

# YÊU CẦU VỀ TẢI TRỌNG VÀ TÁC ĐỘNG KHI THIẾT KẾ NHÀ CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

TS. NGUYỄN ĐẠI MINH, KS. PHẠM ANH TUẤN  
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo này trình bày các vấn đề quan trọng cũng như chưa rõ về tải trọng và tác động sử dụng khi thiết kế nhà cao tầng được quy định trong các tiêu chuẩn xây dựng của nước ta. Cụ thể là một số hoạt tải đặc biệt trong nhà cao tầng như hoạt tải gara, hoạt tải sân đỗ trực thăng, cách xác định và quy đổi số liệu đầu vào và hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp trong tính toán tải trọng gió giữa tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn nước ngoài. Ngoài ra, cũng trình bày một số lưu ý khi tính toán tác động động đất lên công trình trong thiết kế kết cấu cao tầng.

Mặc dù có những ý kiến khác nhau nhưng nhiều nhà cao tầng và siêu cao tầng đã, đang và sẽ xây dựng ở nước ta. Tùy theo số tầng, nhà nhiều tầng có thể được phân loại như sau (Taranath 2010): nhà thấp tầng (low-rise), nhà cao trung bình (medium-rise), nhà cao tầng (high-rise buildings). Trong đó, nhà cao tầng được phân thành nhà cao tầng (tall, từ 100 m trở lên), nhà siêu cao tầng (super-tall, từ 300 m trở lên) và nhà cực cao (ultra-tall, trên 500 m).

Thiết kế và xây dựng nhà cao tầng và siêu cao tầng là lĩnh vực quan trọng bao quát nhiều bộ môn từ quy hoạch - kiến trúc cho đến quản lý và tổ chức xây dựng. Riêng về an toàn công trình, thì ngoài an toàn kết cấu, khi thiết kế còn phải xét đến an toàn phòng chống cháy - nổ, an toàn phòng chống sét, an toàn phòng chống nước (lụt, chống thấm cho mái, cho tầng hầm, bể bơi,...) và an toàn phòng chống trộm - đột nhập. Bài báo này chỉ tổng kết các vấn đề rất hẹp thuộc bộ môn kết cấu, đó là các yêu cầu về tải trọng và tác động trong tính toán thiết kế kết cấu cao tầng.

## 1. Yêu cầu chung

Tất cả các loại tải trọng và tác động khả dĩ xuất hiện trong quá trình xây dựng, sử dụng, sửa chữa và bảo trì công trình và các tổ hợp bất lợi của chúng phải được xét đến trong thiết kế kết cấu cao tầng. Các loại tải trọng và tác động này có thể tác dụng theo phương thẳng đứng hay theo phương nằm ngang, có thể là các tác động thường xuyên hay các tác động thay đổi theo thời gian, thậm chí là các tác động bất thường hay cũng có thể là các tác động do lún không đều hoặc các ảnh hưởng của môi trường, khí hậu trong suốt thời gian sử dụng công trình.

Các kết cấu cao tầng cần được tính toán, thiết kế đảm bảo an toàn (không bị phá hoại và không gây bị thương cho người sử dụng) trong suốt thời gian kể từ khi bắt đầu xây dựng cho đến khi hết thời hạn sử dụng của công trình dưới các tổ hợp tải trọng bất lợi nhất có thể xảy ra. Ngoài ra, các công năng của tòa nhà, tiện nghi cho người sử dụng cũng như sự vận hành của các thiết bị phải được đảm bảo trong quá trình sử dụng công trình.

Tùy thuộc vào hệ tiêu chuẩn thiết kế áp dụng, thông thường có 2 nhóm trạng thái giới hạn phải tính toán và kiểm tra khi thiết kế kết cấu cao tầng, đó là: (i) nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất (độ bền hay trạng thái giới hạn cực hạn), (ii) nhóm trạng thái giới hạn thứ hai (trạng thái giới hạn về sử dụng bình thường). Riêng đối với thiết kế động đất theo TCXDVN 375 : 2006 cần xét đến trạng thái giới hạn hạn chế sự hư hỏng (hư hỏng có thể sửa chữa được). Đối với một số kết cấu rất quan trọng mà sự hư hỏng là không thể sửa chữa được hay chi phí sửa chữa rất tốn kém (ví dụ: đảm bảo chuyển chịu tải trọng lớn), có thể phải áp dụng phương pháp ứng suất cho phép với hệ số an toàn cao.

Móng nhà cao tầng ở Hà Nội hay thành phố Hồ Chí Minh thường sử dụng hệ móng sâu (móng cọc). Khi thiết kế móng cọc, thông thường tính toán theo phương pháp ứng suất cho phép, nghĩa là tải trọng tác dụng lên cọc xác định từ tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn (không nhân với hệ số vượt tải) phải nhỏ hơn sức chịu tải cho phép của cọc. Khi đó, xác định tải trọng tiêu chuẩn đối với tải trọng gió và động đất như thế nào cũng là một vấn đề? Các mục tiếp theo của bài báo này sẽ trả lời câu hỏi này. Theo TCXD 205 : 1998 thì tải trọng tác dụng lên cọc là tải trọng tính toán, song sức chịu tải cho phép của cọc lấy bằng sức chịu tải cực hạn của cọc chia cho hệ số an toàn  $SF = 2 - 3$  (trừ phi tính theo công thức của SNiP thì sử dụng sức chịu tải tiêu chuẩn của cọc – đây chính là phương pháp trạng thái giới hạn trong thiết kế cọc). Như vậy, phương pháp tính toán móng cọc trong tiêu chuẩn Việt Nam nằm ở giữa phương pháp ứng suất cho phép và phương pháp trạng thái giới hạn. Trong đó, đối với cọc khoan nhồi ứng suất cho phép của bê tông và cốt thép lấy rất thấp. Vì vậy, tiêu chuẩn thiết kế móng cọc nói chung và cọc khoan nhồi nói riêng cần được xem xét để phù hợp với thực tế xây dựng nhà cao tầng hiện nay, hội nhập được với thế giới. Có thể phân tương tác cọc – nền (hay còn gọi là sức chịu tải theo đất nền) nên tính toán theo phương pháp ứng suất cho phép với hệ số an toàn  $SF = 2 - 3$ , sức chịu tải theo vật liệu của cọc khoan nhồi thuộc về bài toán kết cấu (kể cả tải dọc trục hay tải trọng ngang tác dụng lên cọc) nên tính theo phương pháp trạng thái giới hạn với hệ số an toàn riêng của vật liệu lấy cao hơn so với các cấu kiện chịu nén - uốn thông thường do cọc được thi công đổ tại chỗ dưới đất.

## 2. Tải trọng, tác động và tổ hợp của chúng

Tải trọng bao gồm 2 cấp: (i) tải trọng tiêu chuẩn và (ii) tải trọng tính toán. Trong đó, tải trọng tiêu chuẩn là các đặc trưng cơ bản của tải trọng. Tải trọng tính toán là tích của tải trọng tiêu chuẩn và hệ số độ tin cậy hay hệ

số vượt tải về tải trọng. Thông thường, tải trọng tính toán dùng để tính toán theo nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất (trạng thái giới hạn cực hạn). Còn tải trọng tiêu chuẩn được sử dụng để kiểm tra theo nhóm trạng thái giới hạn thứ hai và khi tính toán độ bền mỗi nếu không có các quy định nào khác trong các tiêu chuẩn thiết kế liên quan. Khi thiết kế theo phương pháp ứng suất cho phép đối với kết cấu và nền - móng phải sử dụng tải trọng tiêu chuẩn.

Tải trọng có thể được phân loại như sau:

- Tĩnh tải (phần kết cấu), tĩnh tải (bổ sung - phi kết cấu), tải trọng do ứng lực trước;
- Hoạt tải (trong quá trình sử dụng), hoạt tải (bổ sung - trong quá trình thi công...);
- Các tải trọng thay đổi khác: biến dạng nền (lún không đều), co ngót hay từ biến của vật liệu, tác động nhiệt thủy hóa, co ngót do đổ bê tông khối lớn,...;
- Tác động môi trường: tải trọng gió (bão), tác động do lụt (quy định trong tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-2005), tác động do thay đổi nhiệt độ...;
- Tải trọng đặc biệt: tác động động đất, tác động do nổ (khủng bố), tác động do cháy, tải trọng do lốc xoáy (ở đây không xét đến trong trường hợp này trừ khi có yêu cầu riêng); tải trọng do vi phạm nghiêm trọng quá trình công nghệ (ví dụ: nổ đường ống dẫn khí gas...), tác động của biến dạng nền do thay đổi cấu trúc đất (khi thi công tàu điện ngầm hay sự hạ mực nước ngầm lớn trong tương lai do khai thác nước ngầm).

Các giá trị của tải trọng tiêu chuẩn và hệ số độ tin cậy của các loại tải trọng lấy theo quy định của tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế hay các quy định riêng cho dự án.

Tổ hợp tải trọng bao gồm tổ hợp tải trọng cơ bản và tổ hợp tải trọng đặc biệt. Tổ hợp tải trọng cơ bản gồm các tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn và ngắn hạn. Tổ hợp tải trọng đặc biệt bao gồm tĩnh tải, tác động do ứng lực trước, tải trọng đặc biệt, hoạt tải hay tác động môi trường dự kiến có thể xảy ra đồng thời với tải trọng đặc biệt. Hệ số vượt tải hay tổ hợp tải trọng lấy theo các quy định của tiêu chuẩn áp dụng cho dự án.

### 3. Hoạt tải, hoạt tải gara, sân đỗ trực thăng

Khi thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam, hoạt tải phải lấy theo TCVN 2737 : 1995. Nếu thiết kế theo tiêu chuẩn nước ngoài, hoạt tải sẽ lấy theo tiêu chuẩn sẽ áp dụng. Các giá trị tải trọng này có thể không lấy nhỏ hơn các giá trị quy định trong TCVN 2737 : 1995.

Riêng đối với gara ô tô, TCVN 2737 : 1995 quy định giá trị hoạt tải đối với các loại xe có tổng trọng lượng  $\leq 2.5 T$  (tấn lực) lấy bằng  $500 \text{ daN/m}^2$ , không phân biệt hoạt tải ở khu vực đỗ xe hay đường xe chạy. Quy định như vậy có thể quá thiên về an toàn do TCVN 2737 : 1995 căn cứ vào tiêu chuẩn SNIIP 2.01.07-85\* cũ. Trong khi đó tiêu chuẩn Nga SNIIP 2.01.07-85\* phiên bản 2011 quy định đối với xe hơi có tổng trọng lượng nhỏ hơn  $3 T$  thì hoạt tải phân bố ở khu vực đỗ xe là  $350 \text{ daN/m}^2$ , ở khu vực đường dốc và đường vào là  $500 \text{ daN/m}^2$ . Khi thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam có thể kiến nghị chấp nhận các giá trị này. Lý do, đối với gara xe hơi tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-05 quy định hoạt tải lấy bằng  $192 \text{ daN/m}^2 < 350 \text{ daN/m}^2$ . Theo tiêu chuẩn Anh BS 6399: Part 1:1996, đối với xe hơi có tổng trọng lượng  $2.5 T$ , hoạt tải lấy bằng  $250 \text{ daN/m}^2 < 350 \text{ daN/m}^2$ . Tiêu chuẩn châu Âu EN 1991-1-1:2002 quy định, đối với xe hơi có tổng trọng lượng nhỏ hơn hoặc bằng  $3 T$ , hoạt tải có thể lấy trong khoảng từ  $150$  đến  $250 \text{ daN/m}^2$ . Như vậy, giá trị  $350 \text{ daN/m}^2$  khuyến cáo cho gara là có thể chấp nhận được. Các tổ hợp cao tầng thường có nhiều sàn làm gara nên lấy đúng tải trọng sẽ đảm bảo an toàn và tiết kiệm. Do TCVN 2737 : 1995 có giá trị pháp lý, nên đề xuất đã nêu chỉ là kiến nghị để chủ đầu tư và tư vấn thiết kế xem xét.

Nhà cao tầng hiện nay có thể phải làm bãi đáp trực thăng. Do chưa có quy định cụ thể về sân đỗ máy bay trực thăng, khi tính toán phải lấy theo nhiệm vụ thiết kế. Song, hoạt tải đối với sân đỗ máy bay trực thăng có thể tham khảo theo tiêu chuẩn Mỹ UBC:1997. Cụ thể là: Tải trọng đối với bến đỗ, bãi đáp hay sân đỗ máy bay trực thăng sẽ được xác định như sau: (i) tĩnh tải của kết cấu cộng với tổng trọng lượng thực tế của máy bay trực thăng, (ii) lực tập trung do va đập trên  $1$  phút vuông ( $0.093 \text{ m}^2$ ) lấy bằng  $0.75$  lần tổng trọng lượng của trực thăng nếu hạ cánh bằng thiết bị giảm chấn thủy lực, hoặc  $1.5$  lần tổng trọng lượng trực thăng nếu hạ cánh bằng càng có số cứng, (iii) hoạt tải phân bố lấy bằng  $4.8 \text{ kN/m}^2$ . Ngoài ra, cũng có thể tham khảo tiêu chuẩn EN 1991-1-1:2002: đối với trực thăng loại HC1 với tải trọng cất cánh  $Q \leq 20 \text{ kN}$  thì tải trọng tập trung  $Q_k = 20 \text{ kN}$  trên diện tích  $0.2 \text{ (m)} \times 0.2 \text{ (m)}$ , đối với trực thăng loại HC2 với tải trọng cất cánh  $20 \text{ kN} < Q \leq 60 \text{ kN}$  thì tải trọng tập trung  $Q_k = 60 \text{ kN}$  trên diện tích  $0.3 \text{ (m)} \times 0.3 \text{ (m)}$ .

### 4. Tải trọng gió

Khi tính toán tải trọng gió đối với nhà cao tầng cần hiểu và xác định đúng các giá trị đầu vào để thiết kế vì nhà cao tầng khác với nhà thấp tầng là sự ứng xử của tải trọng ngang là nổi trội so với tải trọng thẳng đứng. Các nhà cao tầng ở nước ta có thể còn cho phép thiết kế theo tiêu chuẩn nước ngoài. Vì vậy, việc xác định đúng số liệu đầu vào dùng trong thiết kế là cần thiết.

#### 4.1 Hệ số độ tin cậy và hệ số tầm quan trọng theo TCVN 2737 : 1995

Nhà cao tầng (có chiều cao  $\geq 100\text{m}$ ) thường có tuổi thọ  $100$  năm, nên khi tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737:1995, hệ số độ tin cậy nên nhân thêm với hệ số tầm quan trọng (hay còn gọi là hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp) lấy bằng  $1.15$  (hoặc hệ số độ tin cậy lấy thẳng bằng  $1.37$  cho tuổi thọ  $100$  năm thay vì  $1.2$  ứng với công trình có tuổi thọ  $50$  năm). Ở nước ta, hệ số tầm quan trọng của công trình cũng được xét đến trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu chịu động đất TCXDVN 375:2006.

#### 4.2 Chuyển đổi vận tốc gió và số liệu đầu vào của tải trọng gió

Khi sử dụng các tiêu chuẩn nước ngoài để thiết kế, cần chuyển đổi số liệu đầu vào cho phù hợp với đặc trưng tính toán của các tiêu chuẩn đó (vận tốc gió trung bình, thời gian đo vận tốc gió trung bình, chu kỳ lặp,...).

Các tiêu chuẩn nước ngoài thường sử dụng vận tốc hay áp lực gió cơ sở, lấy trung bình trong khoảng thời gian: 3s (Mỹ, Australia), 10 phút (EN, Nga) hay 1h (Anh, Canada), tại độ cao 10 m, địa hình chuẩn phổ biến tương đương dạng B của TCVN 2737:1995, chu kỳ lặp thông thường là 50 năm.

a) *Dạng địa hình*: So sánh dạng địa hình giữa TCVN 2737:1995, SNiP 2.01.07-85\* (2001) và ASCE 7-05 cho trong bảng 1. Như vậy dạng địa hình gần như tương đương dạng B của ta.

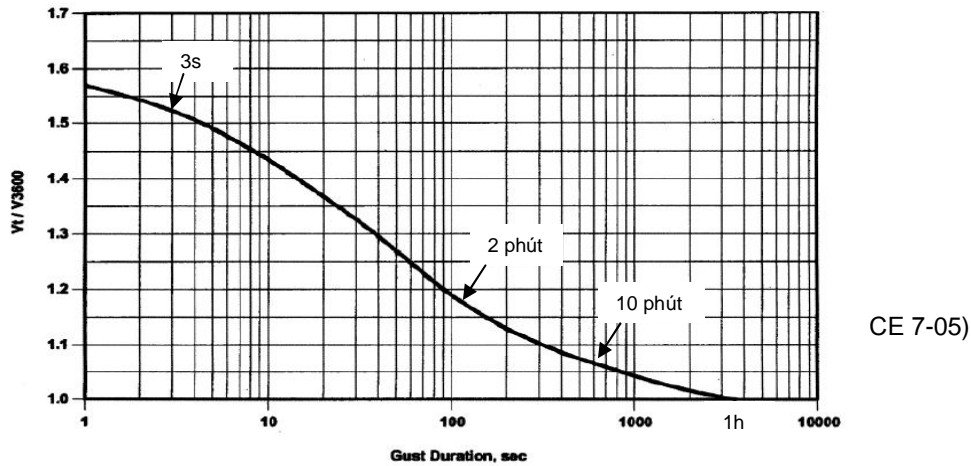
### Địa hình B – chuẩn

**Bảng 1.** Các dạng địa hình tải gió

Dạng địa hình theo TCVN 2737:1995	A Thoảng H<1.5m	B 1.5m<H<10m	C 10m<H	
Dạng địa hình theo SNiP 2.01.07-85* (2001)	A Thoảng, H<10m		B 10m<H<25m	C 25m<H
Dạng địa hình theo ASCE 7-05 <sup>(b)</sup>	D thoảng, mở, bờ biển	C nông thôn thoảng H<9.1m	B thành thị	

Ghi chú: H là chiều cao các công trình.

b) *Chuyển đổi vận tốc gió*: Do số liệu đầu vào của Việt Nam dựa trên vận tốc gió 3 s, chu kỳ lặp 20 năm nên khi chuyển đổi sang tiêu chuẩn nước ngoài: trước tiên phải chuyển sang chu kỳ lặp 50 năm sử dụng hệ số 1.2 đối với áp lực gió hoặc  $\sqrt{1.2}$  đối với vận tốc gió. Sau đó, có thể dùng đường cong Durst (hình 1) để chuyển từ vận tốc gió 3 s sang các vận tốc gió 10 phút hay 1h.



**Hình 1.** Chuyển đổi từ vận tốc gió trung bình t - giây sang gió 1 - giờ (nguồn ASCE 7-05)

Ví dụ: với chu kỳ lặp 50 năm, có thể chuyển đổi như sau:

$$v_{2\text{phút}} = 0.77 \cdot v_{3s} \quad W_{2\text{phút}} = 0.59 \cdot W_{50} \quad (1)$$

$$v_{10\text{phút}} = 0.70 \cdot v_{3s} \quad W_{10\text{phút}} = 0.49 \cdot W_{50} \quad (2)$$

$$v_{1h} = 0.66 \cdot v_{3s} \quad W_{1h} = 0.44 \cdot W_{50} \quad (3)$$

Trong đó  $v_{3s}$  và  $W_{50}$  là vận tốc và áp lực gió 3s, 50 năm.

Các giá trị về vận tốc và áp lực gió cơ sở chu kỳ lặp 50 năm thường được dùng để tính toán kết cấu hay móng cọc theo phương pháp ứng suất cho phép.

c) *Chuyển đổi chu kỳ lặp*: TCVN 2737:1995 sử dụng hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp dựa trên số liệu gió 3 s (hệ số này cũng được sử dụng trong QCVN 02-2009/BXD). Hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp lấy giống như hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp của Mỹ (gió 3s, xem ASCE 7-05), như sau:

$$v_T/v_{50} = 0.36 + 0.1 \cdot \ln(12 \cdot T) \quad (4)$$

$$C_p = (v_T/v_{50})^2 \quad (5)$$

Trong đó:  $v_T$  – vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp T năm;  $v_{50}$  - vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp 50 năm;  $C_p$  – hệ số chuyển đổi áp lực gió.

Trong khi chưa có công thức chuẩn đổi với chuyển đổi chu kỳ lặp của Việt Nam, có thể áp dụng áp dụng công thức (4) tính với gió 3s với các chu kỳ lặp khác nhau. Bảng 2 so sánh các hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp đổi với gió 3 s theo ASCE 7-05 và TCVN 2737 :1995.

**Bảng 2. Hệ số chuyển đổi áp lực gió 3 s theo các chu kỳ lặp khác nhau**

ASCE 7-05, gió 3s					category:	II	III-IV	
<b>T (year)</b>	5	20	50	100	500	720	1754	10,000
<b>C<sub>p</sub> =</b>	0.6	0.8	1.0	1.1	1.5	1.6	1.8	2.3
<b>TCVN 2737:1995, QCVN 02-2009/BXD</b>								
<b>C<sub>p</sub> =</b>	0.6	0.8	1.0	1.1	-	-	-	-

Đối với gió 10 phút nên sử dụng công thức chuyển đổi của BS hay Eurocode 1:

$$C_{prob} = \left( \frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n \quad (6)$$

$$C_p = (C_{prob})^2 \quad (7)$$

Trong đó:  $C_{prob}$  – hệ số chuyển đổi với vận tốc gió,  $p = 1/T$  – hệ số rủi ro trong 1 năm (annual risk), T – chu kỳ lặp tính theo năm, khi chưa có các giá trị riêng của các quốc gia, có thể lấy  $K = 0.2$  và  $n = 0.5$ .

Hệ số 1.4 chuyển đổi từ 5 năm lên 50 năm của Nga cũng gần giống như công thức này (bảng 3).

**Bảng 3. Hệ số chuyển đổi áp lực gió 10 phút theo các chu kỳ lặp khác nhau**

BS hay EN: gió 10 phút (hoặc 1h)					normal building			
<b>T (year)</b>	5	20	50	100	500	720	1754	10,000
<b>C<sub>p</sub>=</b>	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.4	1.6
LF(5 năm lên 50 năm) = 1/0.7=1.4 giống SNiP 2.01.07-85*								
<b>TCVN 2737:1995, QCVN 02-2009/BXD</b>								
<b>C<sub>p</sub>=</b>	0.6	0.8	1.0	1.1				
	LF=	1.64	> 1.4 theo SNiP					

Như vậy, cần lưu ý rằng nếu chuyển sang gió 10 phút thì hệ số chuyển đổi từ 50 năm về 5 năm là 1.4 chứ không phải 1.64 như đối với gió 3 s. Nếu tính gió 50 năm chuyển đổi là như nhau thì gió 5 năm tính theo hệ số 1.64 sẽ thấp hơn so với tính theo hệ số 1.4, khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ 2 sẽ mất an toàn hơn khi chấp nhận hệ số 1.64. Vấn đề này cần lưu ý khi biên soạn lại tiêu chuẩn TCVN 2737 mới dựa trên gió 10 phút.

**d) Tải trọng gió theo TCVN 2737:1990 và TCVN 2737:1995**

Ở miền Bắc, nhà cao tầng chủ yếu xây dựng ở Thủ đô Hà Nội. Vì vậy, mục này phân tích và so sánh tải trọng gió ở khu vực Hà Nội giữa 2 tiêu chuẩn TCVN 2737:1990 và TCVN 2737:1995 để có một bức tranh rõ hơn về số liệu đầu vào về tải trọng gió ở nước ta.

Theo TCVN 2737:1990, ở Hà Nội, gió 2 phút, chu kỳ lặp 20 năm,  $W_0 = 80 \text{ daN/m}^2$ , vận tốc gió 2 phút sẽ là 35.77 m/s. Vận tốc gió này tương đương với vận tốc gió cấp 12 theo thang bão Beaufort (từ 119 đến 33 km/h hay từ 33 đến 37 m/s – bão của Việt Nam lấy theo vận tốc gió trung bình 2 phút). Theo công thức (1) thì áp lực gió 2 phút bằng  $80 \text{ daN/m}^2$  tương đương với áp lực gió 3 s là  $135 \text{ daN/m}^2$ .

Trong khi đó, theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 thì tại Hà Nội, áp lực gió 3 s, 20 năm là  $95 \text{ daN/m}^2$ .

Do có sự chênh lệch về số liệu vận tốc gió giữa 2 tiêu chuẩn TCVN 2737:1990 và TCVN 2737:1995, có thể có sự biến đổi khí hậu trong tương lai, cần có phân tích và nhận xét về các số liệu này khi chưa có một số liệu chính xác nào của cơ quan khí tượng thủy văn. Tuy nhiên, các công trình của ta xưa nay thiết kế theo TCVN 2737:1995 vẫn an toàn so với TCVN 2737:1990 do mặc dù lấy áp lực gió 3s nhưng các công thức tính toán vẫn như gió 10 phút.

e) *Các vấn đề khác*: Nhà cao tầng thường có mặt bằng phức tạp, mặt đứng cũng thay đổi theo chiều cao, hệ số khí động cần được xác định chính xác. Ngoài ra, các vấn đề dao động vuông góc với luồng gió thổi, gió xoắn, mất ổn định khí động, tiện nghi với người sử dụng, ảnh hưởng của các công trình lân cận, gió lên các kết cấu bao che,... cũng cần được quan tâm. Có thể cần có thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động để xác định các hệ số áp lực gió đối với kết cấu chịu lực và bao che, mất ổn định khí động, hiện tượng gió quẩn và dao động vuông góc với luồng gió, cũng như các vấn đề về môi trường và tiện nghi sử dụng dưới tác dụng của tải trọng gió.

## 5. Tác động động đất

Theo tiêu chuẩn TCXDVN 375:2006, đặc trưng cơ bản của tác động động đất là giá trị đỉnh gia tốc nền tham chiếu lấy trên nền đá gốc loại A, chu kỳ lặp 500 năm (xác suất xảy ra động đất là 10% trong 50 năm). Tuy nhiên, các nhà cao tầng thường có hệ số tầm quan trọng khi tính toán động đất  $\gamma_I = 1.25$ , tương ứng với chu kỳ lặp 1000 năm (xác suất xảy ra động đất là 10% trong 100 năm). Theo Phụ lục F của tiêu chuẩn TCXDVN 375 : 2006 đối với công trình cao hơn 60 tầng phải thiết kế với gia tốc nền lớn nhất có thể xảy ra. Song, không rõ chu kỳ lặp lấy như thế nào: 1000, 2500, 10000 năm hay nhiều hơn? Hiệp hội nhà cao tầng thế giới CTBUH (2008) kiến nghị sử dụng chu kỳ lặp xấp xỉ 2500 năm khi thiết kế kháng chấn. Tiêu chuẩn ASCE 7-05 quy định gia tốc cực đại xem xét ứng với chu kỳ lặp 2500 năm. Giá trị gia tốc nền ứng với chu kỳ lặp 2500 năm sẽ phải tham khảo kết quả nghiên cứu của Viện Vật lý địa cầu. Song, theo tiêu chuẩn TCXDVN 375 : 2006 (hay Eurocode 8), điều 2.1 (4), giá trị này có thể xác định như sau dựa vào giá trị gia tốc nền ứng với chu kỳ lặp 500 năm. Thực chất, đây là hệ số tầm quan trọng  $\gamma_I$  của công trình:

$$\gamma_I \approx (T_{LR}/T_L)^{-1/k} = (500/2500)^{(-1/3)} = 1.71 \quad (8)$$

$$\text{hay } a_{g(2500 \text{ year})} = 1.71 * a_{gR} \quad (9)$$

Ví dụ: công trình siêu cao tầng xây dựng ở Từ Liêm, Hà Nội với  $a_{gR} = 0.1081g$  (trong đó  $g$  là gia tốc trọng trường lấy bằng  $9.87 \text{ m/s}^2$ ) thì  $a_{g(2500 \text{ year})} = 1.71 * 0.1081g = 0.185g$ . Giá trị  $a_g = 0.185g$  nằm giữa cấp VII (0.1g) và cấp VIII (0.2g) theo thang MSK-64.

Trong khi chưa có số liệu động đất cung cấp bởi Viện Vật lý địa cầu, có thể lấy hệ số tầm quan trọng  $\gamma_I = 1.71$  khi thiết kế theo TCXDVN 375:2006 đối với nhà cao từ 60 tầng trở lên.

Khi tính toán theo TCXDVN 375 : 2006, lưu ý chuyển sang phổ chuyển vị để tính toán vì chu kỳ dao động riêng cơ bản của các nhà siêu cao tầng thường lớn hơn 4s. Ngoài ra, cần phải có nghiên cứu kỹ về hệ số ứng xử  $q$  đối với các nhà siêu cao tầng khi tính với chu kỳ lặp 2500 năm hay nhà có các tầng cứng out-riggers.

Kiến nghị nên sử dụng tiêu chuẩn UBC:1997 hay ASCE 7-05 để tính toán động đất đối với nhà siêu cao tầng vì các tiêu chuẩn này có phổ phản ứng gia tốc tương ứng với chu kỳ cơ bản  $T_1 = 10s$  (tương đương với chu kỳ dao động riêng cơ bản của nhà 100 tầng bê tông cốt thép). Hơn nữa, Mỹ có rất nhiều kinh nghiệm xây dựng nhà siêu cao tầng hơn là châu Âu đặc biệt ở các khu vực bị ảnh hưởng bởi động đất. Khi thiết kế theo UBC:1997, hệ số vùng Z có thể lấy bằng  $a_{gR}/g$ . Còn khi thiết kế theo ASCE 7-05, cần có sự chuyển đổi công phu hơn (các tác giả hy vọng sẽ được trình bày riêng ở một bài báo hay báo cáo khác).

Trong các nhà cao tầng đa chức năng hiện nay, do yêu cầu kiến trúc ở các tầng thấp cần có các không gian rộng. Một số trường hợp phải bố trí sàn chuyển hay dầm chuyển. Các kết cấu này thường vượt khẩu độ lớn, chịu một trọng lượng rất lớn truyền từ các tầng phía trên qua các cột hay vách chịu lực. Vì vậy, tác động động đất theo phương thẳng đứng phải được xét đến. Khi ấy cần phải xác định trị số đỉnh gia tốc nền theo phương thẳng đứng  $a_{gv}$ , theo TCXDVN 375:2006 thì  $a_{gv} = 0.9a_g$ . Tuy nhiên, do thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội là các đô thị có thể không gần với chấn tâm động đất, cần có thêm trị số cường độ chấn động sóng bề mặt  $M_s$ , và tham khảo thêm các tiêu chuẩn khác như EN 1998-1:2004 (Eurocode 8 khuyến nghị 2 giá trị:  $a_{gv} = 0.9a_g$  với  $M_s > 5.5$  độ Richter và  $a_{gv} = 0.45a_g$  với  $M_s \leq 5.5$ ), UBC 1997... hay tham vấn các cơ quan chuyên môn như Viện Vật lý địa cầu để có được các giá trị hợp lý áp dụng trong tính toán.

## 6. Kết luận

Bài báo này đã tổng kết các nội dung liên quan đến tải trọng và tác động khi thiết kế nhà cao tầng ở nước ta. Các yêu cầu chung về tải trọng và tác động đã được đề cập. Trong đó có hoạt tải gara nên lấy giảm xuống  $350 \text{ daN/m}^2$  như tiêu chuẩn SNIIP (2011), tải trọng đối với bãi đáp trực thăng lấy theo nhiệm vụ thiết kế hoặc

theo UBC:1997 hay Eurocode 1. Khi tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737:1995, đối với nhà cao hơn 20 tầng, hệ số độ tin cậy 1.2 phải nhân thêm với hệ số tầm quan trọng 1.15 (hay hệ số độ tin cậy  $\gamma = 1.37$ ) do các nhà này thường có tuổi thọ 100 năm không phải là 50 năm. Vấn đề hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp đối với tải trọng gió ứng với gió 3s và gió 10 phút cũng được đề cập. Đây là các điểm cần chú ý khi soát xét tiêu chuẩn 2737:1995 mới. Một số kiến nghị khi tính toán động đất đối với nhà cao hơn 60 tầng hoặc có chu kỳ dao động riêng cơ bản lớn hơn 4s cũng được xem xét, trong đó có hệ số tầm quan trọng, chu kỳ lặp tính toán động đất, phổ phản ứng chuyển vị hay tiêu chuẩn UBC:1997 với đường cong phổ phản ứng gia tốc ứng với chu kỳ dao động riêng lớn hơn 4s (tới 10s). Tất cả các tổng kết và kiến nghị này đều đã được phân tích, đánh giá có tham chiếu một số tiêu chuẩn nước ngoài sao cho việc thiết kế kết cấu cao tầng, an toàn và kinh tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ASCE/SEI 7-05 Minimum design loads for buildings and other structures, *published by American Society of Civil Engineers, Virginia, USA, 338 p, 2006.*
2. BS 6399 : 1996 Loading for buildings: Part 1. Code of practice for dead and imposed loads, *British Standard institution, September, UK, 11 p.*
3. BS 6399 : 1997 Loading for buildings: Part 2. Code of practice for wind loads, *British Standard institution, July, UK, 92 p.*
4. BS EN 1991-1: 2002 Eurocode 1: Actions on structures, *British Standard institution, July, UK.*
5. BS EN 1998-1: 2004 Design of structures for earthquake resistance, *British Standard institution, April, UK, 2005, 229 p.*
6. CTBUH Recommendations for the seismic design of high-rise buildings, *Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) Publication, New York, USA, 2008.*
7. QCVN 02 : 2009/BXD Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng, *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.*
8. SNIIP 2.01.07-85\* Nagruzki i vyzdeistvies (Tải trọng và tác động), *Ministerstvo regionalnogo razvitija Rossijskoi Federasii (Bộ phát triển vùng Liên bang Nga), Izdanie oficialnoe (xuất bản chính thức), Moscow, Liên bang Nga. 96 p, 2011.*
9. TARANATH, B. S. Reinforced concrete design of tall buildings, *CRC Press Taylor & Francis Group, New Your, USA, 923 p, 2010.*
10. TCXDVN 375:2006 Thiết kế kết cấu chịu động đất, *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 296 trang.*
11. TCVN 2737:1990 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế, *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.*
12. TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế, *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.*
13. UBC:1997 Uniform Building Code, Vol. 2. *International Conference of Building Officials, Whittier, CA, USA.*