

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Nguyễn Lệ Thủy

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG GIÓ LÊN
KẾT CẤU PANO TẮM LỚN TRONG ĐIỀU KIỆN
VIỆT NAM

Chuyên ngành: Kỹ thuật xây dựng

Mã số: 9580201

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2023

Công trình được hoàn thành tại:
VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Người hướng dẫn khoa học:

- 1) PGS.TS Nguyễn Hồng Sơn
- 2) TS Vũ Thành Trung

Phản biện 1:

GS.TS Nguyễn Tiến Chương - Trường ĐH Thủy lợi

Phản biện 2:

PGS.TS Vũ Hoàng Hiệp – Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội

Phản biện 3:

PGS.TS Nguyễn Trung Hiếu – Trường ĐH Xây dựng Hà Nội.

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện,
họp tại: Phòng họp tầng 2, Viện khoa học công nghệ xây dựng
vào hồi giờ ngày tháng năm 2023

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Viện Khoa học công nghệ xây dựng
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài nghiên cứu

Tại Việt Nam, trong những năm gần đây, hệ thống tiêu chuẩn phục vụ thiết kế tính toán các loại kết cấu khác nhau ngày càng được hoàn thiện hơn. Tuy nhiên, vẫn có những loại kết cấu, chưa có chỉ dẫn tính toán một cách cụ thể và tường minh. Một trong những loại kết cấu đó có thể kể đến đó là kết cấu pano tấm lớn dùng cho bảng quảng cáo đứng độc lập ngoài trời.

Trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu, quy định về tác động của gió lên kết cấu pano tấm lớn tương đối khác nhau về sự phân bố đều cũng như hợp lực tác dụng lên tấm bảng. Tương tự, giá trị hệ số khí động cũng khác nhau trong các tiêu chuẩn, điều này gây khó khăn cho người thiết kế tại Việt Nam.

Các nghiên cứu gần đây cũng quan tâm đến việc mô phỏng số bằng phần mềm Ansys Fluent hoặc thí nghiệm mô hình thu nhỏ trong ống thổi khí động đối với kết cấu pano tấm lớn dùng cho bảng quảng cáo. Mỗi nghiên cứu có cách tiếp cận khác nhau về tham số gió hoặc mô hình thí nghiệm. Việc nghiên cứu xác định tải trọng gió lên kết cấu pano là rất cần thiết. Vì vậy, tác giả lựa chọn đề tài “Nghiên cứu xác định tải trọng gió lên kết cấu pano tấm lớn trong điều kiện Việt Nam” để thực hiện luận án.

2. Mục đích nghiên cứu

Nhằm làm rõ hơn các điểm khác biệt trong tính toán tải trọng gió lên kết cấu pano bảng quảng cáo thông qua mô phỏng số và thí nghiệm mô hình thu nhỏ. Đề xuất giá trị hệ số lực và độ lệch tâm của lực gió tác động lên pano.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Bảng quảng cáo tấm lớn đứng độc lập, đặt ngoài trời ở trong và ngoài khu vực đô thị, kết cấu pano có hai mặt song song đặt trên một cột đỡ dạng ống tròn.

- Tải trọng gió lên pano thông qua tiêu chuẩn thiết kế, cũng như mô phỏng số bằng phần mềm Ansys Fluent và thí nghiệm mô hình thu nhỏ trong ống thổi khí động với việc mô hình hóa bảng quảng cáo là mô hình cứng.

4. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết về thông số gió, tải trọng gió lên bảng quảng cáo. Nghiên cứu mô phỏng số pano chịu tải trọng gió bằng phần mềm Ansys Fluent.

Nghiên cứu thí nghiệm trong ống thổi khí động đối với mô hình thu nhỏ bảng quảng cáo chịu tải trọng gió trong điều kiện Việt Nam.

5. Nội dung nghiên cứu

Các vấn đề liên quan và tải trọng gió lên bảng quảng cáo, một số tiêu chuẩn thiết kế và các nghiên cứu gần đây ở trong và ngoài nước đối với bảng quảng cáo.

Mô hình bảng quảng cáo trong mô phỏng số bằng phần mềm Ansys Fluent và mô hình thực nghiệm bảng quảng cáo thu nhỏ trong ống thổi khí động, làm rõ hơn tải trọng gió lên kết cấu bảng quảng cáo.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài nghiên cứu

- Làm rõ đặc điểm về kết cấu chịu lực, các hư hỏng thường gặp, phân tích nguyên nhân hư hỏng. Làm rõ ảnh hưởng của hệ số khí động và vị trí và giá trị lực gió tác động lên pano, lực tại chân cột.

- Làm rõ ảnh hưởng của tham số vận tốc gió và kích thước của pano, độ cao đặt pano, hướng gió tác động ảnh hưởng đến giá trị hệ số khí động, vị trí và giá trị của lực gió, lực chân cột thông qua mô phỏng số và thí nghiệm trong ống thổi khí động.

7. Cấu trúc luận án

Ngoài Mở đầu, kết luận và kiến nghị, những đóng góp mới về khoa học của Luận án, tài liệu tham khảo, các công trình khoa học đã công bố, 02 Phụ lục, Luận án được bố cục trong 4 chương: Chương 1. Tổng quan; Chương 2. Tính toán tải trọng gió lên pano tấm lớn theo một số tiêu chuẩn; Chương 3. Khảo sát tham số ảnh hưởng đến hệ số khí động và lực gió bằng phần mềm Ansys Fluent; Chương 4. Thí nghiệm mô hình bảng quảng cáo trong ống thổi khí động theo điều kiện Việt Nam.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Đặt vấn đề

Nghiên cứu tổng quan sẽ đề cập đến ba vấn đề chính, đó là: kết cấu bảng quảng cáo, tính toán tải trọng gió lên pano cũng như công cụ mô phỏng số và thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động. Ngoài ra, cũng tổng quan tình hình nghiên cứu tải trọng gió lên pano tấm lớn ở trong và ngoài nước trong những năm gần đây, với những kết quả đạt được và vấn đề còn tồn tại của các nghiên cứu, từ đó đề xuất vấn đề cần nghiên cứu trong luận án.

1.2. Kết cấu bảng quảng cáo

1.2.1. Khái niệm chung và phân loại

a) Khái niệm chung

Phương tiện quảng cáo ngoài trời được biết đến là bảng quảng cáo (gồm pano và cột đỡ). Diện tích pano đến 200 m², nhưng thường dưới 100 m². Nói chung, diện tích pano trên 40 m²/mặt được xem là pano tấm lớn.

b) Phân loại bảng quảng cáo

Có thể phân loại theo các tiêu chí như: (1) Số lượng bề mặt; (2) Bố trí đối với công trình xây dựng; (3) Bố trí tại các địa điểm; (4) Kết cấu pano, cột đỡ.

c) Kích thước phổ biến của bảng quảng cáo

Kích thước pano (3×6) m, (4×8) m hoặc (5×14) m và (6×18) m, diện tích tối đa 200,0 m². Chiều cao tối thiểu tính từ mặt đường đến cạnh pano thấp nhất là 8,0 m, khoảng cách tối thiểu từ mép đường đến cạnh pano là 15,0 m.

1.2.2. Đặc điểm kết cấu chịu lực

Kết cấu bảng quảng cáo gồm có: (i) kết cấu chính, gồm pano và cột đỡ, ngoài ra còn có dây neo hoặc chống xiên; (ii) kết cấu phụ trợ, gồm có lớp bọc, thang leo v.v..

1.2.3. Các hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng

1.2.3.1 Các hư hỏng bảng quảng cáo

Hư hỏng đối với bảng quảng cáo, mức độ nhẹ có thể rách tấm bọc hoặc hư hỏng khung pano, và cũng có thể ở mức độ nặng hơn như gãy ra đổ cột hoặc gãy cột.

1.2.3.2 Phân loại và nguyên nhân hư hỏng

Bảng quảng cáo có thể phân loại theo các hư hỏng: (1) Bề mặt bảng quảng cáo; (2) Kết cấu khung pano bảng quảng cáo; (3) Kết cấu cột đỡ pano bảng quảng cáo.

1.2.3.3 Phân tích nguyên nhân gây hư hỏng

Nguyên nhân chính gồm: (1) Do việc tính toán tải trọng gió tác động lên pano chưa chính xác; (2) Chưa chú ý đến việc thiết kế và thi công bảng quảng cáo.

1.3. Gió và tải trọng gió lên bảng quảng cáo

1.3.1. Khái quát về gió

Tác động của tải trọng gió lên công trình nói chung có đặc trưng rất phức tạp, tải trọng gió chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố: vị trí, địa hình, độ cao, hướng gió, v.v...

1.3.2. Tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió

Theo John D.Holmes (2015), hiện nay có 84 tiêu chuẩn thiết kế của các nước quy định việc tính toán tác động của tải trọng gió lên công trình, trong số đó có Việt Nam, Liên bang Nga, châu Âu, Mỹ, Nhật bản, Úc/New Zealand, Trung Quốc v.v...

1.3.3. Tải trọng gió lên kết cấu theo điều kiện Việt Nam

Số liệu gió được quy định trong QCVN 02:2022/BXD. Tải trọng gió tác động lên bảng quảng cáo được quy định trong TCVN 2737:1995 hoặc TCVN 2737:2023, phụ thuộc vào nhiều tham số, ví dụ: tham số gió (profile vận tốc gió, profile độ rói, chiều dài rói), vận tốc gió cơ sở lấy trung bình trong thời gian 3 s, chu kỳ lặp 20 năm.

1.4. Công cụ mô phỏng số và thí nghiệm bảng quảng cáo

1.4.1. Mô phỏng số bằng phần mềm

Công cụ mô phỏng gió nói chung có khá nhiều phần mềm, phần mềm thương mại mô phỏng tải trọng gió lên kết cấu thường dùng Ansys Fluent.

1.4.2. Thí nghiệm trong ống thổi khí động

Một số tiêu chuẩn (ASCE 7-16, EN 1991-1-4) cho phép thiết kế có sự trợ giúp của thí nghiệm. Việc thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động đã có nhiều nghiên cứu, cũng đã có quy trình thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động như: ASCE/SEI 49-2021 (Mỹ), AWES-QAM-1-2019 (Úc), JGJ/T 338-2014 (Trung Quốc) v.v... đã có nhiều thí nghiệm mô hình bảng quảng cáo trong ống thổi khí động (loại pano có một mặt, hai mặt song song hoặc không song song, ba mặt, với một hoặc hai cột đỡ).

1.5. Các nghiên cứu gần đây ở trong và ngoài nước về bảng quảng cáo

1.5.1. Trong nước

Ở trong nước, có ít nghiên cứu riêng về kết cấu bảng quảng cáo, có thể kể ra đó là: QCVN 17:2018/BXD, một số nghiên cứu về phòng chống thiên tai, lụt bão hoặc có các hội thảo về kỹ thuật gió (tại Hà Nội, Tp. Hồ Chí Minh v.v..).

1.5.2. Ngoài nước

Ở ngoài nước, có nhiều nghiên cứu có thể phân thành các nhóm sau:

Nhóm 1: Nghiên cứu tính toán tải trọng gió lên pano bảng quảng cáo

Các nghiên cứu của: Wang D., và cộng sự (2016, 2018), Li Z., (2018), Zhihao Li và cộng sự (2018), Delong Zuo và cộng sự (2012), Han Zhi-hui và cộng sự (2014),

Letchford, C.W (2001), Meyer và cộng sự (2017), Warnitchai, P. et al. (2009), Farooqui K.M (2021), Samith B.H.A.D. và cộng sự (2022) v.v...

Nhóm 2: *Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp tính toán và thiết kế bảng quảng cáo*

Các nghiên cứu của: Исаев А.В. (2005), Козлов М.В. (2009), Хусаинов, Д.М. (2014), Reza A.F. và cộng sự (2015), Paraschiv A.A., Gavrilesco.G (2019) v.v...

Ngoài ra, còn có tài liệu thiết kế điển hình CECS 148:2003 hoặc tiêu chuẩn thiết kế riêng dành cho bảng quảng cáo 07SG 526-2007 của Trung Quốc.

1.6. Vấn đề nghiên cứu đạt được và hướng nghiên cứu tiếp theo

Nội dung luận án sẽ tập trung vào nghiên cứu một số vấn đề sau đây:

- Tính toán tải trọng gió lên bảng quảng cáo theo một số tiêu chuẩn thiết kế, so sánh giá trị hệ số khí động và lực gió tác động lên bề mặt pano, lực tại chân cột đỡ theo một số tiêu chuẩn thiết kế;

- Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số gió, tỉ lệ kích thước và độ cao đặt pano đến hệ số khí động, lực gió, độ lệch tâm của lực gió thông qua phần mềm Ansys Fluent;

- Nghiên cứu xây dựng quy trình và thiết lập mô hình thu nhỏ bảng quảng cáo dùng cho thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động theo điều kiện Việt Nam, từ đó đề xuất giá trị hệ số lực và giá trị độ lệch tâm của lực gió áp dụng cho Việt Nam;

- Nghiên cứu xây dựng bảng tính nhằm tự động hóa tính toán lực gió tác động lên pano theo một số tiêu chuẩn thiết kế, chương trình tính UDF profile vận tốc gió dùng trong mô phỏng số bảng quảng cáo bằng phần mềm Ansys Fluent.

1.7. Kết luận chương 1

- Bảng quảng cáo đứng độc lập ngoài trời khá phổ biến ở Việt Nam, kết cấu chịu lực của chúng gồm pano và cột đỡ. Đã có một số hư hỏng hoặc phá hoại đối với pano, hoặc gãy/oằn cột đỡ cũng như nhỏ bật bu lông chân cột hoặc lật móng.

- Các nghiên cứu về kết cấu bảng quảng cáo ở trong nước còn khá khiêm tốn, việc tính toán tải trọng gió lên kết cấu bảng quảng cáo, các kỹ sư trong nước sử dụng TCVN 2737:1995 (kèm TCXD 229:1999), và gần đây là TCVN 2737:2023.

- Các nghiên cứu ở ngoài nước khá đa dạng, có sự khác nhau giữa các quy định trong các tiêu chuẩn về tham số gió, rối của gió, cũng như hệ số khí động (hệ số lực), lực gió và độ lệch tâm của lực gió theo các nghiên cứu là khác nhau v.v...

CHƯƠNG 2. TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ LÊN PANO TẮM LỚN THEO MỘT SỐ TIÊU CHUẨN

2.1. Đặt vấn đề

Chương này nghiên cứu về các thông số gió và việc chuyển đổi vận tốc gió, cũng như cách xác định hệ số khí động và lực gió theo một số tiêu chuẩn thiết kế, trên cơ sở đó xây dựng quy trình tính toán tải trọng gió lên pano của bảng quảng cáo phục vụ cho thực hành thiết kế. Trên cơ sở đó thực hiện một số ví dụ tính toán nhằm làm rõ cách tính toán và giá trị chênh lệch kết quả tính theo một số tiêu chuẩn thiết kế.

2.2. Các vấn đề về thông số gió và hệ số chuyển đổi vận tốc gió

2.2.1. Profile vận tốc gió

Profile vận tốc gió trung bình được biểu diễn theo hàm logarit hoặc hàm lũy thừa, profile vận tốc gió giật được biểu diễn theo hàm lũy thừa.

2.2.2. Profile độ rối

Profile độ rối $I(z)$ của gió được biểu diễn theo hàm logarit hoặc hàm lũy thừa.

2.2.3. Chiều dài rối

Chiều dài rối (L) được biểu diễn theo hàm lũy thừa.

2.2.4. Hệ số chuyển đổi vận tốc gió theo các chu kỳ lặp

Cần thiết chuyển đổi vận tốc gió theo các chu kỳ lặp khác nhau (3s, 20 năm; 3s, 50 năm; 10 phút, 50 năm).

2.3. Tính toán tải trọng gió lên pano bảng quảng cáo

2.3.1. Hệ số khí động và lực gió theo một số tiêu chuẩn

2.3.1.1 Hệ số khí động

Tiêu chuẩn thiết kế quy định việc xác định hệ số khí động (hệ số lực) ở mỗi nước là khác nhau. Tác giả luận án trình bày cách xác định hệ số khí động theo một số tiêu chuẩn (TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-16, ISO 4354:2009, AIJ, GB 50009-2012, IS 875(Part 3):2015, AS/NZS 1170.2:2011).

2.3.1.2 Lực gió tác động lên pano

Lực gió phân bố trên bề mặt pano, được quy đổi thành lực tập trung đặt đúng tâm pano (theo TCVN 2737:1995) hoặc lệch tâm pano (theo TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-16).

2.3.2. Xây dựng quy trình tính toán

Tác giả luận án xây dựng quy trình tính toán tải trọng gió lên pano bảng quảng cáo theo TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-16.

2.3.3. Lập bảng tính và ví dụ tính toán

2.3.3.1 Lập bảng tính

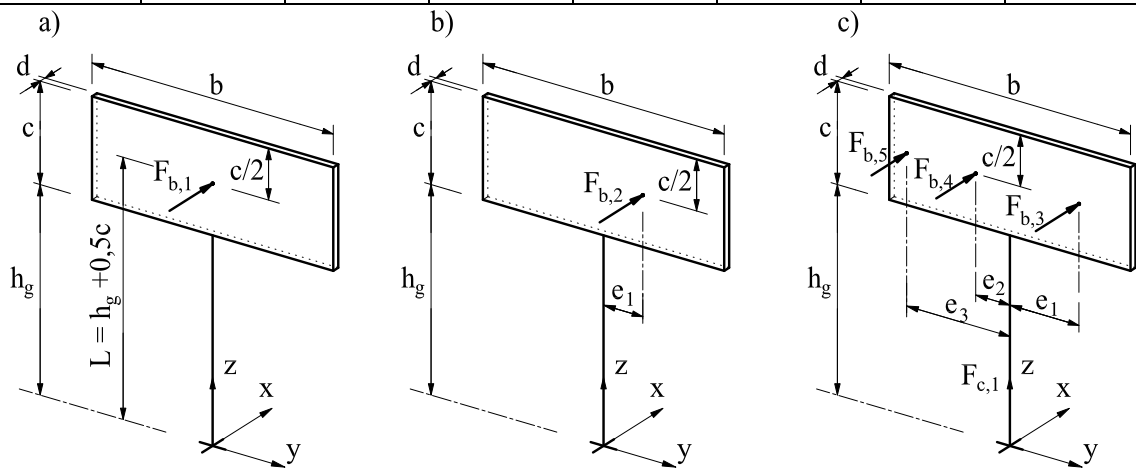
Trên cơ sở TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-16, tác giả luận án đã xây dựng bảng tính WSB trong Excel để tính toán lực gió và lực chân cột. Kiểm chứng kết quả tính so với các tính toán trong tài liệu kỹ thuật khác (chênh lệch dưới 1%), chứng tỏ bảng tính có đủ độ tin cậy.

2.3.3.2 Ví dụ 2.1

Bảng quảng cáo như Hình 2.4a, các kích thước pano và chiều cao cột đỡ, tần số dao động riêng n_1 được cho ở Bảng 2.5 (với hai Phương án 1 và 2). Phân vùng gió II-B (theo TCVN 2737:1995). Chưa xét ảnh hưởng của gió tác động lên cột đỡ.

Bảng 2.5. Thông số bảng quảng cáo

Phương án	Kích thước (m)				Cột (m)		Tần số n_1 (Hz)
	b	h_g	c	d	d_c	t_c	
1	18,0	15,0	6,0	1,4	1,2	0,018	0,9195
2	18,0	8,0÷15,0	6,0	1,4	1,2	0,018	0,9195



Hình 2.4. Mô hình tính toán và lực gió tác động

- (1) Kết quả tính toán theo Phương án 1: khi $L = 18$ m (Hình 2.4).
- (2) Kết quả tính theo Phương án 2: khi $L = (11÷18)$ m.
- (3) Kết quả khảo sát theo Phương án 1. Hệ số G_f ($c_s c_d$) được ghi ở Bảng 2.8.

Bảng 2.6. Kết quả tính theo các tiêu chuẩn (Phương án 1)

Lực gió và lực tại chân cột	TCVN 2737:1995	EN 1991-1-4	ASCE/SEI 7-16		
			TH. A	TH. B	TH. C
F_x (kN)	235,9	430,9	236,3	236,3	237,7
M_y (kN.m)	4245,7	7756,3	4253,1	4253,1	4279,3
M_z (kN.m)	0,0	1939,1	0,0	850,6	376,3
V (kN)	235,9	430,9	236,3	236,3	237,7

Bảng 2.7. Kết quả tính theo các tiêu chuẩn (Phương án 2)

Lực gió và lực chân cột	TCVN 2737:1995	EN 1991-1-4, với $c_s c_d$		ASCE 7-16	Chênh lệch %	
		= 1,0	≠ 1,0		(3)/(4)	(2)/(5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(3)/(4)	(2)/(5)
F_x (kN)	229,8	229,3	412,8	230,7	44,4	0,6
M_y (kN.m)	3447,1	3439,9	6191,8	3460,2	44,4	0,6
M_z (kN.m)	0,0	1032,0	1857,6	830,4	44,4	-
V (kN)	229,8	229,3	412,8	230,7	44,4	0,6

Bảng 2.8. Lực tại chân cột và hệ số giật

Kết quả tính	Ký hiệu	Địa hình	TCVN	EN	ASCE	Chênh (%)	
			(1)	(2)	(3)	(1)/(2)	(1)/(3)
Lực tại chân cột	V (kN)	A	230	491	241	-113,6	-4,8
		B	236	431	236	-82,7	-0,2
		C	189	319	224	-68,9	-18,6
	M_x (kN.m)	A	4136	8833	4335	-113,6	-4,80
		B	4246	7756	4253	-82,7	-0,18
		C	3401	5745	4033	-68,9	-18,58
	M_z (kN.m)	A	0,0	2208	867	-	-
		B	0,0	1939	851	-	-
		C	0,0	1436	807	-	-
Hệ số giật	G_f ($c_s c_d$)	A	1,44	1,34	1,09	6,7	24,07
		B	1,70	1,35	1,07	20,5	36,78
		C	1,95	1,30	1,02	33,5	47,89

(1) Kết quả tính toán theo Phương án 1: khi $L = 18$ m.

(i) Lực tập trung quy đổi tác động lên pano khi tính theo EN 1991-1-4 có giá trị lớn hơn nhiều so với khi tính theo TCVN 2737:1995 hoặc ASCE/SEI 7-16, giá trị tính theo TCVN 2737:1995 nhỏ hơn so với khi tính theo ASCE/SEI 7-16;

(ii) Lực tác động lên pano tính theo ASCE/SEI 7-16, trường hợp B (TH. B) gây lực chân cột lớn hơn so với trường hợp A (TH. A) và trường hợp C (TH. C).

(iii) Khi tính theo TCVN 2737:1995, thành phần động khá lớn so với thành phần tĩnh ($G_f = 1,696$), có khi giá trị lên tới $G_f \approx 1,95$ dẫn đến lực chân cột khá lớn. Cũng tương tự, khi tính theo EN 1991-1-4 sẽ cho thành phần cộng hưởng R khá lớn so với thành phần nền Q ($c_d \gg c_s$), dẫn tới $c_s c_d = 1,348$ lớn hơn $G_f = 1,072$ khi tính theo ASCE/SEI 7-16.

(2) Kết quả tính theo Phương án 2: khi $L = (11 \div 18)$ m.

Khi tính theo EN 1991-1-4, với việc lấy chiều cao công trình ở ranh giới $L = 15$ m, kết quả $c_s c_d = 1,0$ cũng chênh lệch khá lớn, nhưng với giá trị $c_s c_d = 1,0$ sẽ cho kết quả lực chân cột khá phù hợp so với khi tính theo TCVN 2737:1995 và ASCE/SEI 7-16.

Hệ số giật tính theo TCVN 2737:1995 vào khoảng 1,696 ($G \approx 1,7$), trong khi tính theo ASCE/SEI 7-16 có giá trị nhỏ hơn nhiều ($G_f \approx 1,1$), còn theo EN 1991-1-4 có bước nhảy tại chiều cao pano bảng quảng cáo $L = 15,0$ m (từ giá trị $c_s c_d = 1,0$ lên đến điểm có giá trị $c_s c_d \approx 1,377$). Như thế, cần lưu ý khi EN 1991-1-4 quy định với kết cấu bảng quảng cáo có chiều cao $L < 15,0$ m lấy hệ số $c_s c_d = 1,0$.

(3) Kết quả khảo sát theo Phương án 1.

- Lực chân cột (V và M_y) khi tính theo EN có giá trị lớn hơn khá nhiều so với khi tính theo TCVN và ASCE. Kết quả lực khi tính theo TCVN nhỏ hơn khi tính theo ASCE, nhưng chênh lệch không nhiều. Điều này cũng đúng cho mô hình tác động xoắn ở chân cột, tuy nhiên TCVN không xét đến lực gió tác động gây xoắn cho pano và cột.

- Giá trị hệ số giật (hệ số kết cấu) khi tính theo TCVN là khá lớn ($G \approx 1,95$ với địa hình dạng C), trong khi đó khi tính theo ASCE giá trị $G_f \approx 1,02 \div 1,09$. Còn khi tính theo EN, giá trị $c_s c_d \approx 1,30 \div 1,34$ và cũng thấy rằng, thành phần cộng hưởng ở trường hợp này là $R = 1,18 \div 1,38$, là khá lớn so với khi tính theo ASCE.

2.3.3.3 Ví dụ 2.2

Xác định giá trị hệ số khí động (hệ số lực) theo một số tiêu chuẩn thiết kế (TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-16), đối với 04 pano tấm lớn (ghi ở Bảng 2.9 và Bảng 2.10).

Kết quả tính giá trị hệ số khí động (hệ số lực) theo TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023 được ghi ở Bảng 2.9.

Bảng 2.9. Kết quả hệ số khí động theo TCVN 2737:1995 và TCVN 2737:2023

Stt	Kích thước pano (m)	Giá trị c_x theo TCVN		Chênh lệch (%)
		2737:1995	2737:2023	
1	6,0×9,0	1,26	1,550	23,01
2	6,0×12,0	1,26	1,575	25,00
3	6,0×18,0	1,26	1,625	28,96
4	5,0×14,0	1,26	1,600	26,98

Kết quả hệ số lực theo EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-16 được ghi ở Bảng 2.10.

Bảng 2.10. Kết quả hệ số lực theo EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-16

Stt	Kích thước pano (m)	c_f theo EN 1991-1-4	C_f theo ASCE/SEI 7-16			
			TH A TH B	TH C		
				Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3
1	6,0×9,0	1,8	1,8	2,25	1,50	
2	6,0×12,0	1,8	1,8	2,25	1,50	
3	6,0×18,0	1,8	1,8	2,60	1,70	1,15
4	5,0×14,0	1,8	1,8	2,60	1,70	1,15

2.4. Kết luận chương 2

- Tiêu chuẩn thiết kế quy định giá trị hệ số khí động (hệ số lực) khác nhau. Theo đó, giá trị hệ số khí động không thay đổi hoặc phụ thuộc vào kích thước pano, thậm chí còn phụ thuộc cả vào độ cao đặt pano.

- Đã xây dựng quy trình và lập bảng tính bằng phần mềm Excel để tính toán tải trọng gió lên bảng quảng cáo theo TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, EN 1991-1-4 và (ASCE/SEI 7-16).

CHƯƠNG 3. KHẢO SÁT THAM SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HỆ SỐ KHÍ ĐỘNG VÀ LỰC GIÓ BẰNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT

3.1. Đặt vấn đề

Chương này làm sáng tỏ sự khác nhau về hệ số khí động, lực gió và vị trí lực gió tác động lên pano thông qua việc khảo sát trong phần mềm mô phỏng Ansys Fluent.

3.2. Cơ sở lý thuyết và quy trình mô phỏng số CFD

3.2.1. Cơ sở lý thuyết

Ansys Fluent là phần mềm tính toán động lực học chất lưu (CFD), phần mềm thực hiện giải bài toán dựa trên phương pháp thể tích hữu hạn.

3.2.2. Quy trình mô phỏng số CFD

Để thực hiện tính toán trong Fluent cần thực hiện các trình tự sau: Xây dựng mô hình hình học; Xác định vùng không gian mô phỏng; Tạo lưới; Lựa chọn mô hình dòng rối; Thiết lập thuật giải; Chạy chương trình mô phỏng; Xử lý kết quả.

3.2.2.1 Chia lưới

Chọn kiểu lưới (dạng tứ diện, dạng lăng trụ, dạng kim tự tháp, dạng đa diện v.v.), số lượng phần tử, kích thước lưới, mật độ lưới.

3.2.2.2 Mô hình dòng rối

Mô hình dòng rối được sử dụng trong Ansys Fluent (09 mô hình), gồm: Spalart-Allmaras, $k-\epsilon$, $k-\omega$, $k-k\ell-\omega$, SST, R-S, SAS, DES, LES.

3.2.2.3 Mô hình hàm tường

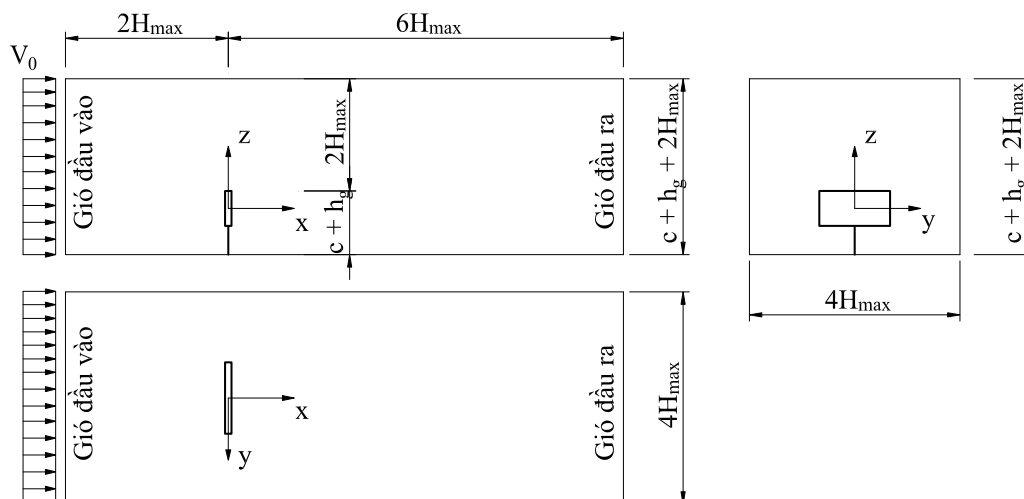
Ansys Fluent cung cấp sáu (06) lựa chọn phương pháp tiếp cận hàm tường, ví dụ: SWF, SAWF, NEWWF, EWT, M-L, UDWF.

3.2.3. Cụ thể hóa mô phỏng số trong Ansys Fluent

Mục này mô tả tóm tắt các bước thực hiện mô phỏng số, từ việc: tạo mô hình hình học (kích thước, chia lưới), gán các tham số mô hình, điều kiện biên và giải, kết quả.

3.3. Lựa chọn thông số mô phỏng trong phần mềm Ansys Fluent

Sử dụng mẫu bảng quảng cáo tỷ lệ thu nhỏ với kích thước $b \times c \times d = (1,8 \times 0,6 \times 0,06)$ m, khoảng cách pano so với mặt đất $h_g = 2,0$ m. Vận tốc gió đầu vào phân bố đều theo chiều cao $V_0 = 40,00$ m/s, tỷ trọng không khí $1,225$ kg/m³. Kết quả khảo sát nhằm lựa chọn được tham số dùng trong mô phỏng cho các khảo sát tiếp theo.



Hình 3.4. Vùng không gian mô phỏng trong Ansys Fluent

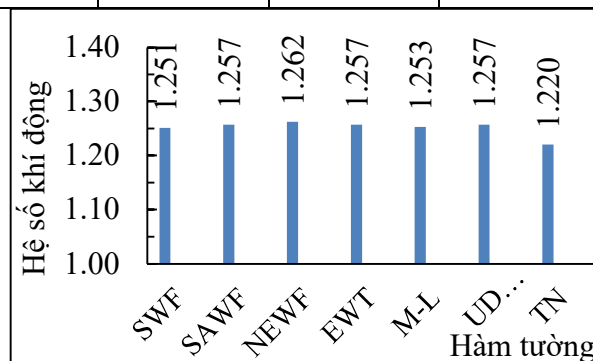
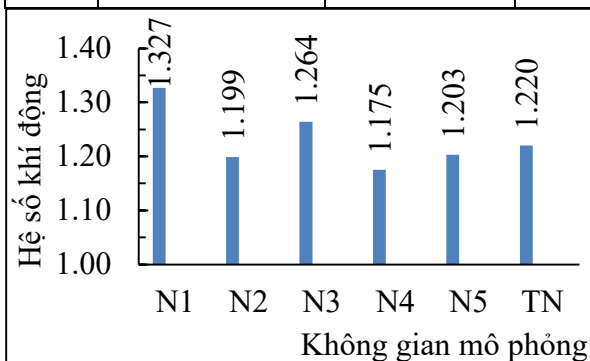
3.3.1. Lựa chọn kích thước vùng không gian mô phỏng

Vùng không gian mô phỏng có kích thước như ở Hình 3.3. Giá trị $C_{p,x}$ cho 5 vùng không gian chia lưới từ N1 đến N6, so sánh với kết quả thực nghiệm $C_{Fx} = 1,220$.

Từ Hình 3.4a và Bảng 3.4 cho thấy, chọn vùng không gian N2 là phù hợp.

Bảng 3.4. Các kích thước vùng không gian mô phỏng (TL 1:10)

STT	Vùng không gian	Kích thước (m)			Hệ số khí động $C_{p,x}$	Chênh lệch (%)
		Dài	Rộng	Cao		
1	N1	10,46	5,20	4,90	1,327	8,8
2	N2	20,86	10,40	7,50	1,199	-1,7
3	N3	31,26	15,60	10,10	1,264	3,6
4	N4	41,66	20,80	12,70	1,175	-3,6
5	N5	52,06	26,00	15,30	1,203	-1,4



a) Theo vùng không gian mô phỏng

b) Theo mô hình hàm tường

Hình 3.4. Giá trị hệ số khí động theo không gian mô phỏng và hàm tường

3.3.2. Lựa chọn mô hình dòng chảy rối

Kết quả hệ số khí động đối với 9 mô hình dòng rối và chênh lệch so với kết quả thực nghiệm $C_{Fx} = 1,220$. Thấy rằng, việc lựa chọn mô hình dòng rối k - epsilon là phù hợp nhất so với kết quả thực nghiệm (chênh lệch < 3%). Các mô hình dòng rối còn lại có chênh lệch so với kết quả thực nghiệm (chênh lệch từ 3,1% đến 5,8%).

3.3.3. Lựa chọn mô tả hàm tường

Chênh lệch kết quả hệ số khí động ứng với 06 mô tả hàm tường so với kết quả thực nghiệm ghi ở Hình 3.4b. Thấy rằng, mô tả hàm tường Standard Wall Functions phù hợp nhất đối với kết quả hệ số khí động giữa việc mô phỏng số và thực nghiệm.

3.3.4. Lực gió tác động lên pano

Kết quả tính toán lực, mô men xoắn và độ lệch tâm ghi ở Bảng 3.7.

Bảng 3.7. Kết quả lực, mô men xoắn và độ lệch tâm

Đại lượng và đơn vị	Trường hợp chảy tầng			Trường hợp chảy rối		
	Mặt trước	Mặt sau	Tổng thể	Mặt trước	Mặt sau	Tổng thể
Lực gió F_x (N)	755	738	1493	773	732	1505
M_y (N.m)	6,288	3,155	9,443	5,828	2,231	8,059
M_z (N.m)	8,110	94,193	102,303	7,516	90,744	98,260
e_y (m)	0,008	0,004	0,006	0,008	0,003	0,005
e_z (m)	0,011	0,128	0,069	0,010	0,124	0,065

Nhận xét:

- Kết quả hệ số khí động khá phù hợp với TCVN 2737:1995, ISO 4354:2009, AIJ, GB 50009-2012, IS 875, chênh lệch khá lớn so với ASCE/SEI 7-16, EN 1991-1-4.

- Kết quả lực xoắn quanh trục y-y và z-z, gây mô men xoắn cho pano, điều này phù hợp với TCVN 2737:2023, ASCE/SEI 7-16 và EN 1991-1-4.

- Các nghiên cứu tiếp theo sử dụng kiểu lưới tứ diện, kích thước không gian là $8H_{max} \times 4H_{max} \times 3H_{max}$, mô hình dòng rối k - epsilon, và mô hình hàm tường Standard Wall Functions, trong đó $H_{max} = \max(c+h_g, b)$.

3.4. Khảo sát tham số ảnh hưởng đến hệ số khí động và lực gió

3.4.1. Mẫu thử nghiệm số

Sử dụng 06 mẫu bảng cáo với tỷ lệ kích thước TL 1:10 và TL 1:30 (Bảng 3.6).

Bảng 3.8. Kích thước mẫu bảng quảng cáo (m)

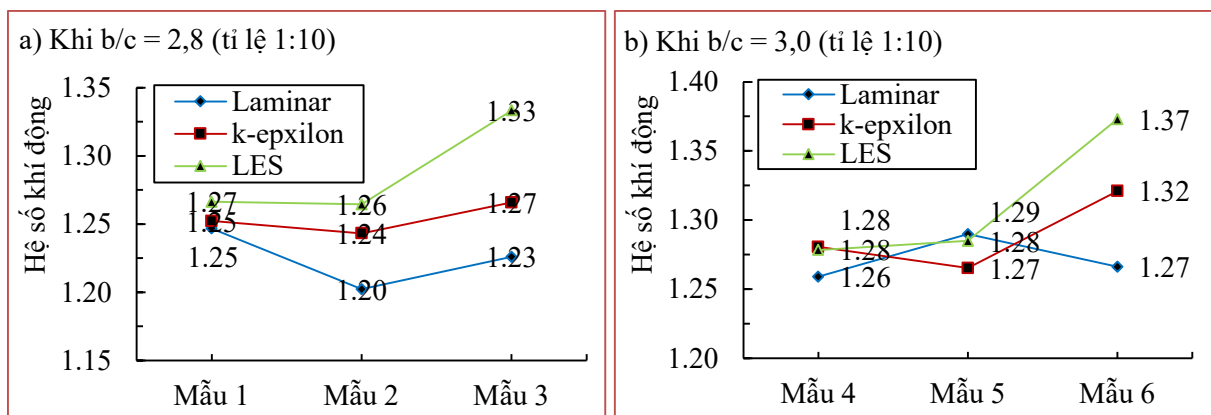
Mẫu số	Ký hiệu	Mẫu tỷ lệ 1:10					Mẫu tỷ lệ 1:30				
		b	c	h _g	d	d _c	b	c	h _g	d	d _c
1	M1	1,4	0,5	1,5	0,15	0,12	0,47	0,17	0,50	0,05	0,04
2	M2	1,4	0,5	1,2	0,15	0,12	0,47	0,17	0,40	0,05	0,04
3	M3	1,4	0,5	0,9	0,15	0,12	0,47	0,17	0,30	0,05	0,04
4	M4	1,8	0,6	1,8	0,15	0,12	0,60	0,20	0,60	0,05	0,04
5	M5	1,8	0,6	1,5	0,15	0,12	0,60	0,20	0,50	0,05	0,04
6	M6	1,8	0,6	1,2	0,15	0,12	0,60	0,20	0,40	0,05	0,04

Chú thích: Kích thước thực của các mẫu 1 đến mẫu 3 là $b \times c = (14 \times 5)$ m; mẫu 4 đến mẫu 6 là $b \times c = (18 \times 6)$ m. Chiều dày pano thực là $d = 1,5$ m, pano đặt ở các độ cao khác nhau, $h_g = 18$ m; $h_g = 15$ m; $h_g = 12$ m; $h_g = 9$ m. Chỉ mô phỏng pano trong phần mềm Ansys Fluent.

Tính cho ba (03) profile vận tốc gió, đó là theo TCVN 2737:1995 (VN95), TCVN 2737:2023 (VN23) và EN 1991-1-4 (EN), ứng với các mô hình dòng rối (Laminar và chảy k-epsilon, LES).

3.4.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu

Hình 3.12 biểu thị kết quả hệ số khí động trung bình của mẫu TL 1:10 ứng với 06 mẫu bảng quảng cáo với các mô hình rối khác nhau. So sánh với kết quả hệ số khí động trung bình khi mẫu TL 1:30.



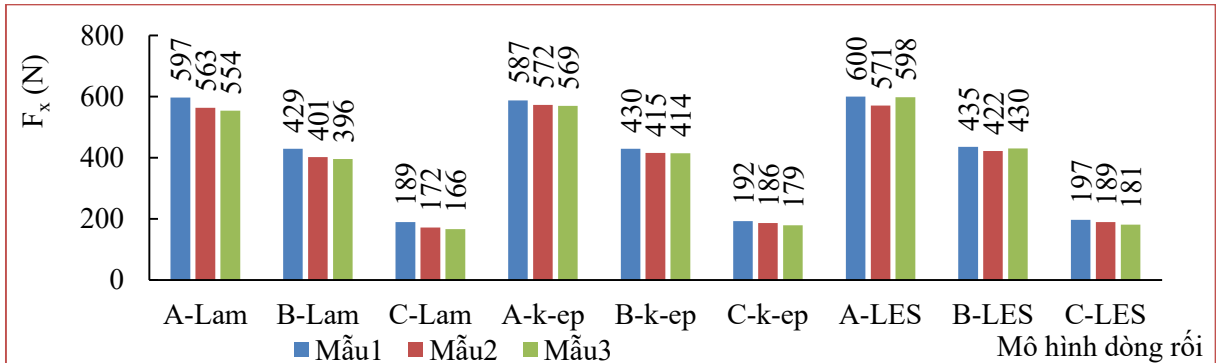
Chú thích: Tỷ số $b/c = 2,8$ và tỷ số $c/h_g = 0,33$, $c/h_g = 0,42$ và $c/h_g = 0,56$.

Hình 3.13. Hệ số khí động $C_{p,x}$ đối với các mẫu (TL1:10)

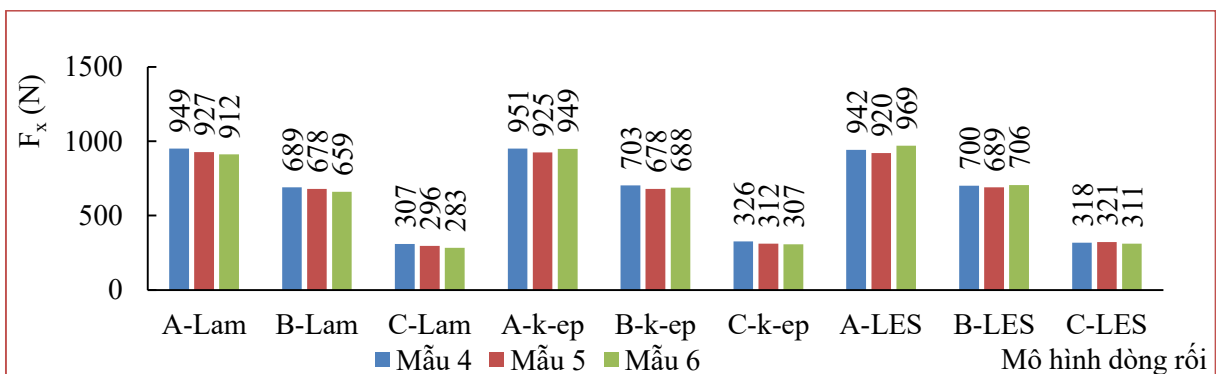
Nhận xét: Tỷ lệ bảng quảng cáo (TL 1:10) và (TL 1:30) ảnh hưởng không đáng kể đến giá trị của hệ số khí động $C_{p,x}$.

3.4.3. Ảnh hưởng của mô hình chảy rối

Hình 3.15 và Hình 3.16 biểu thị giá trị lực F_x đối với pano (14×5) m và (18×6) m với tỷ lệ (TL 1:10), các mô hình rối và dạng địa hình, tỷ số (c/h) khác nhau.



Hình 3.15. Lực F_z của 03 mẫu (TL 1:10)

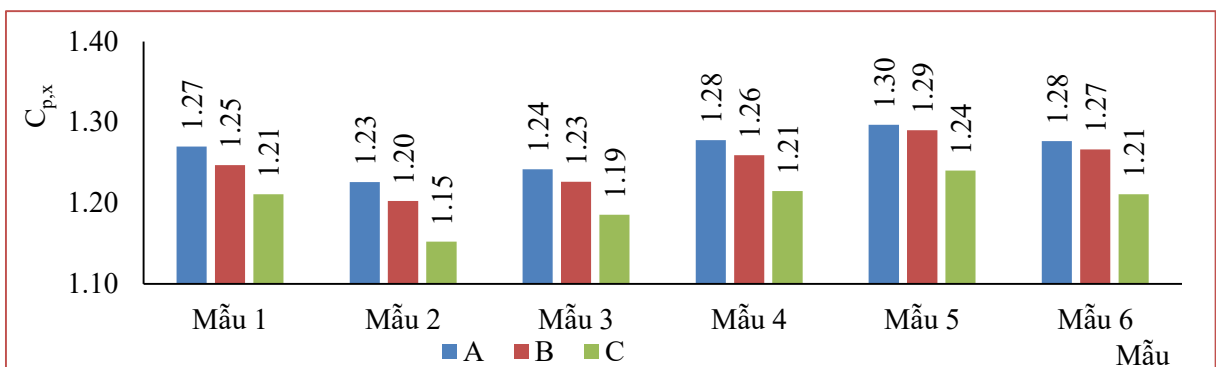


Hình 3.16. Lực F_x của 03 mẫu (TL 1:10)

Nhận xét: Mô hình chảy rối (với các địa hình dạng A, B và C) có ảnh hưởng đến lực gió F_x đối với các mẫu 1 đến mẫu 3, ít ảnh hưởng đối với các mẫu 4 đến mẫu 6.

3.4.4. Ảnh hưởng của dạng địa hình

Hình 3.17 biểu thị giá trị $C_{p,x}$ đối pano (14×5) m và (18×6) m với tỷ lệ (TL 1:10), mô hình chảy tầng và dạng địa hình (A, B và C), tỷ số (c/h) khác nhau.

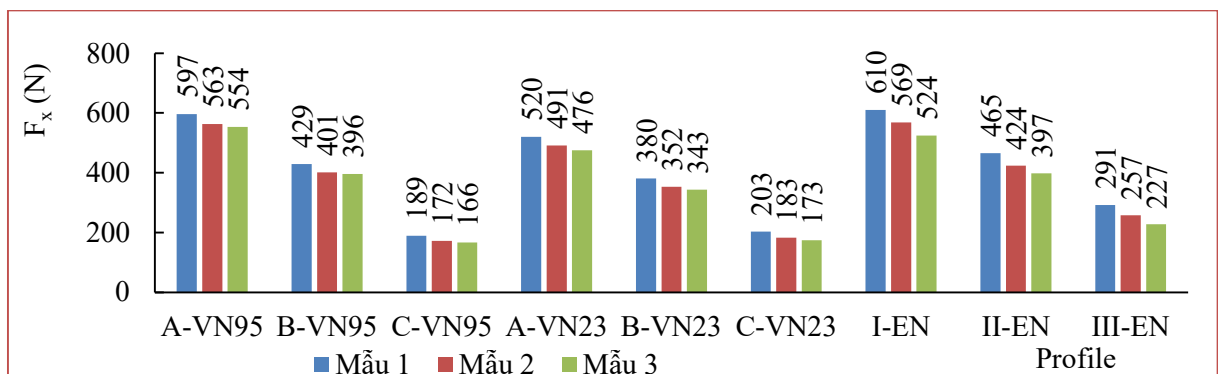


Hình 3.17. Hệ số khí động $C_{p,x}$ của pano

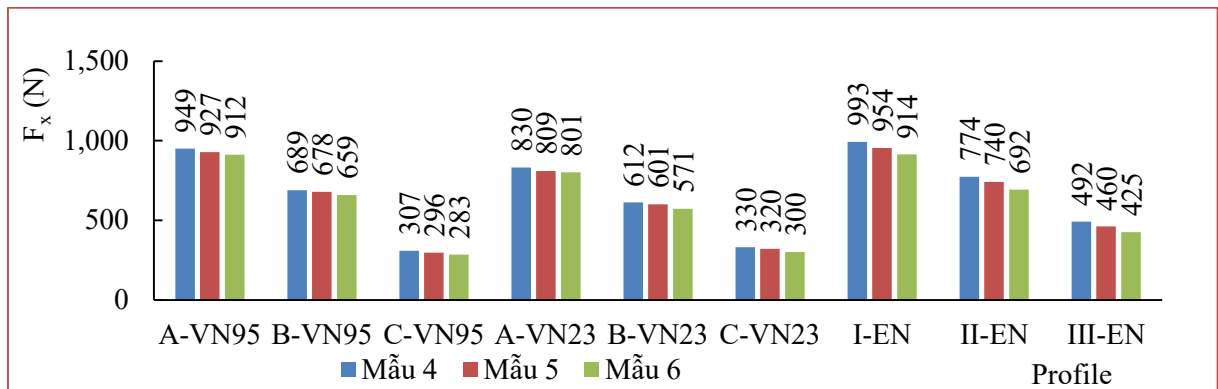
Nhận xét: Ảnh hưởng của dạng địa hình, đối với các mẫu 1 đến mẫu 2 có sự biến thiên về $C_{p,x}$ không có quy luật (đã được giải thích bởi Letchford C.W (2001)), giá trị $C_{p,x}$ có xu hướng giảm (dưới 5%). Đối với các mẫu 4 đến mẫu 6 có sự thay đổi $C_{p,x}$ theo xu hướng tăng lên (dưới 5%) khi c/h_g giảm đi ứng với các dạng địa hình.

3.4.5. Ảnh hưởng của profile vận tốc gió

Hình 3.18 và Hình 3.19 biểu thị giá trị F_x đối với pano (14×5) m và (18×6) m, tỷ lệ (TL 1:10), mô hình chảy tầng và profile vận tốc gió (A, B và C; I, II và III), pano có $b/c = 2,8$ và c/h_g khác nhau.



Hình 3.18. Lực pháp tuyến F_x của 03 mẫu (14×5) m (TL 1:10)

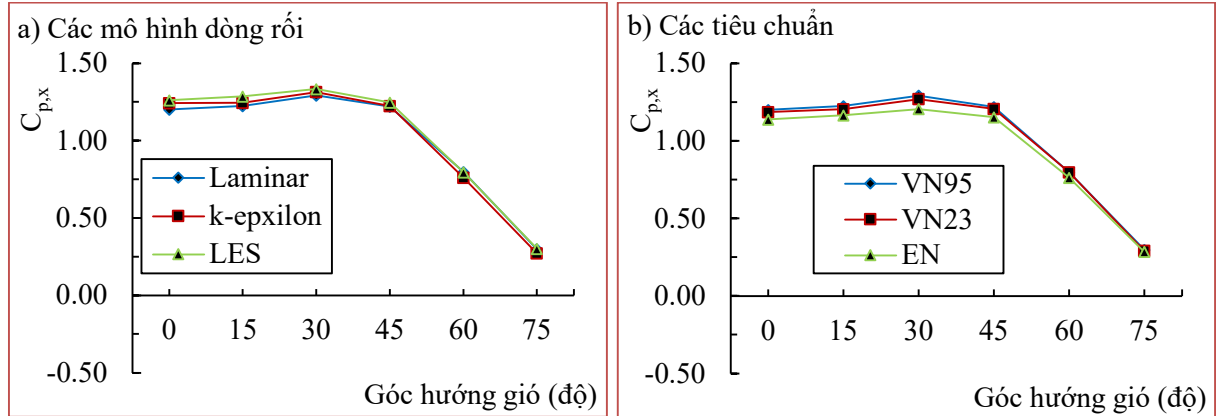


Hình 3.19. Lực pháp tuyến F_x của 03 mẫu (18×6) m (TL 1:10)

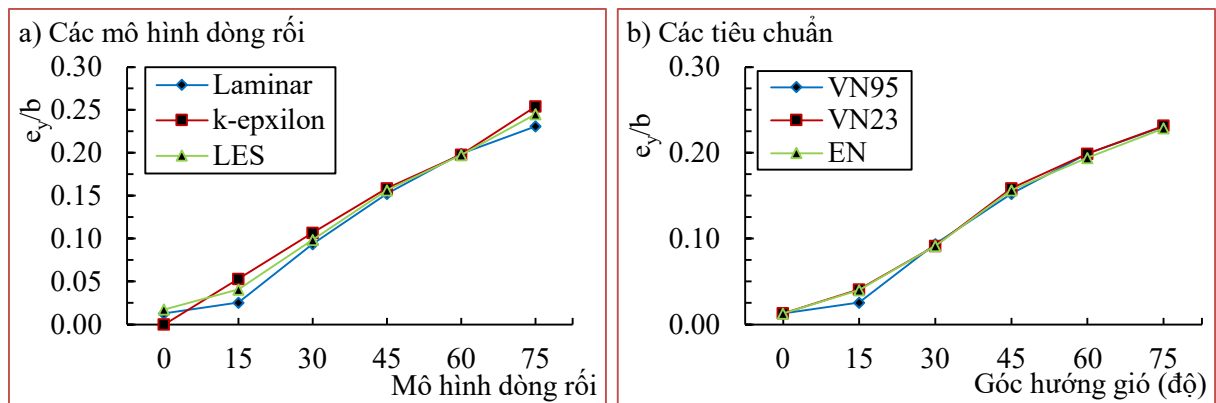
Nhận xét: Ảnh hưởng của profile vận tốc gió, F_x phụ thuộc vào profile vận tốc gió, xu hướng giảm đi khi cao độ đặt bảng quảng cáo giảm. Khi cao độ đặt pano giảm từ 15 m (mẫu 1) xuống 12 m (mẫu 2) thì F_x giảm nhẹ (dưới 1%), khi cao độ đặt pano giảm xuống 9 m (mẫu 3) thì F_x giảm mạnh (dưới 9%). Khi cao độ đặt pano giảm từ 18 m (mẫu 4) xuống 15 m (mẫu 5) thì F_x thay đổi không nhiều (dưới 5%), nhưng khi cao độ đặt pano giảm xuống còn 12 m thì F_x giảm nhẹ (dưới 2%) theo TCVN 2737:1995 và TCVN 2737:2023 và (dưới 5%) theo EN 1991-1-4.

3.4.6. Ảnh hưởng của hướng gió

Kết quả $C_{p,x}$ theo các mô hình dòng rối và các tiêu chuẩn ứng với các góc hướng gió khác nhau đối với mẫu 2 có tỷ lệ $b/c = 2,8$ và $c/h_g = 0,71$ (Hình 3.20).

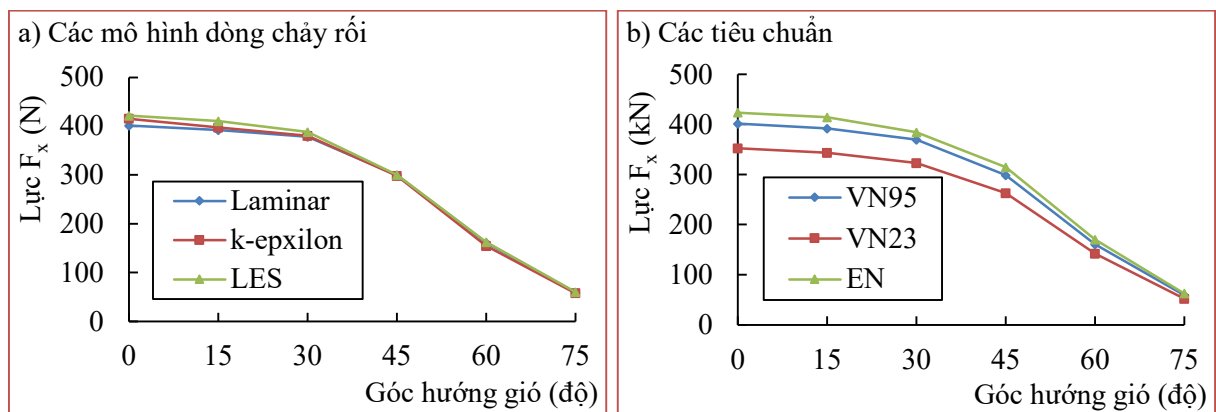


Hình 3.20. Hệ số khí động $C_{p,x}$ ứng với các hướng gió khi $b/c = 2,8$



Hình 3.21. Độ lệch tâm tương đối e_x/b ứng với các hướng gió khi $b/c = 2,8$

Nhận xét: Ảnh hưởng của hướng gió đến $C_{p,x}$ (lên đến 1,33) và độ lệch tâm của lực gió so với trọng tâm pano là khá lớn (lên đến 0,25b). Điều này cũng phù hợp với EN 1991-1-4, TCVN 2737:2023 (lấy $e_y = 0,25b$) và ASCE/SEI 7-16 (lấy $e_y = 0,2b$).



Hình 3.22. Lực gió F_x ứng với các hướng gió khi $b/c = 2,8$

3.4.7. Nhận xét kết quả tính

- Ảnh hưởng của tỉ lệ mẫu, tỉ lệ mẫu ảnh hưởng không nhiều đến giá trị $C_{p,x}$, điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Dae Geun Kim (2005).

- Ảnh hưởng của mô hình chảy rối, ứng với các mẫu 1 đến mẫu 3, giá trị F_x có sự chênh lệch khá lớn, đối với các mẫu 4 đến mẫu 6, các mô hình dòng chảy tầng (Laminar) và dòng chảy rối (k-ep và LES), kết quả F_x thay đổi không nhiều (< 5%).

- Ảnh hưởng của dạng địa hình, đối với các mẫu 1 đến mẫu 2 có sự biến thiên về $C_{p,x}$ không có quy luật so với biến thiên của cao độ đặt pano. Tuy nhiên, giá trị $C_{p,x}$ có xu hướng giảm ứng với dạng địa hình A, B và C. Đối với các mẫu 4 đến mẫu 6 có sự thay đổi giá trị $C_{p,x}$ theo xu hướng tăng lên khi cao độ đặt pano bằng quảng cáo giảm đi ứng với các dạng địa hình khác nhau, sự thay đổi $C_{p,x}$ là không đáng kể (dưới 5%).

- Ảnh hưởng của profile vận tốc gió, giá trị F_x phụ thuộc nhiều vào profile vận tốc gió bởi có sự thay đổi theo xu hướng giảm đi khi cao độ đặt bảng quảng cáo giảm.

- Ảnh hưởng của hướng gió đến giá trị $C_{p,x}$ và e_y là khá lớn. Với góc hướng gió từ 0° đến 45° , giá trị $C_{p,x}$ có xu hướng không thay đổi nhiều, nhưng khi góc hướng gió tăng lên trên 45° thì giá trị $C_{p,x}$ giảm mạnh và có xu hướng đạt giá trị bằng 0 khi góc hướng gió 90° . Khi góc hướng gió tăng lên thì e_y cũng tăng lên, đạt giá trị cực đại là 0,25b.

3.5. Kết luận chương 3

Đã thực hiện mô phỏng số trong Ansys Fluent để có bộ số liệu (gồm: F_x , $C_{p,x}$ và e_y), ứng với 06 mẫu, 02 tỷ lệ, 09 dạng địa hình, 03 tiêu chuẩn, 03 mô hình rối.

- Khi mô phỏng pano bằng mô đun Fluent, cần lựa chọn kích thước vùng không gian mô phỏng, mô hình dòng chảy rối và mô tả hàm tường phù hợp.

- Tỉ lệ mẫu (TL 1:10 và TL 1:30) ảnh hưởng không nhiều đến kết quả hệ số khí động $C_{p,x}$ ở bề mặt pano.

- Mô hình chảy rối, dạng địa hình, profile vận tốc gió có ảnh hưởng đến hệ số khí động $C_{p,x}$ và lực gió F_x .

- Ảnh hưởng gây xoắn pano là độ lệch tâm của lực gió theo phương ngang e_y . Giá trị $e_y \approx 0$ ứng với góc hướng gió $\theta = 0^\circ$. Đối với các góc hướng gió khác $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, ảnh hưởng khá lớn đến giá trị hệ số khí động $C_{p,x}$ và độ lệch tâm e_y , độ lệch tâm e_y lên đến 0,25b. Điều này cũng phù hợp với EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-16 v.v...

CHƯƠNG 4. THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH BẢNG QUẢNG CÁO TRONG ỔNG THỜI KHÍ ĐỘNG THEO ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

4.1. Đặt vấn đề

Chương này trình bày quy trình thí nghiệm trong ống thổi khí động đối với bảng quảng cáo phù hợp với điều kiện và trang thiết bị hiện có. Thiết lập mô hình thí nghiệm và thực hiện thí nghiệm bảng quảng cáo trên mô hình cứng đo lực tần số cao, làm rõ ảnh hưởng của góc hướng gió và cao độ pano đến giá trị lực gió. Từ đó làm cơ sở đề xuất giá trị hệ số lực và giá trị độ lệch tâm của lực gió để áp dụng cho Việt Nam.

4.2. Xây dựng quy trình thí nghiệm

Trên cơ sở các tiêu chuẩn đối với công tác thí nghiệm kết cấu nói chung trong ống thổi khí động, luận án đã xây dựng quy trình thí nghiệm mô hình trong ống thổi khí động đối với bảng quảng cáo phù hợp với điều kiện Việt Nam, nhằm xác định các thông số liên quan đến tải trọng gió (lực gió, hệ số lực):

4.3. Thiết lập thí nghiệm mô hình

4.3.1. Thiết lập môi trường gió

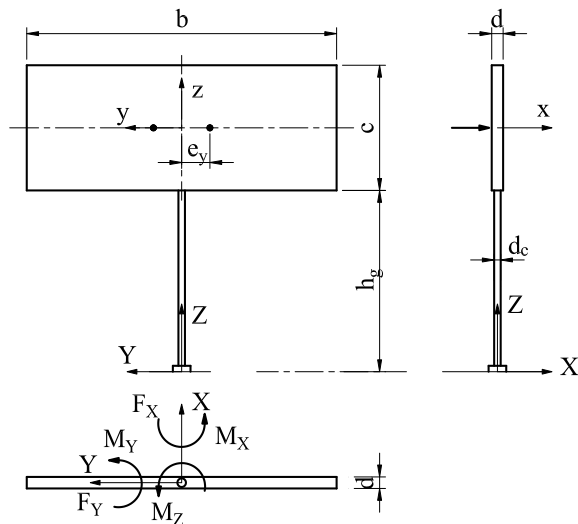
Theo điều kiện Việt Nam (Profile vận tốc gió, profile độ rối).

4.3.2. Thiết lập mô hình thí nghiệm

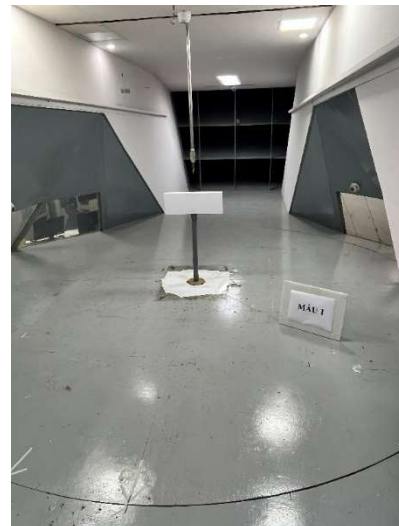
Bảng quảng cáo nguyên mẫu có hai mặt song song, loại một cột đỡ đặt đúng tâm pano (Bảng 4.2). Vật liệu làm mô hình: Pano sử dụng nhựa, cột đỡ sử dụng ống nhựa PVC. Ngoài ra còn sử dụng đinh vít và keo để liên kết.

Bảng 4.2 Kích thước nguyên mẫu và mô hình bảng quảng cáo (m)

Mẫu số	Ký hiệu	Nguyên mẫu					Mô hình tỷ lệ 1:30				
		b	c	h_g	d	d_c	b	c	h_g	d	d_c
1	M1	14	5,0	15,0	1,5	1,2	0,47	0,17	0,50	0,05	0,04
2	M2	14	5,0	12,0	1,5	1,2	0,47	0,17	0,40	0,05	0,04
3	M3	14	5,0	9,0	1,5	1,2	0,47	0,17	0,30	0,05	0,04
4	M4	18	6,0	18,0	1,5	1,2	0,60	0,20	0,60	0,05	0,04
5	M5	18	6,0	15,0	1,5	1,2	0,60	0,20	0,50	0,05	0,04
6	M6	18	6,0	12,0	1,5	1,2	0,60	0,20	0,40	0,05	0,04



Hình 4.4. Ký hiệu và quy ước chiều lực



Hình 4.7. Hình ảnh mẫu

4.3.2.1 Tỷ lệ mô hình

Tỷ lệ hình học của mô hình được chọn để phù hợp với tiết diện ngang của ống thổi khí động, được chọn $\lambda_L = 1:30$.

4.3.2.2 Tỷ lệ vận tốc gió thí nghiệm

Tỷ lệ vận tốc, phụ thuộc vào năng lực của thiết bị thí nghiệm và điều kiện làm việc của mô hình, thông thường tỷ lệ này chọn $\lambda_v = 1:10$.

4.3.2.3 Tỷ lệ thời gian lấy số liệu thí nghiệm

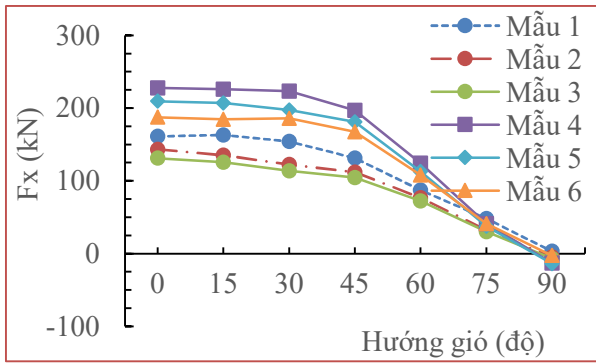
Tỷ lệ thời gian lấy số liệu thí nghiệm, phụ thuộc vào tỷ lệ mô hình và tỷ lệ vận tốc, tỷ lệ này chọn $\lambda_T = 1:3$.

4.3.2.4 Kiểm tra các tham số của mô hình thí nghiệm

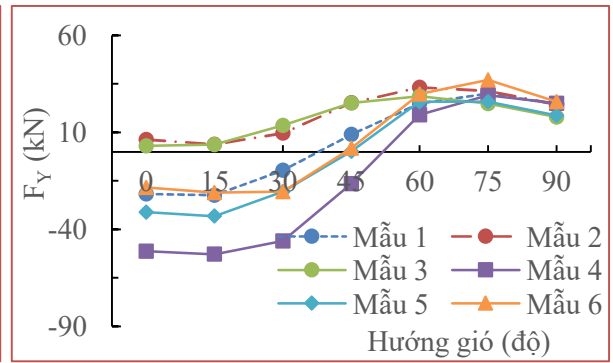
- Tỷ lệ kích thước hình học và độ chướng (blockage ratio $\leq 5\%$).
- Xác định vận tốc gió thí nghiệm, vận tốc gió trung bình thực đối với vùng II-B, tại cao độ đỉnh bảng quảng cáo ($H = 20$ m) là $1,11 \times 39,37$ m/s = 43,7 m/s, chọn vận tốc gió thí nghiệm trung bình tại đỉnh mô hình là 4,37 m/s.
- Xác định thời gian thí nghiệm, chọn thời gian thí nghiệm cho một (01) hướng gió trong ống thổi khí động là 200 giây (tương ứng là 3,3 phút).

4.3.3. Thí nghiệm và ghi kết quả

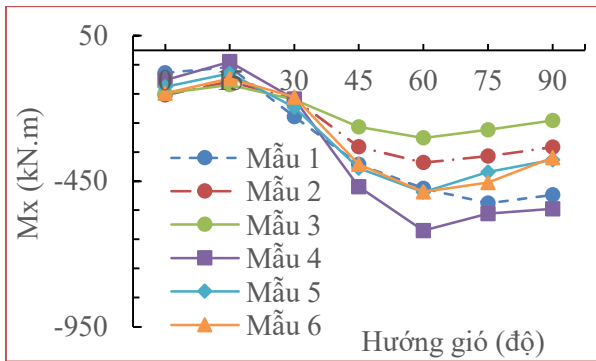
Thí nghiệm mô hình với hướng gió từ 0° đến 90° , bước của góc đo là 15° (có 7 lần đo). Với mỗi hướng gió tiến hành đo 1.000.000 số liệu.



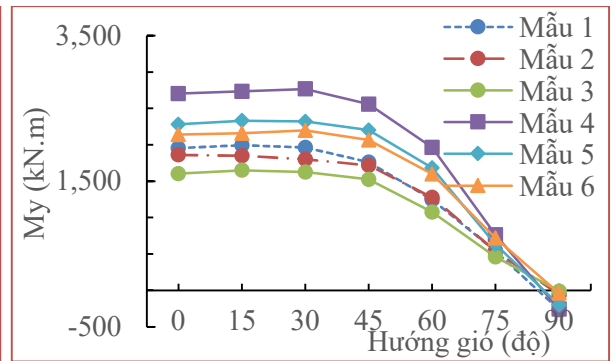
a) Lực cắt đáy F_x



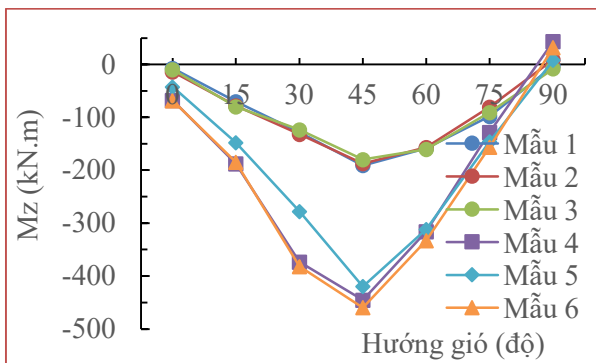
b) Lực cắt đáy F_y



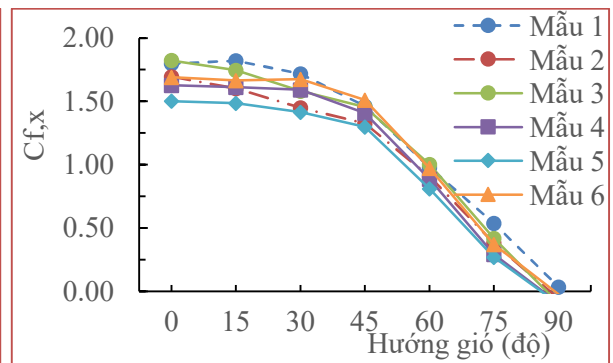
c) Mô men đáy M_x



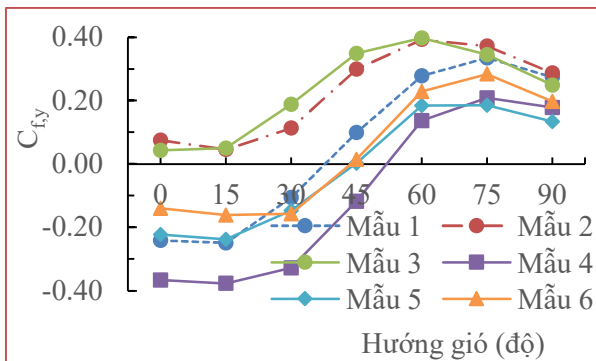
d) Mô men đáy M_y



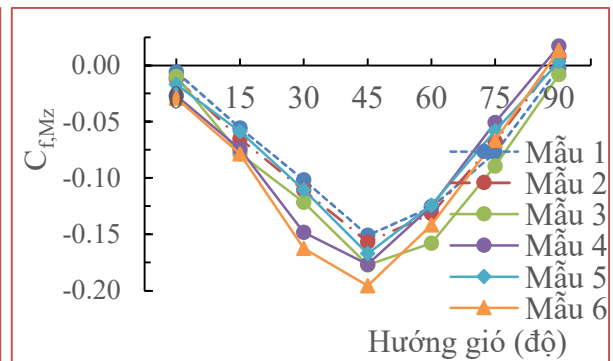
e) Mô men đáy M_z



f) Hệ số lực $C_{f,x}$



g) Hệ số lực $C_{f,y}$



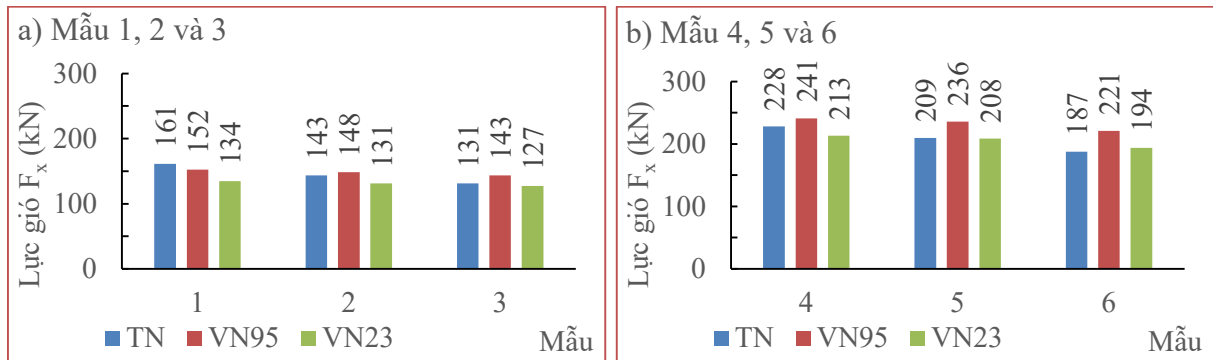
h) Hệ số lực xoắn C_{f_i,M_z}

Hình 4.8. Kết quả lực gió và hệ số lực đối với các mẫu M1 đến M6

4.4. Kết quả thí nghiệm và bàn luận

4.4.1. Kiểm chứng kết quả thí nghiệm

Kiểm chứng kết quả thí nghiệm thông qua giá trị lực gió F_x so với kết quả tính bằng WSB theo TCVN 2737:1995 (VN95) và TCVN 2737:2023 (VN23). Kết quả giá trị chênh lệch trung bình dưới 7,2% khi so với VN95 và dưới 5,3% khi so với VN23. Kết quả thí nghiệm cho giá trị hệ số lực $C_{f,x} = 1,5$ đến 1,8, cũng phù hợp với giá trị $C_x = 1,575$ đến 1,625 khi tính theo VN23. Chứng tỏ kết quả thí nghiệm có đủ tin cậy.



Hình 4.16. Minh họa kết quả F_x theo TN, VN95 và VN23

4.4.2. Ảnh hưởng của hướng gió đến các lực gió

4.4.2.1 Đối với lực cắt đáy F_x theo phương X

Hướng gió có ảnh hưởng đến lực cắt đáy dọc luồng gió F_x , khi góc hướng gió $\theta = 0^\circ$ thì giá trị là lớn nhất, và giảm dần về gần 0 khi góc hướng gió $\theta = 90^\circ$.

4.4.2.2 Đối với lực cắt đáy F_y theo phương Y

Hướng gió có ảnh hưởng đến lực cắt đáy ngang luồng gió F_y , khi góc hướng gió $\theta = 0^\circ$ thì giá trị là nhỏ nhất, và tăng dần đến lớn nhất khi góc hướng gió $\theta = 90^\circ$.

4.4.2.3 Đối với mô men đáy M_z xoắn quanh trục Z

Hướng gió có ảnh hưởng đến mô men xoắn pano M_z , khi góc hướng gió $\theta = 0^\circ$ thì giá trị nhỏ và tăng dần đến giá trị lớn nhất khi góc hướng gió $\theta = 45^\circ$, nhưng sau đó lại giảm dần khi góc hướng gió $\theta = 90^\circ$.

4.4.3. Ảnh hưởng của độ cao đặt pano đến các lực gió

4.4.3.1 Đối với lực cắt đáy F_x theo phương X

Độ cao đặt pano có ảnh hưởng đến lực dọc luồng gió F_x , độ cao pano càng lớn thì giá trị lực dọc luồng gió càng lớn.

4.4.3.2 Đối với lực cắt đáy F_Y theo phương Y

Độ cao đặt pano có ảnh hưởng đến lực cắt đáy ngang luồng gió F_Y , độ cao pano càng lớn thì giá trị lực cắt đáy ngang luồng gió càng lớn.

4.4.3.3 Đối với mô men đáy M_Z xoắn quanh trục Z

Độ cao đặt pano có ảnh hưởng đến mô men đáy M_Z xoắn quanh trục Z , độ cao pano càng lớn thì giá trị mô men xoắn càng lớn.

4.4.4. Nhận xét kết quả

- Hệ số lực $C_{f,x}$ đạt giá trị lớn nhất bằng 1,7 hoặc 1,8 ứng với mẫu có $b/c = 2,8$. Đạt giá trị lớn nhất là 1,5 đến 1,7 ứng với mẫu có tỷ lệ $b/c = 3,0$.

- Hệ số lực $C_{f,y}$, khi $b/c = 3,0$ giá trị lớn nhất của C_Y là 0,3 khi $\theta = 75^\circ$ (mẫu M6) và nhỏ nhất bằng 0,0 khi $\theta = 45^\circ$ (mẫu M6), khi $b/c = 2,8$ đạt giá trị lớn nhất là 0,4 khi $\theta = 75^\circ$ (mẫu M3) và nhỏ nhất bằng 0,0 khi $\theta = 15^\circ$ (mẫu M3).

- Hệ số lực xoắn $C_{f,Mz}$, đạt giá trị lớn nhất là 0,2 khi $\theta = 45^\circ$ (mẫu M3) và nhỏ nhất bằng 0,0 khi $\theta = 0^\circ$ và $\theta = 90^\circ$ (mẫu M3 và mẫu M6).

4.5. Đề xuất giá trị $C_{f,x}$ và tỷ số e_y/b áp dụng cho bảng quảng cáo

Tác giả luận án đề xuất giá trị hệ số lực $C_{f,x} = 1,8$ và tỷ số độ lệch tâm không thứ nguyên $e_y/b = \pm 0,25$ áp dụng cho bảng quảng cáo. Các giá trị này cũng phù hợp với EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-16.

4.6. Kết luận chương 4

Qua các nội dung nghiên cứu trong chương này, kết quả đạt được:

- Đã xây dựng quy trình thí nghiệm, thiết lập thí nghiệm mô hình bảng quảng cáo tầm lớn tỷ lệ 1:30 phù hợp với điều kiện Việt Nam (môi trường gió, mô hình thí nghiệm và điều kiện thiết bị thí nghiệm hiện có).

- Đã thí nghiệm trong ống thổi khí động 06 mô hình bảng quảng cáo thu nhỏ, pano được đặt ở các độ cao khác nhau, dạng địa hình B theo TCVN 2737:2023. Hướng gió tác động từ 0° đến 90° , bước thay đổi của góc đo là 15° .

- Đã làm rõ được ảnh hưởng của góc hướng gió và độ cao đặt pano đến lực tác động dọc luồng gió, ngang luồng gió và mô men xoắn đối với cột đỡ pano. Đề xuất giá trị hệ số lực $C_{f,x}$ và tỷ số độ lệch tâm không thứ nguyên e_y/b của lực gió.

NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI VỀ KHOA HỌC CỦA LUẬN ÁN

1) Làm rõ ảnh hưởng của một số tham số gió và kích thước bảng quảng cáo đến hệ số khí động, lực gió và độ lệch tâm của lực gió thông qua phần mềm Ansys Fluent. Đề xuất quy trình thí nghiệm và thí nghiệm mô hình thu nhỏ bảng quảng cáo trong ống thổi khí động, qua bộ số liệu nhận được đề xuất hệ số lực và độ lệch tâm của lực gió;

2) Đề xuất giá trị hệ số lực $C_{f,x}$ và độ lệch tâm e_y của lực gió áp dụng đối với việc tính toán tải trọng gió lên pano bảng quảng cáo loại hai mặt song song;

3) Trên cơ sở bảng tính WSB trong môi trường Excel do tác giả luận án lập theo một số tiêu chuẩn (TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, ASCE/SEI 7-16 và EN 1991-1-4) để khảo sát nhằm làm rõ lực gió và lực chân cột đỡ pano, xây dựng một số file UDF mã nguồn mở dùng để mô phỏng profile vận tốc gió trong phần mềm Ansys Fluent.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận:

1) Đã xây dựng quy trình tính toán và bảng tính WSB bằng phần mềm Excel theo một số tiêu chuẩn TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023, ASCE/SEI 7-16 và EN 1991-1-4. Làm rõ một số tham số ảnh hưởng đến lực chân cột;

2) Nghiên cứu ảnh hưởng của một số tham số đến lực gió và độ lệch tâm của lực gió bằng phần mềm Ansys Fluent, lựa chọn kích thước không gian mô phỏng, mô hình dòng rối và hàm tường phù hợp trong mô phỏng, xây dựng hàm profile vận tốc gió UDF. Làm rõ ảnh hưởng của tỉ lệ mô hình, mô hình rối, dạng địa hình, profile vận tốc gió và hướng gió đến giá trị hệ số khí động, lực gió và độ lệch tâm của lực gió;

3) Thiết lập quy trình thí nghiệm và thí nghiệm mô hình thu nhỏ trong ống thổi khí động theo điều kiện Việt Nam, làm rõ ảnh hưởng của góc hướng gió, độ cao đặt pano đến giá trị lực tại chân cột, giá trị hệ số lực đối với bề mặt pano. Trên cơ sở đó đề xuất giá trị hệ số lực $C_{f,x}$ và độ lệch tâm của lực gió e_y áp dụng đối với pano.

2. Kiến nghị:

1) Ứng dụng các kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của đề tài luận án trong thực tiễn tính toán tải trọng gió lên bảng quảng cáo v.v...

2) Cần tiếp tục nghiên cứu ứng xử của các dạng bảng quảng cáo khác chịu tải trọng gió, ví dụ loại có hai mặt không song song hoặc ba mặt, hoặc đặt trên mái nhà.

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Nguyễn Lê Thủy**, Nguyễn Hồng Sơn (2018), Tính toán tác động của tải trọng gió lên công trình biển quảng cáo tấm lớn theo các tiêu chuẩn, *Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X*, Hà Nội, 08-09/12/2017, Tập 3. Cơ học Vật rắn. Quyển 2, tr 1199-1206.
2. **Nguyễn Lê Thủy**, Nguyễn Hồng Sơn, Võ Thanh Lương (2020), Hệ số giạt và tính toán tải trọng gió lên tấm bảng quảng cáo theo một số tiêu chuẩn, *Tạp chí Xây dựng – Bộ Xây dựng*, tháng 12/2020, ISSN 2734-9888, tr 45-53.
3. **Nguyễn Lê Thủy**, Nguyễn Hồng Sơn (2023), Mô phỏng bảng quảng cáo tấm lớn bằng phần mềm Ansys Fluent, *Tạp chí Xây dựng – Bộ Xây dựng*, tháng 2/2023, ISSN 2734-9888, tr 73-79.
4. **Nguyễn Lê Thủy** (2023), Ảnh hưởng của một số tham số đến hệ số khí động của bảng quảng cáo, *Tạp chí Xây dựng – Bộ Xây dựng*, tháng 6/2023, ISSN 2734-9888, tr 74-79.
5. **Nguyễn Lê Thủy**, Nguyễn Hồng Sơn, Võ Thanh Lương (2023), Đề xuất công thức xác định hệ số chiều dài tính toán cột bảng quảng cáo, *Tạp chí Khoa học Kiến trúc & Xây dựng – Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội*, số 48, tháng 6/2023, ISSN 1859-350X, tr 50-54.
6. **Nguyễn Lê Thủy**, Vũ Thành Trung, Nguyễn Hồng Sơn (2023), Nghiên cứu thực nghiệm bảng quảng cáo tấm lớn dưới tác động của gió, *Tạp chí Xây dựng – Bộ Xây dựng*, tháng 7/2023, ISSN 2734-9888, tr 99-105.

