

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ KHÍ ĐỘNG PHỤC VỤ THIẾT KẾ NHÀ CAO TẦNG CÓ HÌNH DẠNG ĐẶC THÙ Ở VIỆT NAM

DETERMINATION OF PRESSURE COEFFICIENTS FOR THE DESIGN OF HIGH-RISE BUILDINGS WITH UNCONVENTIONAL SHAPES IN VIETNAM

Nguyễn Ngọc Huy¹, Tống Sĩ Biền², Đỗ Văn Mạnh³

^{1,2,3}*Viện Khoa học công nghệ xây dựng*
Email: nguyenngochuy1004@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses2-18>

TÓM TẮT: Tiêu chuẩn TCVN 2737:2023 đã cập nhật và bổ sung các giá trị hệ số khí động cho nhiều loại kết cấu và công trình xây dựng, đa dạng hơn so với phiên bản TCVN 2737:1995. Tuy nhiên, trong thực tế thiết kế, ngày càng xuất hiện nhiều công trình nhà cao tầng có tiết diện ngang có hình dạng đặc thù nhằm đáp ứng yêu cầu thẩm mỹ và công năng, nhưng lại chưa được đề cập cụ thể trong tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam cũng như các tiêu chuẩn quốc tế. Việc áp dụng trực tiếp các hệ số khí động từ tiêu chuẩn hiện có đối với các công trình này là không đảm bảo độ chính xác trong tính toán tải trọng gió. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong ống thổi khí động tại Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng nhằm xác định hệ số khí động cho một số dạng nhà cao tầng có tiết diện đặc thù, phù hợp với điều kiện tự nhiên tại Việt Nam.

TỪ KHOÁ: Tải trọng gió, ống thổi khí động, nhà cao tầng, hệ số khí động, hình dạng đặc thù

ABSTRACT: TCVN 2737:2023 has updated and expanded the values of pressure coefficients for a wider range of structural types and building configurations compared to its predecessor, TCVN 2737:1995. However, in contemporary design practice, an increasing number of high-rise buildings are being constructed with uniquely shaped cross-sections to meet architectural and functional requirements. These configurations are not explicitly addressed in the current Vietnamese standards or in most international codes. The direct application of pressure coefficients from existing standards to such structures may lead to inaccuracies in wind load estimations. This paper presents the results of a wind tunnel experimental study conducted at the Institute for Building Science and Technology to determine pressure coefficients for several high-rise building forms with atypical cross-sections, reflecting natural wind conditions in Vietnam.

KEYWORDS: Wind load, wind tunnel, high-rise buildings, pressure coefficient, unconventional shapes.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong khoảng ba thập niên trở lại đây, Việt Nam đã ghi nhận sự phát triển mạnh mẽ của các công trình nhà cao tầng với hình khối kiến trúc phức tạp. Những dự án tiêu biểu như tổ hợp Keangnam Hanoi Landmark Tower, Trung tâm thương mại Vietinbank, hay tòa tháp Landmark 81 là minh chứng rõ rệt cho xu hướng này. Các công trình này không chỉ có chiều cao vượt trội mà còn sở hữu hình dạng hình học phức tạp. Do đó, việc xác định tải trọng gió tác động đã được thực hiện thông qua các thí nghiệm trong ống thổi khí động (wind tunnel testing) nhằm đạt được độ chính xác cao và đảm bảo an toàn kết cấu.

Bên cạnh đó, ngày càng có nhiều công trình được thiết kế với hình dạng đặc thù, chẳng hạn như hình chữ H, T, U hoặc L. Dù phổ biến trong thực tiễn xây dựng tại Việt Nam, các hình dạng này lại chưa được bao phủ đầy đủ trong các tiêu chuẩn hiện hành về xác định tải trọng gió. Điều này dẫn đến nguy cơ áp dụng sai lệch các hệ số gió, từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả thiết kế và độ an toàn của công trình.

Đặc biệt, đối với các tiết diện có hình dạng chữ H, T, U, hoặc L, tác động của gió trở nên phức tạp hơn do hiện tượng tương tác giữa dòng gió và các cạnh góc, cùng với ảnh hưởng đáng kể của hướng gió. Những điều kiện này làm gia tăng sự biến thiên của áp lực gió cục bộ và tạo ra hiệu ứng khí động học bất lợi hơn so với các tiết diện đơn giản

như hình vuông hoặc hình chữ nhật. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nghiên cứu bổ sung và cập nhật các phương pháp xác định tải trọng gió phù hợp hơn đối với các công trình có hình dạng mặt bằng không tiêu chuẩn.

2. THÍ NGHIỆM TRONG ỐNG THỔI KHÍ ĐỘNG

Việc xác định tải trọng gió thông qua thí nghiệm trong ống thổi khí động đòi hỏi tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên lý mô hình hóa. Các điều kiện tương tự bắt buộc bao gồm: (i) tương tự về hình học giữa mô hình và công trình thực, (ii) tương tự về môi trường gió - bao gồm profile vận tốc gió và mức độ nhiễu loạn (turbulence intensity) và (iii) tương tự về động lực học của dòng chảy xung quanh công trình. Ngoài ra, các điều kiện tương tự khác trong thí nghiệm cũng được đảm bảo trong quá trình thực hiện nhằm duy trì độ chính xác và tính đại diện của kết quả.

Các thí nghiệm được trình bày trong nghiên cứu này được thực hiện tại ống thổi khí động của Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. Đây là loại ống thổi khí động dạng kín (Closed-Circuit Wind Tunnel), bố trí theo phương đứng, gồm hai nhánh đối lưu với tổng chiều dài 35,5 m và chiều cao 9,1 m.

Cụ thể, nhánh dưới của ống thổi có tiết diện $2\text{ m} \times 2\text{ m}$, được trang bị thêm phần mở rộng với bàn xoay có đường kính 4 m, cho phép điều chỉnh góc tấn của gió vào mô hình. Nhánh trên có tiết diện cao 2 m và rộng 8 m, tại vị trí bàn xoay được lắp đặt hệ thống cửa kính lớn nhằm phục vụ quan sát trực quan trong quá trình thí nghiệm.

Hệ thống tạo gió bao gồm bốn động cơ công suất lớn cùng với bộ điều khiển đồng bộ. Ống thổi được tích hợp đầy đủ các thiết bị phục vụ mô phỏng thực tế, bao gồm: bàn tạo nhám bề mặt mô hình, hệ thống đầu đo áp lực, hệ thống máy tính kết nối mạng nội bộ, các thiết bị thu thập và xử lý số liệu, cùng với các phần mềm chuyên dụng để phân tích kết quả.

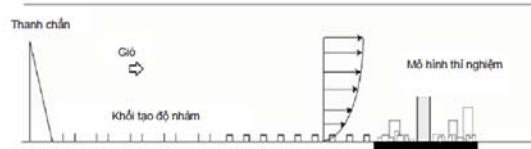
Các thông số kỹ thuật thu được từ thí nghiệm phục vụ trực tiếp cho thiết kế kết cấu và hệ bao che công trình, bao gồm:

Chuyển vị đỉnh công trình và gia tốc dao động tương ứng với các chu kỳ lặp khác nhau (ứng với hệ số tắt dần 1%, 1,5% và 2%);

Phân bố lực gió tĩnh tương đương tại các tầng, phục vụ thiết kế hệ kết cấu (ứng với hệ số tắt dần 1%, 1,5% và 2%);

Gia tốc dao động tại đỉnh công trình theo các chu kỳ lặp 0,1 năm, 1 năm và 10 năm;

Các hệ số áp lực khí động gồm giá trị lớn nhất, nhỏ nhất, trung bình và độ lệch chuẩn, dùng trong thiết kế hệ thống bao che công trình.



Hình 1: Sơ đồ tạo môi trường gió

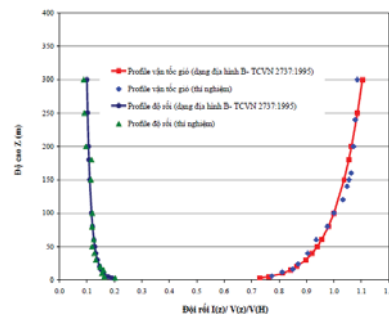
3. ĐIỀU KIỆN TRƯỜNG GIÓ

Điều kiện môi trường gió trong thí nghiệm được mô phỏng thông qua việc bố trí các khối tạo nhám và hệ thống thanh chắn trên sàn của ống thổi khí động (tham khảo Hình 1 và Hình 2). Các thanh chắn được thiết kế với khả năng thay đổi góc vát nhằm điều chỉnh profile vận tốc gió, sao cho phù hợp với các dạng địa hình tiêu chuẩn loại A, B và C theo quy định tại TCVN 2737:1995.



Hình 2: Mô phỏng môi trường gió trong ống thổi khí động

Chiều dài vùng bố trí khối tạo nhám, cũng như chiều cao của từng khối, được hiệu chỉnh linh hoạt cho đến khi đạt được profile độ rối (turbulence intensity profile) phù hợp với yêu cầu mô phỏng. Cả profile vận tốc gió và profile độ rối thu được từ thí nghiệm được so sánh và hiệu chuẩn dựa trên các giá trị tiêu chuẩn tương ứng với từng dạng địa hình nêu trên. Kết quả mô phỏng cho dạng địa hình B được trình bày chi tiết trong Hình 3.



Hình 3: Profile vận tốc gió và profile độ rối theo thí nghiệm và theo tiêu chuẩn (dạng địa hình B của TCVN 2737:1995)

4. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

4.1. Mô hình hóa

Tỉ lệ kích thước mô hình thí nghiệm được xác định theo phương trình 1:

$$\lambda_L = \frac{L_{WT}}{L_{FS}} \quad (1)$$

Trong đó:

λ_L : Tỉ lệ kích thước;

L_{WT} : Kích thước mô hình;

L_{FS} : Kích thước thực.

Tỉ lệ vận tốc gió giữa vận tốc gió trong ống thổi khí động và vận tốc gió thực được xác định theo phương trình 2:

$$\lambda_V = \frac{V_{WT}}{V_{FS}} \quad (2)$$

Trong đó:

λ_V : tỉ lệ vận tốc;

V_{WT} : vận tốc gió trong ống thổi khí động (lấy theo điều kiện của ống thổi khí động và khả năng của thiết bị);

V_{FS} : vận tốc gió thực.

Tỉ lệ thời gian lấy số liệu thí nghiệm trong ống thổi khí động được xác định theo phương trình 3:

$$\lambda_T = \frac{\lambda_L}{\lambda_V} \quad (3)$$

4.2 Mô hình thí nghiệm

Bốn mô hình nhà cao tầng với các tiết diện hình chữ H, T, U, L với các kích thước thực (chiều cao $H = 100$ m (khoảng 30 tầng), chiều dài $D = 60$ m và chiều rộng $B = 60$ m) đã được lựa chọn để tiến hành thí nghiệm. Hình dạng và kích thước của các mô hình được lựa chọn dựa trên khảo sát các mô hình nhà cao tầng phổ biến ở Việt Nam hiện nay.

Các thông số về mô hình hóa như sau:

$$\text{Tỉ lệ mô hình : } \lambda_L = \frac{1}{200}$$

$$\text{Tỉ lệ vận tốc : } \lambda_V = \frac{1}{5}$$

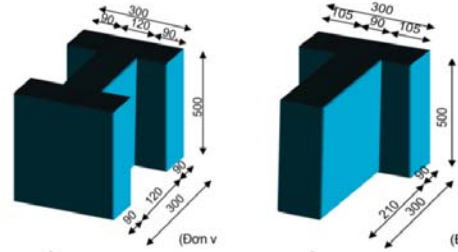
$$\text{Tỉ lệ thời gian : } \lambda_V = \frac{\lambda_L}{\lambda_V} = \frac{1/200}{1/5} = \frac{1}{40}$$

Vận tốc trung bình 10 phút thực tại độ cao đỉnh ($H = 100$ m) là $V_{FS}^{H,10 \text{ phút}} = 39$ (m/s).

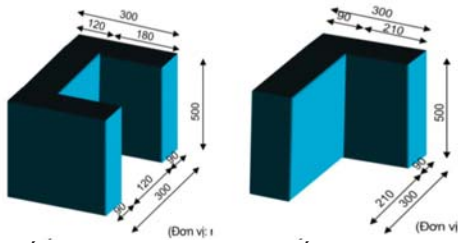
Vận tốc gió trung bình 10 phút trong ống thổi khí động tại độ cao đỉnh mô hình ($H = 500$ mm):

$$V_{H,10 \text{ phút}}^{WT} = \lambda_V \cdot V_{FS}^{H,10 \text{ phút}} = \frac{1}{5} \cdot 39 = 7,8 \text{ (m/s)}$$

Loại mô hình là mô hình cứng (mô hình đo áp lực). Vật liệu bằng Mica. Sơ đồ các mô hình thí nghiệm được thể hiện trong hình 4.

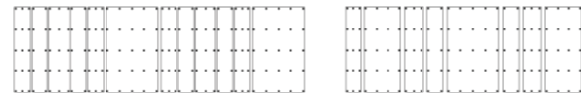


a) Tiết diện hình chữ H b) Tiết diện hình chữ T

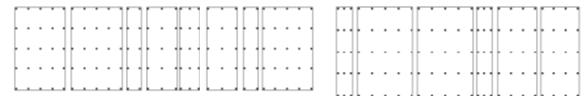


c) Tiết diện hình chữ U d) Tiết diện hình chữ L
Hình 4: Mô hình thí nghiệm nhà cao tầng (đơn vị: mm)

Sơ đồ bố trí các đầu đo áp lực cho các mô hình thí nghiệm được thể hiện trong hình 5.



a) Mô hình với tiết diện hình chữ H b) Mô hình với tiết diện hình chữ T



c) Mô hình với tiết diện hình chữ U d) Mô hình với tiết diện hình chữ L

Hình 5: Sơ đồ bố trí các cảm biến áp lực cho mô hình thí nghiệm (• là vị trí đầu đo áp lực)

Các mô hình thí nghiệm trong ống thổi khí động của Viện KHCN Xây dựng được thể hiện trong hình 6.



a) Mô hình với tiết diện hình chữ H b) Mô hình với tiết diện hình chữ T

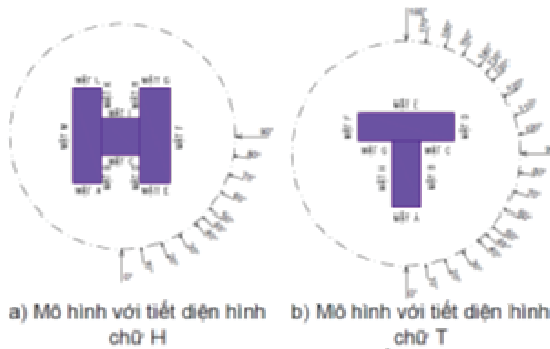


c) Mô hình với tiết diện hình chữ U d) Mô hình với tiết diện hình chữ L

Hình 6. Mô hình thí nghiệm nhà cao tầng trong ống thổi khí động

5. CÁC HƯỚNG GIÓ THÍ NGHIỆM

Các hướng gió thí nghiệm cho từng loại mô hình được thể hiện trong bảng 1 và hình 7.



Bảng 1. Các hướng gió thí nghiệm cho từng loại mô hình

STT	Loại mô hình	Hướng gió	Tổng các hướng gió
1	Mô hình có tiết diện hình chữ H	0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90° (hình 7a)	11
2	Mô hình có tiết diện hình chữ T	0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°, 120°, 130°, 135°, 140°, 150°, 160°, 170°, 180° (hình 7b)	21
3	Mô hình có tiết diện hình chữ U	0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°, 120°, 130°, 135°, 140°, 150°, 160°, 170°, 180° (hình 7c)	21
4	Mô hình có tiết diện hình chữ L	0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°, 120°, 130°, 135°, 140°, 150°, 160°, 170°, 180°, 315°, 320°, 330°, 340°, 350° (hình 7d)	21

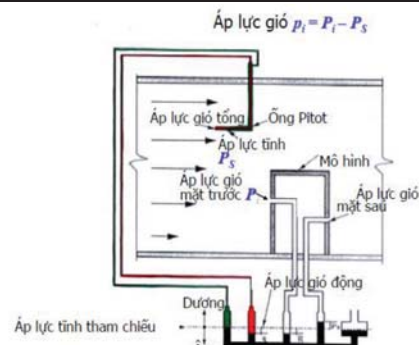
6. SƠ ĐỒ THÍ NGHIỆM

Sơ đồ bố trí thí nghiệm đo áp lực khí động học được minh họa trong Hình 8. Các đầu đo áp lực (pressure taps) được lắp đặt trực tiếp trên bề mặt các mô hình trong ống thổi khí động. Mỗi đầu đo được nối với hệ thống thu nhận áp lực động (Dynamic Pressure Measurement System - DPMS; xem Hình 9) thông qua ống dẫn có chiều dài 2 m và đường kính trong 1,2 mm.

Hệ thống DPMS cho phép thu nhận dữ liệu từ các cảm biến áp lực một cách đồng thời với tần số lấy mẫu đạt 500 Hz, đảm bảo khả năng ghi nhận chính xác các dao động áp lực trong thời gian thực. Tần số lấy mẫu này phù hợp để phân tích các hiện tượng dao động khí động học không ổn định trên bề mặt mô hình, đặc biệt là trong các điều kiện gió phức tạp.



Hình 7. Sơ đồ các hướng gió thí nghiệm cho mô hình thí nghiệm



Hình 8: Sơ đồ đo áp lực cho mô hình thí nghiệm trong ống thổi khí động

7. XỬ LÝ SỐ LIỆU

Chuỗi số liệu theo thời gian của các cảm biến áp lực được xác định theo phương trình sau:

$$C_p(i, t) = p(i, t) / p_H \quad (4)$$

Trong đó:

$C_p(i, t)$: Hệ số khí động tại cảm biến áp lực i tại thời gian t ;

$p(i, t)$: Áp lực tại cảm biến áp lực i tại thời gian t ;

p_H : Áp lực tham chiếu tại độ cao đỉnh mô hình thí nghiệm H.

Các hình vẽ đường đồng mức của các giá trị hệ số khí động (trung bình, lệch chuẩn, lớn nhất, nhỏ nhất) được tính từ các phương trình 4, 5, 6 và 7.

Các giá trị này được tính từ 10 chuỗi số liệu.

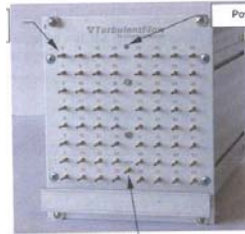
$$\bar{C}_p = \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} \bar{C}_p(n) \quad (5)$$

$$\tilde{C}_p = \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} \tilde{C}_p(n) \quad (6)$$

Trong đó:

$\bar{C}_p$: Hệ số khí động trung bình của chuỗi số liệu thứ n ;

$\tilde{C}_p$: Hệ số khí động lệch chuẩn của chuỗi số liệu thứ n .



Hình 9: Hệ thống thu nhận áp lực động DPMS

Bảng 2: Các hệ số BLUE cho phân bố Fisher-Tippett loại 1 (đối với 10 mẫu số liệu)[10]

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_i	0.22	0.16	0.13	0.11	0.096	0.081	0.067	0.054	0.042	0.029
b_i	-0.35	-0.091	-0.019	0.022	0.049	0.066	0.077	0.083	0.084	0.078

8. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Các kết quả thí nghiệm cho các hướng gió khác nhau đã được xử lý và thể hiện dưới các hình vẽ đường đồng mức.

Hệ số khí động C_p đã được thể hiện cho tất cả các mặt của các mô hình thí nghiệm và cho tất cả các hướng gió. Qua các kết quả thí nghiệm cho thấy, các hệ số khí động có giá trị dương tại các mặt đón gió và giá trị âm tại các mặt bên và khuất gió. Tại các vị trí cạnh, các hệ số khí động thay đổi nhanh

Các giá trị cực hạn (lớn nhất và nhỏ nhất) được xác định theo phương pháp Cook & Mayne, trong đó phân bố cực trị của các hệ số khí động được giả thiết theo phân bố Fisher-Tippett loại 1 (FT1).

Phương trình 7 được dùng tính hệ số khí động lớn nhất $\bar{C}_p$ và cũng được dùng cho tính hệ số khí động nhỏ nhất $\tilde{C}_p$.

$$\hat{C}_p = U_{\hat{C}_p} + \frac{1,4}{a_{\hat{C}_p}} \quad (7)$$

Trong đó:

$U_{\hat{C}_p}$: Mô hình của phân bố Fisher-Tippett loại 1;

$\frac{1,4}{a_{\hat{C}_p}}$: Độ phân tán của phân bố Fisher-Tippett loại 1.

loại 1.

và được tính theo phương pháp Best Linear Unbiased Estimators (BLUE) [9, 10, 11] (Phương trình 8 và 9).

$$U_{\hat{C}_p} = \sum_{i=1}^{10} a_i X_i \quad (8)$$

$$\frac{1}{a_{\hat{C}_p}} = \sum_{i=1}^{10} a_i X_i \quad (9)$$

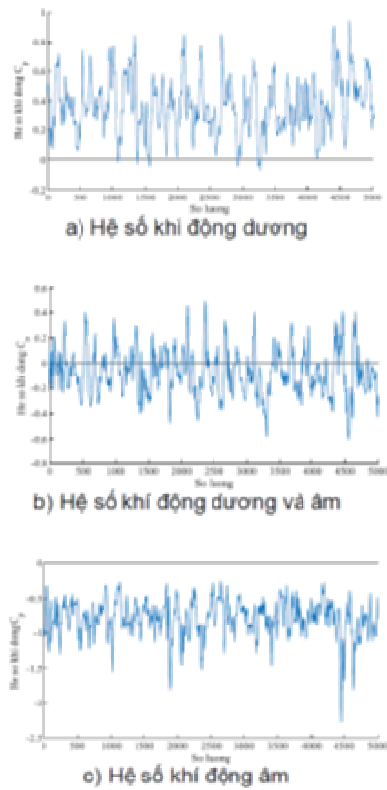
Trong đó:

X_i - Giá trị thứ i chuỗi giá trị tăng dần của các giá trị lớn nhất của 10 chuỗi số liệu;

a_i và b_i được xác định từ bảng 2.

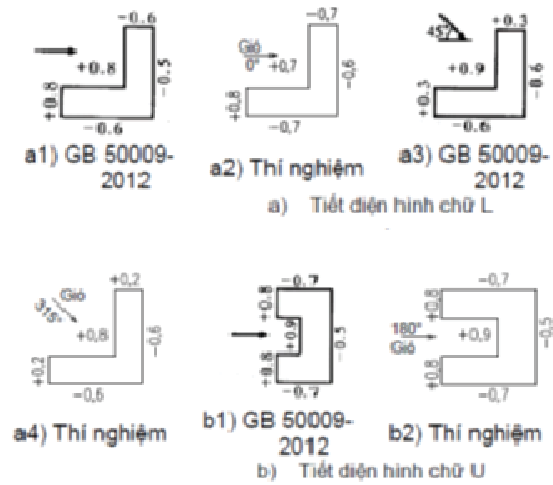
theo thời gian và không gian do sự tương tác giữa gió và mô hình (hiện tượng tách xoáy).

Các hình có hình dạng phức tạp thì giá trị của các hệ số khí động thay đổi nhiều với phân bố áp lực thay đổi nhanh theo các mặt và theo hướng gió tác dụng. Sự thay đổi hệ số khí động C_p thay đổi theo thời gian của một số vị trí trên mô hình (hệ số khí động dương (hình 10a), hệ số khí động dương và âm (hình 10b), hệ số khí động âm (hình 10c).



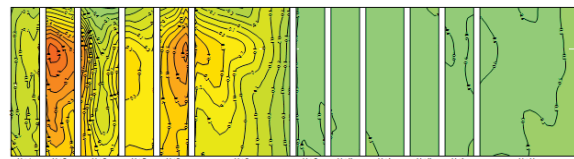
Hình 10: Sự thay đổi hệ số khí động C_p của một vị trí (hệ số khí động âm)

Các hệ số khí động (C_p) thu được từ các thí nghiệm đối với các mô hình có tiết diện ngang hình chữ L và chữ U đã được so sánh với các giá trị tương ứng trong tiêu chuẩn Trung Quốc GB 50009-2012 (xem Hình 11). Đối với mô hình có tiết diện ngang hình chữ L, tại hướng gió 0° , các giá trị C_p đo được tại các mặt lần lượt là +0,7, -0,7, -0,6, -0,7 và +0,8; trong khi đó, các giá trị theo tiêu chuẩn GB 50009-2012 lần lượt là +0,8, -0,6, -0,5, -0,6 và +0,8. Ở hướng gió 315° , các giá trị C_p trong thí nghiệm là +0,8, +0,2, -0,6, -0,6 và +0,2; so với các giá trị tiêu chuẩn là +0,9, +0,3, -0,6, -0,6 và +0,3. Nhìn chung, sự sai khác giữa kết quả thí nghiệm và tiêu chuẩn GB 50009-2012 là không đáng kể. Nguyên nhân của các sai lệch nhỏ này chủ yếu đến từ sự khác biệt về kích thước mô hình và điều kiện môi trường gió trong thí nghiệm, bao gồm cấu trúc profile vận tốc gió, profile độ rối và phổ gió - vốn khác biệt giữa tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995 và tiêu chuẩn Trung Quốc GB 50009-2012. Đối với mô hình có tiết diện ngang hình chữ H, các giá trị C_p đo được và giá trị tiêu chuẩn thể hiện sự tương đồng cao.

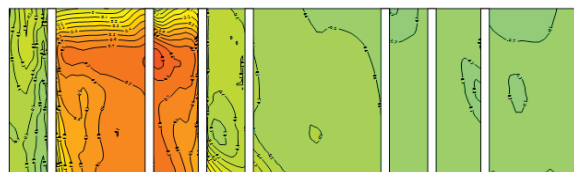


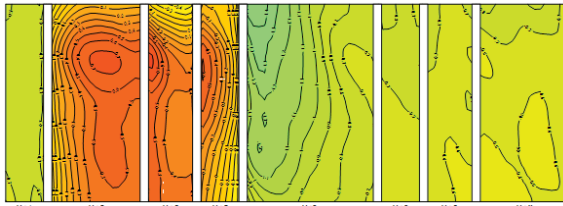
Hình 11: So sánh kết quả thí nghiệm với tiêu chuẩn Trung Quốc GB 50009-2012

Các kết quả thí nghiệm hệ số khí động C_p cho các mô hình thí nghiệm với tiết diện ngang hình chữ H, T, U và L cho các hướng gió khác nhau được thể hiện trong các hình 12-15.



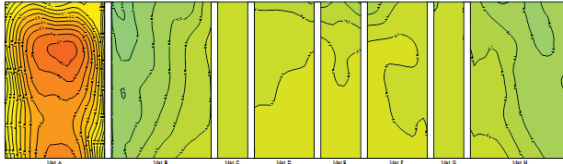
Hình 12: Phân bố C_p trên các mặt của mô hình với tiết diện hình chữ H



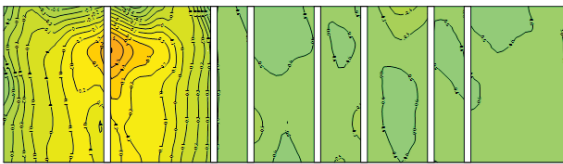


c) Hướng gió $\theta = 90^\circ$

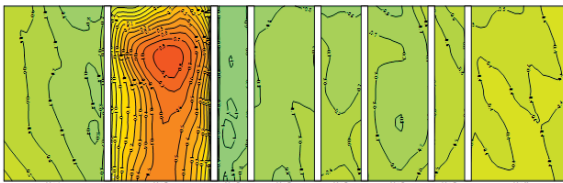
Hình 13: Phân bố C_p trên các mặt của mô hình với tiết diện hình chữ T



Hướng gió $\theta = 0^\circ$

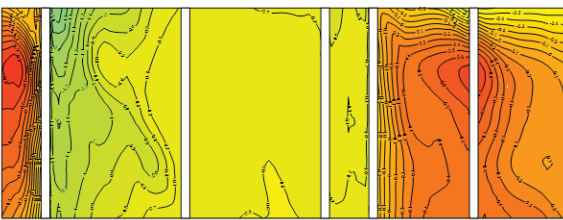


Hướng gió $\theta = 45^\circ$

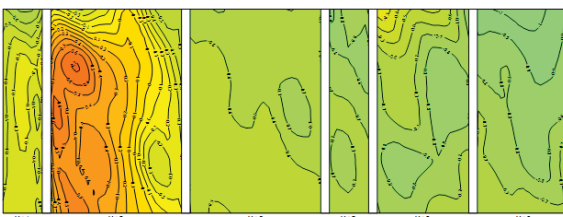


Hướng gió $\theta = 90^\circ$

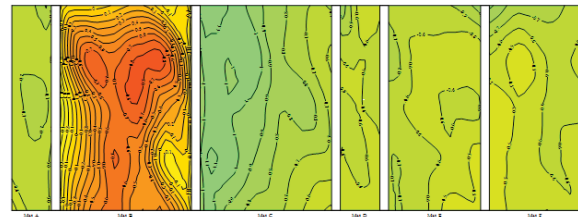
Hình 14: Phân bố C_p trên các mặt của mô hình với tiết diện hình chữ U



a) Hướng gió $\theta = 0^\circ$



b) Hướng gió $\theta = 45^\circ$

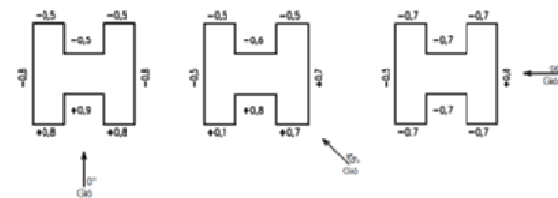


c) Hướng gió $\theta = 90^\circ$

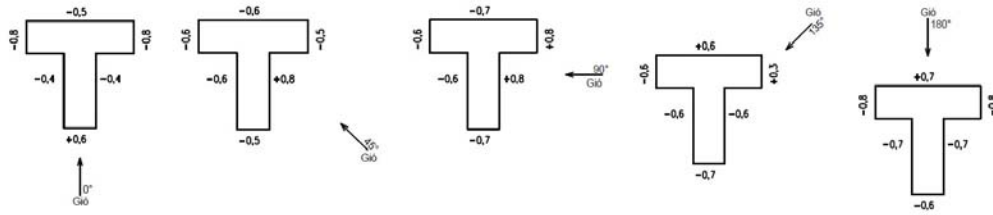
Hình 15: Phân bố C_p trên các mặt của mô hình với tiết diện hình chữ L

Dựa trên các kết quả thu được từ thí nghiệm khí động học đối với các mô hình nhà cao tầng có tiết diện ngang hình chữ H, T, U và L dưới tác động của các hướng gió khác nhau, các hệ số áp lực khí động C_p đề xuất cho từng dạng hình học và hướng gió chính đã được xác định và trình bày trong các Hình 16 đến Hình 19. Các giá trị C_p này được lựa chọn trên cơ sở tổng hợp và phân tích định lượng kết quả thí nghiệm, nhằm phản ánh một cách chính xác đặc điểm phân bố áp lực gió trên bề mặt công trình theo từng kiểu hình học và điều kiện gió điển hình. Việc đề xuất các hệ số C_p này có thể làm cơ sở tham khảo cho việc hiệu chỉnh hoặc xây dựng tiêu chuẩn thiết kế gió cho nhà cao tầng trong bối cảnh Việt Nam.

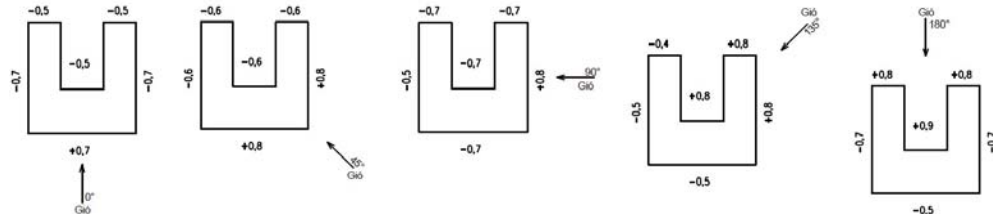
Các giá trị hệ số khí động C_p đề xuất đã được xem xét một cách hệ thống và so sánh với các giá trị tương ứng trong một số tiêu chuẩn quốc tế hiện hành. Qua phân tích, các hệ số C_p này thể hiện mức độ tương thích hợp lý với xu hướng chung của các tiêu chuẩn như GB 50009-2012 (Trung Quốc), AS/NZS 1170.2 (Úc – New Zealand) và EN 1991-1-4 (châu Âu), đồng thời phản ánh đặc điểm khí hậu và môi trường gió đặc thù tại Việt Nam. Do đó, các giá trị C_p được đề xuất hoàn toàn có thể được sử dụng làm cơ sở cho việc hiệu chỉnh, xây dựng hoặc cập nhật nội dung liên quan đến tải trọng gió trong tiêu chuẩn thiết kế tải trọng và tác động của Việt Nam (TCVN), góp phần nâng cao độ tin cậy và tính thực tiễn trong thiết kế công trình chịu tác động của gió.



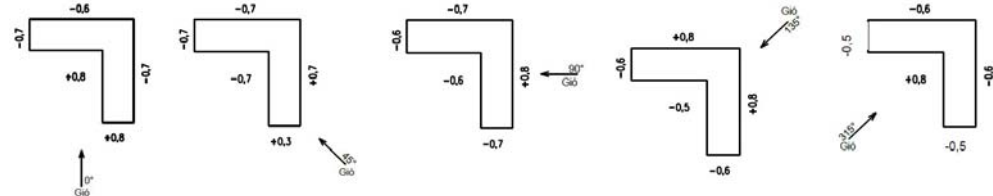
Hình 16. Hệ số khí động C_p cho mô hình thí nghiệm nhà cao tầng với tiết diện ngang hình chữ H



Hình 17: Hệ số khí động C_p cho mô hình thí nghiệm nhà cao tầng với tiết diện ngang hình chữ T



Hình 18: Hệ số khí động C_p cho mô hình thí nghiệm nhà cao tầng với tiết diện ngang hình chữ U



Hình 19: Hệ số khí động C_p cho mô hình thí nghiệm nhà cao tầng với tiết diện ngang hình chữ L

9. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm khí động học trên bốn mô hình nhà cao tầng với tiết diện ngang điển hình gồm hình chữ H, T, U và L, trong các điều kiện môi trường gió tuân theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995. Các thí nghiệm được thực hiện với nhiều hướng gió khác nhau, từ đó thu được các hệ số áp lực khí động C_p tại nhiều vị trí trên bề mặt công trình.

Các giá trị C_p được thể hiện trực quan bằng các đường đồng mức áp lực cho toàn bộ cảm biến áp lực và từng hướng gió khảo sát, cho phép đánh giá cụ thể sự phân bố áp lực gió trên các dạng hình học công trình khác nhau. Dựa trên các kết quả này, các hệ số C_p đặc trưng đã được đề xuất cho từng mô hình theo các hướng gió chính. Các giá trị này đồng thời đã được so sánh với các hệ số trong tiêu chuẩn Trung Quốc GB 50009-2012 và một số tiêu chuẩn quốc tế khác, cho thấy mức độ tương thích hợp lý và sai lệch không đáng kể, chủ yếu do sự khác biệt về điều kiện mô hình và môi trường gió.

Các hệ số khí động C_p đề xuất có thể được sử dụng như cơ sở tham khảo trong thiết kế công trình chịu tải trọng gió tại Việt Nam, cũng như phục vụ

cho việc điều chỉnh, bổ sung nội dung tiêu chuẩn tải trọng và tác động của Việt Nam (TCVN). Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp dữ liệu thực nghiệm có giá trị, đồng thời hỗ trợ định hướng cải tiến phương pháp thiết kế gió cho nhà cao tầng phù hợp với điều kiện khí hậu trong nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] AIJ Recommendations for Loads on Buildings (2015), Architectural Institute of Japan.
- [2] American Society of Civil Engineers (2017). ASCE/SEI 7-16: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.
- [3] Australian/New Zealand Standard (2016). AS/NZS 1170.2: Australian/New Zealand Standard, Structural design actions, Part 2 : Wind actions.
- [4] European Standard (2005). Eurocode 1: Actions on structures, BS EN 1991-1-1:2005.
- [5] GB 50009-2012 (2012), Load Code for the Design of building Structures.

- [6] IS: 875 (Part3) (1987), Wind Loads on Buildings and Structures.
- [7] National Building Code of Canada (2015). NBCC 2015: National Building Code of Canada.
- [8] TCVN 2737: 1995 (1995), Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.
- [9] TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.
- [10] J. D. Holmes, Wind Loading of Structures, Spon Press, London, UK, 2001.
- [11] N. J. Cook, J. R. Mayne (1980), A refined working approach to the assessment of wind loads for equivalent static design, *J. of Wind Eng. & Ind. Aerody.*, 125-137.
- [12] J. Lieblein (1974), Efficient methods of extreme-value methodology, Natl. Bur. Stand. (U.S.) Rep. NBSIR 74- 602,1974.
- [13] Vũ Thành Trung và cộng sự (2018), Báo cáo tổng kết đề tài "Xác định hệ số khí động của một số dạng nhà cao tầng trong ống thổi khí động theo điều kiện Việt Nam", mã số RD 73 – 16.