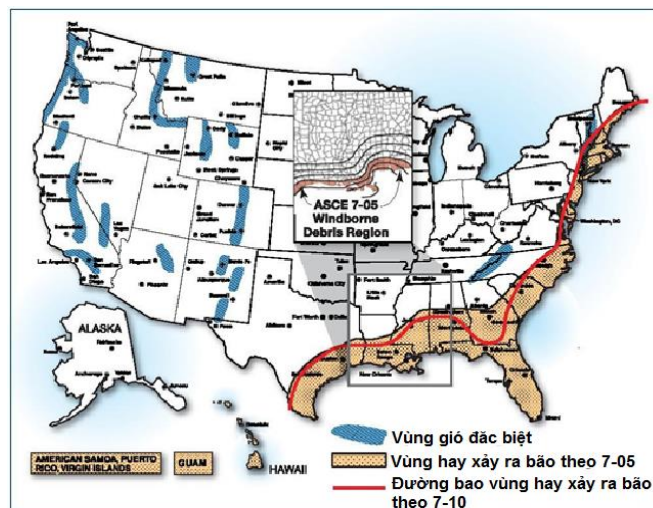
So với dạng địa hình C thì dạng địa hình D có thay đổi lớn về giá trị của hệ số k_z (áp lực gió theo chiều cao). Ví dụ ở độ cao 33ft (~10m) hệ số k_z với dạng địa hình C là 0,98; dạng địa hình D là 1,16 (tăng 18%) nên áp lực gió tính với dạng địa hình D cũng sẽ tăng theo so với khi tính toán dạng địa hình C (Ở các độ cao khác có

thể tham khảo bảng 27.3-1[2]). Vì thế ASCE 7-10 đã giảm vận tốc gió cơ sở ở một số khu vực bờ biển Đại Tây Dương so với phiên bản cũ. Giá trị vận tốc gió cơ sở cho các vùng bờ biển và khu vực hay có cuồng phong trong ASCE 7-10 được qui định chi tiết theo từng địa danh và cho tại bảng C26.5-3[2].



Hình 2. So sánh vận tốc gió giữa ASCE 7-10 và ASCE 7-05 [nguồn [10]]

Việc thay đổi vận tốc gió cơ sở đã dẫn đến các khu vực hay xảy ra cuồng phong trong ASCE 7-10 cũng giảm so với phiên bản cũ (Một số khu vực phía Đông Nam nước Mỹ bao gồm: Georgia, South Carolina, Alabama và Mississippi).



Hình 3. Bản đồ phân vùng hay có cuồng phong theo ASCE 7 (Nguồn FEMA, P-804)

4. Kết luận và kiến nghị

- Bài báo này đã trình bày sự thay đổi trong tính toán tải trọng gió tác dụng vào nhà và công trình giữa phiên bản ASCE 7-05 và ASCE 7-10, 7-16, trong đó 2 phiên bản sau không sử dụng hệ số tổ hợp và hệ số tầm quan trọng ($LF=1$, $I=1$) và thay

các yếu tố này vào các vận tốc gió tương ứng với các chu kỳ lặp lớn hơn tương ứng với tầm quan trọng của công trình. Vì vậy, khi thiết kế nhà và công trình ở Việt Nam sử dụng tiêu chuẩn Mỹ nên áp dụng ASCE 7-05 thay vì các phiên bản mới hơn do cần phải chuyển đổi vận tốc gió theo các chu kỳ

lập lớn;

- Khi vận dụng ASCE 7-05 vào tính toán tải trọng gió cho công trình ở Việt Nam cần lưu ý: kể đến hệ số tầm quan trọng của công trình, hệ số tổ hợp tải trọng gió (1,6 khi tổ hợp theo LRFD) và chuyển đổi vận tốc gió cơ sở theo chu kỳ lặp 50 năm; Khi vận dụng theo ASCE 7-10, 7-16 cần lưu ý vận tốc gió sử dụng là vận tốc gió cực hạn phụ thuộc theo phân cấp rủi ro của công trình;

- Các tiêu chuẩn nước ngoài thường xuyên được cập nhật (Tiêu chuẩn Mỹ thường với chu kỳ 3 đến 5 năm). Để đảm bảo tính thực tiễn cũng như tiện dụng, các cơ quan quản lý, biên soạn Quy chuẩn, Tiêu chuẩn của Việt Nam cũng nên thường xuyên soát xét và cập nhật các Quy chuẩn, Tiêu chuẩn, đặc biệt là QCVN 02:2009/BXD, QCVN 03:2012/BXD và tiêu chuẩn TCVN 2737:1995, TCVN 9386:2012;

- Cách thức soát xét và cập nhật tiêu chuẩn của người Mỹ như đã được phân tích trong bài báo này cũng có thể là cơ sở để tham khảo áp dụng cho Việt Nam:

+ Nên có qui định rõ ràng về phân cấp công trình có lưu ý đến mức độ rủi ro hay tầm quan trọng;

+ Rà soát và cập nhật mới số liệu vận tốc gió cơ sở;

+ Dạng địa hình là yếu tố có khả năng biến động trong vòng tuổi thọ của công trình nên việc soát xét cũng nên được chú trọng đến yếu tố này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ASCE 7-05, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*
2. ASCE 7-10, Minimum Design Loads for Buildings

and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*

3. ASCE 7-16, Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*
4. ASCE 7-95, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*
5. ASCE 7-98, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*
6. ASCE 7-02, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures - *American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA.*
7. QCVN 02:2009/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
8. QCVN 03:2012/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nguyên tắc phân loại, phân cấp công trình dân dụng, công nghiệp và hạ tầng kỹ thuật.
9. TCVN 2737:1995, Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế - NXB Xây dựng, Hà Nội, Việt Nam.
10. Stafford, T.E (2011), ASCE 7-10 Significant Changes to the Wind load Provisions of ASCE 7-10, *Structures Congress 2011 © ASCE 2011 – 1630, USA.*

Ngày nhận bài: 04/11/2019.

Ngày nhận bài lần cuối: 26/2/2020.