

# GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CỬA SỔ NHẪM KHAI THÁC HIỆU QUẢ THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN CHO CĂN HỘ CHUNG CƯ CAO TẦNG

## SOLUTIONS FOR DESIGNING WINDOWS TO EFFECTIVELY EXPLOIT NATURAL VENTILATION FOR HIGH-RISE APARTMENT BUILDINGS

Phan Tiến Vinh<sup>1</sup>, Trịnh Duy Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng; pttinh@ute.udn.vn

<sup>2</sup>Trường Đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh; duyanh54arch@gmail.com

**Tóm tắt** - Thiết kế kiến trúc nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên trong công trình là một trong những giải pháp thiết kế thụ động cơ bản và hiệu quả nhằm hướng đến sự phát triển bền vững cho kiến trúc. Bài báo đi vào nghiên cứu các giải pháp thiết kế cửa sổ nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên cho các căn hộ trong chung cư cao tầng. Kết quả nghiên cứu trong bài báo đã đưa ra được một số giải pháp thiết kế cửa sổ trong các căn hộ về: vị trí mở cửa sổ trên mặt bằng và mặt cắt của cửa; góc xoay trên mặt cắt cửa; sự thay đổi của diện tích cửa sổ theo chiều cao các tầng;... Kết quả đạt được là một đóng góp cho lý luận chung và có thể được áp dụng vào thực tiễn thiết kế nhằm hướng đến tiết kiệm năng lượng và sự phát triển bền vững cho loại hình kiến trúc chung cư cao tầng tại Việt Nam.

**Từ khóa** - Thông gió tự nhiên; chung cư cao tầng; kiến trúc bền vững; cửa sổ; vận tốc gió.

### 1. Đặt vấn đề

Ngày nay, phát triển kiến trúc bền vững đã trở thành xu hướng tất yếu ở Việt Nam cũng như nhiều quốc gia trên thế giới. Có nhiều giải pháp thiết kế đề hướng đến kiến trúc bền vững (KTBV), trong đó, khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên (TGTN) cho công trình - một giải pháp đã được cha ông ta áp dụng hàng ngàn năm nay cho các công trình kiến trúc - là một trong những giải pháp cơ bản và hiệu quả nhất.

Chung cư là loại hình nhà ở phổ biến tại các đô thị trên thế giới. Đây là loại hình công trình được chú trọng phát triển tại các đô thị Việt Nam. Tỷ lệ nhà ở chung cư trong các dự án phát triển nhà ở đô thị đến năm 2020 ở Việt Nam được quy định từ 60% đến 90% cho các loại đô thị loại I và loại đặc biệt [1]. Vì vậy, việc phát triển bền vững cho loại hình chung cư cao tầng (CCCT) sẽ góp phần quan trọng cho sự phát triển của KTBV nói chung ở Việt Nam.

Tuy nhiên, việc khai thác TGTN hướng đến KTBV ở hầu hết các dự án CCCT hiện nay vẫn tồn tại nhiều hạn chế, như: sử dụng giải pháp thông gió nhân tạo là chủ đạo; hiệu quả TGTN cho các phòng ở trong căn hộ chưa cao; một số phòng chức năng không được TGTN; ... Một số nguyên nhân chính của việc chưa khai thác hiệu quả TGTN cho các CCCT, gồm: nhận thức của cộng đồng; sự bị động của các giải pháp TGTN trong việc kiểm soát các điều kiện vi khí hậu trong nhà; chưa có các Tiêu chuẩn thiết kế về TGTN cho CCCT; ... và chưa có một hệ thống lý thuyết hoàn chỉnh về thiết kế TGTN cho CCCT.

Giải pháp thiết kế cửa sổ có vai trò quan trọng đối với hiệu quả TGTN trong căn hộ của CCCT (vận tốc gió và hướng gió tại các vị trí trong căn hộ, lưu lượng thông gió, ...). Một số nghiên cứu về TGTN trong CCCT đã công bố đều tập trung vào các vấn đề, như: dòng chuyển động

**Abstract** - Architectural designing to effectively exploit natural ventilation in buildings is one of the basic and effective passive designing solutions towards the sustainable development of architecture. This paper investigates solutions for designing windows to effectively exploit natural ventilation for apartments in high-rise apartment buildings. The research results show a number of solutions for designing windows of the apartments, such as the position of the opening on vertical and horizontal sections of the windows; the rotational angles of the windows on their vertical sections; the change of the window's area in line with the height of the floors, etc. These results make a contribution to the general theory and can be applied in practical designing towards energy saving and sustainable development for high-rise apartment buildings in Vietnam.

**Key words** - Natural ventilation; high-rise apartment building; sustainable architecture; window; wind velocity.

của không khí trên mặt bằng với các giải pháp về vị trí cửa gió vào và cửa gió ra, lam che nắng, cánh cửa, vách ngăn, ...; một số hình thức cửa sổ, cửa đi, rèm, cửa sổ mái trong TGTN của công trình; hiệu quả TGTN ở một số công trình cụ thể;... [2, 3, 4]. Các kết quả nghiên cứu nêu trên đều thực hiện với đối tượng là công trình thấp tầng.

Hiện nay, theo tổng hợp của tác giả, chưa có nghiên cứu nào về giải pháp thiết kế cửa sổ - cụ thể là các giải pháp về vị trí mở cửa, góc xoay cửa và diện tích của cửa - nhằm khai thác hiệu quả TGTN cho căn hộ trong CCCT. Đây chính là mục tiêu đặt ra cho nghiên cứu của bài báo.

### 2. Phương pháp nghiên cứu, nội dung nghiên cứu và kết quả đạt được

#### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

##### 2.1.1. Các phương pháp nghiên cứu

Các quá trình vật lý liên quan đến TGTN rất phức tạp và việc giải thích vai trò của các quá trình này đến hiệu quả TGTN đòi hỏi những kiến thức chuyên sâu về thông gió. Để nghiên cứu và đánh giá hiệu quả TGTN trong công trình cần phối hợp các phương pháp sau:

- (a) Phương pháp phân tích - tổng hợp;
- (b) Phương pháp mô hình hóa;
- (c) Phương pháp mô phỏng trên máy tính;
- (d) Phương pháp khảo sát - quan trắc thực tế;
- (e) Phương pháp điều tra xã hội học;
- (f) Phương pháp khảo sát thực nghiệm.

Trong nghiên cứu đề xuất giải pháp thiết kế cửa sổ cho CCCT nhằm khai thác hiệu quả TGTN, tác giả đã sử dụng phương pháp (c). Ngoài ra, trong quá trình thực hiện, tác giả còn kết hợp phương pháp (c) với phương pháp (b) và

phương pháp (a).

### 2.1.2. Phương pháp mô phỏng trên máy tính

Là phương pháp sử dụng các phần mềm mô phỏng trên máy tính để phân tích, tính toán và đưa ra kết quả theo yêu cầu của nghiên cứu. Trong nội dung nghiên cứu của bài báo, tác giả chọn phần mềm Autodesk CFD 2017 cho việc thực hiện các mô phỏng tính toán.

Phần mềm Autodesk CFD được phát triển bởi Hãng Autodesk. Đây là công cụ mô phỏng nhiệt và động lực lưu chất trên máy tính. Phần mềm này có vai trò rất quan trọng trong các ngành liên quan đến lưu chất, giúp người thiết kế hiểu rõ các quá trình của lưu chất trong giai đoạn nghiên cứu phát triển sản phẩm. Giúp cho kỹ sư đưa ra quyết định tối ưu về thiết kế trước khi xây dựng công trình hay sản xuất ra các sản phẩm.

Autodesk CFD có một số ưu điểm, như: giao diện thân thiện, thuận lợi cho người dùng trong quá trình nhập thông số đầu vào; thuận lợi trong việc trao đổi dữ liệu với các phần mềm đồ họa khác hay các phần mềm mô phỏng hiệu năng khác; cho kết quả tương đối đầy đủ và trực quan về các đại lượng thông gió trong công trình.

## 2.2. Nội dung nghiên cứu

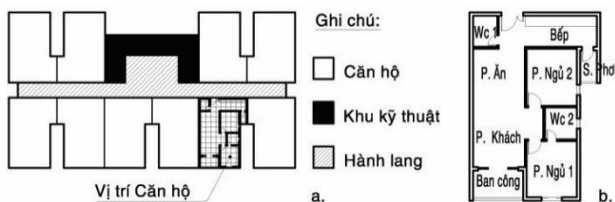
### 2.2.1. Đối tượng và trường hợp nghiên cứu

#### a. Nghiên cứu về cửa sổ mặt ngoài căn hộ

CCCT là loại hình nhà ở căn hộ có chiều cao từ 9 tầng đến 40 tầng [5]. Để tiến hành nghiên cứu, tác giả chọn ngẫu nhiên một CCCT có các đặc điểm sau:

- 12 tầng; chiều cao tầng 1: 3.900 mm; chiều cao các tầng điển hình: 3.200 mm; hình thức mặt bằng tầng điển hình theo hình thức hành lang giữa.

- Căn hộ được chọn để nghiên cứu nằm ở tầng 10. Vị trí căn hộ và mặt bằng căn hộ nghiên cứu - xem Hình 1.



Hình 1. a. Mặt bằng tầng 10; b. Mặt bằng căn hộ điển hình

- Cửa sổ trong căn hộ CCCT có một số đặc điểm sau: hình thức đóng mở là cửa đẩy (có rãnh theo phương ngang hoặc phương đứng) hoặc cửa xoay (góc xoay có thể điều chỉnh và có chốt cố định cánh cửa); mở 1 cánh hoặc nhiều cánh; vị trí mở cửa theo yêu cầu sử dụng hoặc ý tưởng thiết kế. Lựa chọn kích thước cửa sổ Phòng ngủ 1 cho nghiên cứu: rộng 1.200mm, cao 1.500mm và bệ cửa cao 900mm - Hình 2.

Nghiên cứu được thực hiện trong các trường hợp:

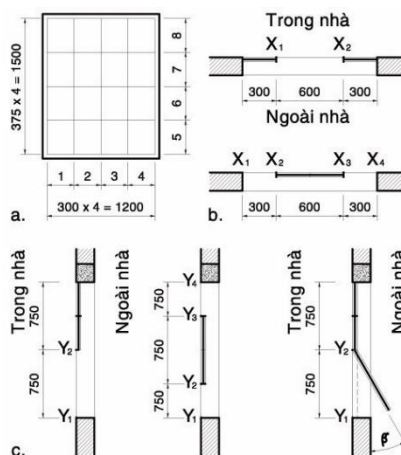
- 3 trường hợp góc gió đến  $\alpha$  là  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  và  $135^\circ$  (góc gió đến  $\alpha$  là góc tạo bởi phương của gió đến và tiếp tuyến bề mặt chung cư).

- 4 trường hợp cửa đẩy, mở 2 cánh trên mặt bằng tại các vị trí: 1 và 2; 2 và 3; 3 và 4; 1 và 4 (chiều cao khoảng mở: 1.125 mm; vị trí mở trên mặt cắt: 5, 6 và 7).

- 4 trường hợp cửa đẩy, mở 2 cánh trên mặt mặt cắt tại các vị trí: 5 và 6; 6 và 7; 7 và 8; 5 và 8 (chiều rộng khoảng

mở: 600 mm; vị trí mở trên mặt bằng là 2 và 3).

- 6 trường hợp thay đổi góc xoay  $\beta$  của cánh cửa:  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  và  $90^\circ$  (chiều rộng cánh: 600 mm tại vị trí mở 2 và 3; chiều cao cánh: 750 mm tại vị trí mở 5 và 6).



Hình 2. a. Mặt đứng cửa sổ; b. Mặt bằng cửa sổ; c. Mặt cắt cửa sổ

Ghi chú: - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và 8: vị trí mở cửa theo 2 phương;

-  $X_1X_2$  và  $X_3X_4$ : Vị trí lấy giá trị vận tốc gió trên mặt bằng (ở cao độ 1.1 m so với sàn nhà);

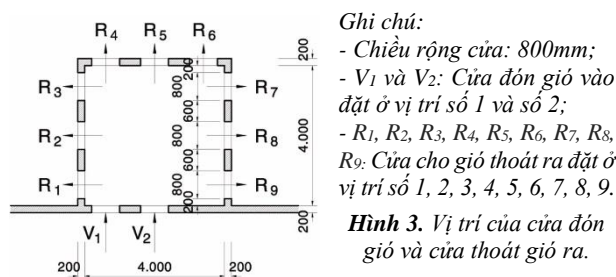
-  $Y_1Y_2$  và  $Y_3Y_4$ : Vị trí lấy giá trị vận tốc gió trên mặt cắt;

-  $\beta$ : góc nghiêng của cánh cửa so với tiếp tuyến của mặt cửa.

Như vậy, có 32 mô phỏng được thực hiện độc lập để thu kết quả.

#### b. Nghiên cứu về trường gió trong các trường hợp vị trí cửa đón gió vào và cửa thoát gió

Chọn đối tượng nghiên cứu là một phòng có kích thước phòng 4m x 4m và cao 3,6m; tường dày 200mm. Vị trí của cửa đón gió vào và cửa thoát gió ra trong các trường hợp nghiên cứu được thể hiện ở Hình 3.



Ghi chú:

- Chiều rộng cửa: 800mm;

-  $V_1$  và  $V_2$ : Cửa đón gió vào đặt ở vị trí số 1 và số 2;

-  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9$ : Cửa cho gió thoát ra đặt ở vị trí số 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Hình 3. Vị trí của cửa đón gió và cửa thoát gió ra.

Nghiên cứu được thực hiện trong các trường hợp 1 cửa gió vào ( $V_1$  hoặc  $V_2$ ) và 1 cửa gió ra (tại 1 trong 9 vị trí:  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$ , hoặc  $R_9$ ). Như vậy, có 14 mô phỏng được thực hiện độc lập để thu kết quả.

### 2.2.2. Tiêu chí đánh giá và đại lượng tính toán

- Sự phân bố đều của trường gió trên mặt bằng phòng ngủ (cao độ 1.1 m so với sàn nhà).

- Độ lớn của giá trị vận tốc trung bình  $V_{TB}$  và vận tốc cực đại  $V_{Max}$  trên mặt bằng (tại các vị trí  $X_1X_2$  và  $X_3X_4$ ) và mặt cắt (tại các vị trí  $Y_1Y_2$  và  $Y_3Y_4$ ).

### 2.2.3. Các bước thực hiện mô phỏng

a. Thiết lập mô hình: Dựng mô hình 3D của đối tượng nghiên cứu trên phần mềm AutoCad 2017. Kích thước của mô hình khối không khí (vùng mô phỏng) lần lượt được lấy

tối thiểu bằng 5 lần chiều ngang và 3 lần chiều cao tương ứng của công trình cần nghiên cứu. Tạo mô hình nghiên cứu trên Autodesk CFD 2017 từ mô hình 3D nêu trên. Gán các thuộc tính vật liệu chính cho các đối tượng trong mô hình nghiên cứu

*b. Gán các điều kiện biên cho mô phỏng*

- Vận tốc gió  $V_H$  tại độ cao  $H$  (m) được xác định theo công thức (1):

$$V_H = V_z \times \left(\frac{\delta_z}{H_z}\right)^{a_z} \times \left(\frac{H}{\delta}\right)^a \quad (1)$$

- Trong đó: +  $V_H$  là vận tốc gió ở cao độ  $H$  (m);
- +  $V_z$  là vận tốc gió ở cao độ tham chiếu  $H_z$ ;
- +  $\delta$ : chiều dày lớp biên khí quyển;
- +  $a$ : hệ số mũ.

$\delta$  và  $a$  được xác định bằng thực nghiệm [6].

$H_z$  được chọn là 10m ở trạm quan trắc khí tượng (địa hình loại 3), nơi có chiều dày lớp biên khí quyển  $\delta_z = 270m$  và hệ số mũ  $a_z = 0,14$ . Trong điều kiện trung tâm các đô thị (địa hình loại 2), thì  $\delta = 370m$  và  $a = 0,22$  [6]. Chọn vận tốc tham chiếu tại cao độ 10m là 3m/s.

- Xác định mặt gió ra cho mô hình và gán Static Gage Pressure có giá trị áp suất là 0.

- Các mặt còn lại của khối không khí (trừ mặt tiếp xúc với mặt đất) được gán định dạng là Slip/Symmetry.

*c. Chọn mô hình rối (Turb.model)*

Chọn mô hình rối là RNG k- $\epsilon$ , đây là mô hình rối được hiệu chỉnh từ mô hình rối k- $\epsilon$  tiêu chuẩn bằng phương pháp Renormalization Group - RNG [7].

*d. Giải pháp lưới*

Trong phương pháp CFD, miền nghiên cứu được chia thành các phần tử (Elements), góc của các phần tử là các nút (Node). Các nút và các phần tử tạo thành lưới (Mesh). Lựa chọn giải pháp lưới là tự động (Autosize). Sự độc lập của lưới đối với kết quả mô phỏng được đảm bảo thông qua thiết lập Adaptive mesh. Kích hoạt tính năng kiểm tra độc lập của giải pháp lưới và chọn giá trị 3 cho Cycles to run. Lựa chọn này cho phép thực hiện 3 lần tự động điều chỉnh lưới cho phù hợp.

*2.2.4. Cấu hình máy tính thực hiện mô phỏng*

- Các mô phỏng được thực hiện trên máy tính có cấu hình như sau: Processor Intel (R) Xeon (R) CPU E3-1220 v5 @ 3.00GHz; 64-bit Operating System; RAM 8.00 GB.

- Thời gian trung bình thực hiện 1 mô phỏng: 4,5 giờ.

*2.3. Các kết quả nghiên cứu và đề xuất*

*2.3.1. Cửa sổ mặt ngoài căn hộ*

**a. Giải pháp bố trí cửa sổ trên mặt bằng**

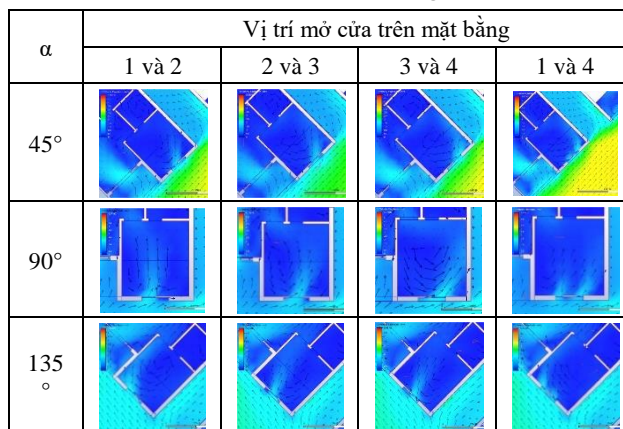
Trường gió trên mặt bằng phòng ngủ, vận tốc  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trên bề mặt cửa sổ (vị trí  $X_1X_2$  và  $X_3X_4$ ) được thể hiện ở Bảng 1 và Bảng 2.

Kết quả cho thấy: trường gió và giá trị vận tốc gió thay đổi phụ thuộc vào đặc điểm căn hộ, vị trí căn hộ, góc gió đến, vị trí cửa thoát gió, vị trí mở cửa trên mặt bằng, ... Giá

trị vận tốc gió trung bình trong các trường hợp mở cửa tại vị trí 1-2, 2-3 và 3-4 ở các trường hợp góc gió đến là tương đương và đều cao hơn vận tốc gió trung bình trong trường hợp 1-4. Giá trị vận tốc cực đại trong các trường hợp có sự chênh lệch không nhiều. Khi bố trí cửa phân tán, như trường hợp 1-4, sẽ cho trường gió đều, vận tốc gió trung bình thấp.

Vì vậy, đối với CCCT, ở các độ cao lớn và vận tốc gió lớn, nên sử dụng giải pháp bố trí cửa trên mặt bằng là phân tán.

**Bảng 1.** Trường gió trong các trường hợp cửa sổ đẩy, mở 2 cánh trên mặt bằng



**Bảng 2.** Giá trị vận tốc gió  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trên bề mặt cửa sổ trong các trường hợp cửa sổ đẩy, mở 2 cánh trên mặt bằng

$\alpha$	Các giá trị vận tốc (m/s)	Vị trí mở cửa trên mặt bằng			
		1 và 2	2 và 3	3 và 4	1 và 4
45°	$V_{TB}$	0,90	0,97	1,00	0,75
	$V_{Max}$	1,23	1,35	1,44	1,27
90°	$V_{TB}$	1,02	1,07	1,14	1,01
	$V_{Max}$	1,52	1,53	1,67	1,45
135°	$V_{TB}$	1,24	0,97	0,91	0,87
	$V_{Max}$	1,69	1,32	1,44	1,46

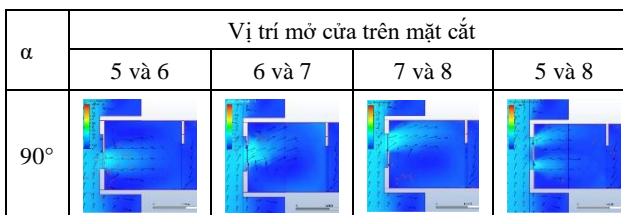
**b. Giải pháp bố trí cửa sổ trên mặt cắt**

Trường gió trên mặt cắt phòng ngủ, vận tốc  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trên bề mặt cửa sổ (vị trí  $Y_1Y_2$  và  $Y_3Y_4$ ) được thể hiện ở Bảng 3 và Bảng 4.

Kết quả cho thấy: các giá trị về vận tốc gió trung bình và vận tốc cực đại trong các trường hợp nghiên cứu là tương đương.

Theo kết quả trường gió trên mặt cắt, khi thiết kế CCCT nên chọn ở vị trí thấp (vị trí 5 và 6) để có hiệu quả đối với người sử dụng trong phòng và chọn cách bố trí phân tán (vị trí 5 và 8) để tạo trường gió đều cho phòng.

**Bảng 3.** Trường gió trong các trường hợp cửa sổ đẩy, mở 2 cánh trên mặt cắt



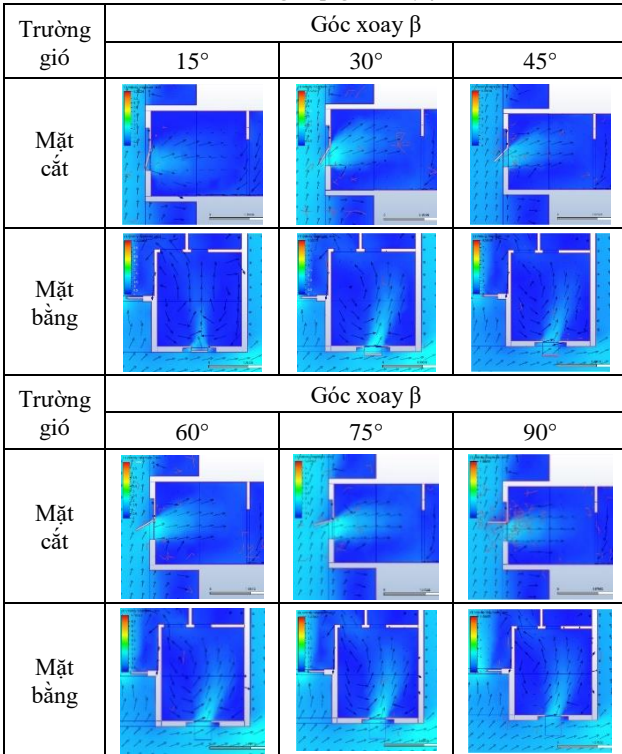
**Bảng 4.** Giá trị vận tốc gió  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trên bề mặt của sổ trong các trường hợp của dầy, mở 2 cánh trên mặt cắt

STT	Các giá trị vận tốc (m/s)	Vị trí mở cửa trên mặt cắt			
		5 và 6	6 và 7	7 và 8	5 và 8
1	$V_{TB}$	1,31	1,40	1,42	1,39
2	$V_{Max}$	1,78	1,85	1,88	1,90

**c. Góc xoay của cửa sổ trên mặt cắt**

Trường gió trên mặt cắt và mặt bằng phòng ngủ, vận tốc  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trên bề mặt cửa sổ (vị trí  $Y_1Y_2$ ) trong các trường hợp góc xoay  $\beta$  được thể hiện ở Bảng 5 và Bảng 6.

**Bảng 5.** Trường gió trên mặt cắt phòng ngủ trong các trường hợp góc xoay  $\beta$



**Bảng 6.** Giá trị vận tốc gió  $V_{TB}$  và  $V_{Max}$  trong các trường hợp góc xoay  $\beta$

STT	Các giá trị vận tốc (m/s)	Góc xoay $\beta$					
		15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	$V_{TB}$	0,79	1,33	1,50	1,48	1,46	1,38
2	$V_{Max}$	1,07	1,74	1,90	1,96	1,97	1,79

Các kết quả cho thấy: trường gió và các giá trị vận tốc trên mặt cắt, khi thiết kế CCCT góc xoay của cánh cửa nên chọn từ 45° đến 75°; nên lấy giá trị là thấp nhất có thể (45°). Khi thiết kế cần lưu ý khả năng chịu tải trọng gió của cánh cửa và tay chống, đặc biệt là các cửa nằm ở các tầng cao có vận tốc gió ngoài nhà lớn.

**d. Diện tích cửa sổ**

Diện tích cửa (phần được mở để gió vào và ra) có ảnh hưởng trực tiếp đến lưu lượng thông gió (ký hiệu là G) vào phòng:

$$G = V_v \times S_c \times t \tag{2}$$

Trong đó:

+  $V_v$  là vận tốc gió trung bình trên diện tích cửa vào (m/s);

+  $S_c$  là diện tích cửa được mở để đón gió (m<sup>2</sup>);

+  $t$  là thời gian (s).

Khi G và t không đổi, theo công thức (2) sự biến thiên của  $V_v$  tỷ lệ nghịch với sự biến thiên của  $S_c$ .

Đối với CCCT, vận tốc gió  $V_v$  biến thiên theo quy luật hàm mũ (công thức (1)) và độ chênh lệch giá trị  $V_v$  giữa các tầng là khá lớn. Vì vậy trong thiết kế cửa cần có sự thay đổi  $S_c$  - cụ thể là diện tích phần cửa lấy gió - theo sự thay đổi chiều cao công trình.

$S_c$  phụ thuộc vào một số yếu tố như: yêu cầu chiếu sáng tự nhiên, che nắng, chống ồn, ý tưởng thiết kế hình khối không gian kiến trúc công trình, ...  $S_c$  thay đổi diện tích theo từng nhóm tầng - đề xuất là mỗi nhóm gồm 5 tầng (xấp xỉ 16m). Như vậy với nhà cao 40 tầng sẽ có 8 lần thay đổi diện tích cửa ở các nhóm tầng  $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7$  và  $N_8$ . Vị trí, chiều cao và vận tốc trung bình ở các nhóm tầng - xem Bảng 7.

**Bảng 7.** Vận tốc gió trung bình trên từng nhóm tầng

STT	Nhóm tầng	Vị trí tầng ( $T_n$ : Tầng thứ n)	Chiều cao (m) so với nền đất	$V_{TB}$ (m/s)
1	$N_1$	$T_1$ đến $T_5$	0 m đến 20 m	2,05
2	$N_2$	$T_6$ đến $T_{10}$	21 m đến 36 m	2,69
3	$N_3$	$T_{11}$ đến $T_{15}$	37 m đến 52 m	2,98
4	$N_4$	$T_{16}$ đến $T_{20}$	53 m đến 68 m	3,19
5	$N_5$	$T_{21}$ đến $T_{25}$	69 m đến 84 m	3,36
6	$N_6$	$T_{26}$ đến $T_{30}$	85 m đến 100 m	3,50
7	$N_7$	$T_{31}$ đến $T_{35}$	101 m đến 116 m	3,63
8	$N_8$	$T_{36}$ đến $T_{40}$	117 m đến 132 m	3,74

Diện tích cửa của các nhóm tầng  $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7$  và  $N_8$  lần lượt là  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$  và  $S_8$ . Lấy diện tích  $S_1$  làm cơ sở, diện tích tương đối (so với  $S_1$ ) của các nhóm tầng tiếp theo được tổng hợp trong Bảng 8.

**Bảng 8.** Diện tích cửa lấy gió - so với  $S_1$  - của các nhóm tầng

STT	Nhóm tầng	Ký hiệu diện tích	Vận tốc gió trung bình tương đối so với vận tốc của $N_1$	Diện tích cửa tương đối so với $S_1$
1	$N_1$	$S_1$	100%	100%
2	$N_2$	$S_2$	131%	76%
3	$N_3$	$S_3$	145%	69%
4	$N_4$	$S_4$	155%	64%
5	$N_5$	$S_5$	164%	61%
6	$N_6$	$S_6$	171%	59%
7	$N_7$	$S_7$	177%	57%
8	$N_8$	$S_8$	182%	55%

**2.3.2. Cửa sổ bên trong căn hộ**

Cửa sổ bên trong căn hộ, có chức năng là cửa thoát gió hoặc cửa đón gió vào (đối với các phòng chức năng không được thông gió trực tiếp).

Vị trí và kích thước các cửa bên trong căn hộ phụ thuộc vào một số yếu tố sau: yêu cầu sử dụng không gian, thẩm mỹ, chiếu sáng, thông gió,...

Khi thiết kế cửa sổ bên trong căn hộ cần chú ý:

- Vị trí tương đối của cửa thoát gió so với cửa gió vào có tác dụng tạo nên trường gió trong phòng (hướng dòng

không khí khi đi xuyên qua phòng) và ảnh hưởng đến vận tốc gió trong phòng.

- Khi dòng không khí xuyên suốt thì vận tốc dòng không khí sẽ cao hơn trong trường hợp dòng không khí phải chuyển động quanh co.

- Kết quả trường gió trong phòng trong các trường hợp vị trí tương đối giữa cửa đón gió vào và cửa thoát gió ra được thể hiện trong Bảng 9. Căn cứ trên kết quả ở Bảng 9, cần bố trí vị trí cửa sổ hợp lý để tạo trường gió trong phòng phù hợp với chức năng sử dụng.

**Bảng 9.** Trường gió trong phòng trong các trường hợp vị trí tương đối của cửa gió vào và cửa gió ra

Vị trí cửa	Vào 1-Ra 1	Vào 1-Ra 2	Vào 1-Ra 3
Trường gió			
Vị trí cửa	Vào 1-Ra 4	Vào 1-Ra 5	Vào 1-Ra 6
Trường gió			
Vị trí cửa	Vào 1-Ra 7	Vào 1-Ra 8	Vào 1-Ra 9
Trường gió			
Vị trí cửa	Vào 2-Ra 1	Vào 2-Ra 2	Vào 2-Ra 3
Trường gió			
Vị trí cửa	Vào 2-Ra 4	Vào 2-Ra 5	
Trường gió			

### 3. Bàn luận

Trong hầu hết các thiết kế hiện nay, để đánh giá hiệu quả TGTN trong công trình, các kiến trúc sư thường đưa ra các đánh giá mang tính định tính về chuyển động dòng không khí trên tổng mặt bằng, mặt bằng các tầng và các mặt cắt mà không có các số liệu định lượng cụ thể. Vì vậy, các đánh giá này chưa hoàn toàn có tính thuyết phục cao. Việc đưa ra các nguyên tắc thiết kế TGTN - với các số liệu định lượng cụ thể, hình ảnh trực quan - sẽ hỗ trợ rất nhiều cho kiến trúc sư trong quá trình thiết kế.

Bằng phương pháp CFD, kết quả nghiên cứu đã được thể hiện trực quan với các số liệu định lượng chi tiết cho

48 trường hợp nghiên cứu. Từ đó, bài báo đã đưa ra các nguyên lý thiết kế chung cho thiết kế cửa sổ trong căn hộ CCCT nhằm khai thác hiệu quả TGTN.

Các kết quả nghiên cứu của bài báo - tùy theo các đặc thù cụ thể của từng dự án - có thể được các kiến trúc sư áp dụng vào thực tiễn thiết kế để đưa ra các phương án thiết kế ban đầu tiếp cận gần nhất với phương án thiết kế tối ưu về TGTN. Qua đó, việc áp dụng kết quả nghiên cứu đã góp phần tiết kiệm thời gian cho các kiến trúc sư trong giai đoạn thiết kế.

### 4. Kết luận

Giải pháp thiết kế cửa sổ có ý nghĩa quan trọng trong việc khai thác hiệu quả TGTN cho các căn hộ trong CCCT, một loại hình kiến trúc nhà ở phổ biến tại các đô thị trên thế giới và Việt Nam.

Một số nguyên tắc chung khi thiết kế cửa sổ trong căn hộ CCCT nhằm khai thác hiệu quả TGTN gồm:

- Vị trí mở cửa trên mặt bằng là phân tán;
- Vị trí mở cửa trên mặt cắt là phân tán và ở vị trí thấp;
- Đối với các cửa xoay, góc xoay của cánh cửa từ 45° đến 75° (nên lấy giá trị là thấp nhất có thể);
- Diện tích cửa (phần mở lấy gió) cần có sự thay đổi theo chiều cao công trình. Nhà cao 40 tầng có 8 lần thay đổi diện tích cửa ở các nhóm tầng N<sub>1</sub> (diện tích S<sub>1</sub>), N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub>, N<sub>6</sub>, N<sub>7</sub> và N<sub>8</sub> (mỗi nhóm có 5 tầng). Diện tích tương đối của các nhóm tầng N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub>, N<sub>6</sub>, N<sub>7</sub> và N<sub>8</sub> lần lượt là: 76%; 69%; 64%; 61%; 59%; 57%; 55% so với S<sub>1</sub>.

Các kết quả nghiên cứu của bài báo là một đóng góp nhỏ vào hệ thống lý thuyết chung về thiết kế TGTN trong công trình, cụ thể là kiến trúc CCCT. Việc áp dụng các kết quả bài báo vào thực tiễn thiết kế sẽ góp phần khai thác hiệu quả TGTN, tiết kiệm năng lượng và sự phát triển bền vững cho CCCT tại Việt Nam.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thủ tướng chính phủ, Quyết định số 2127/QĐ-TTg ngày 30/11/2011 về việc “Phê duyệt Chiến lược phát triển Nhà ở quốc gia đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030”, Hà Nội, 2011.
- [2] Nguyễn Tăng Thu Nguyệt, Việt Hà-Nguyễn Ngọc Giá, *Kiến trúc hướng dòng thông gió tự nhiên*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 2014.
- [3] Phạm Đức Nguyên, *Kiến trúc sinh khí hậu: Thiết kế Sinh khí hậu trong Kiến trúc Việt Nam*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 2012.
- [4] Francis Allard, *Natural ventilation in buildings: A design handbook*, James & James (Science Publishers) Ltd., London, 2002.
- [5] Bộ xây dựng, TCXD VN 323: 2004, *Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam: Nhà ở cao tầng - Tiêu chuẩn thiết kế*, Hà Nội, 2004.
- [6] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *ASHRAE handbook - Fundamentals*, Atlanta GA: ASHRAE Inc, 2009.
- [7] A. Stamou, I. Katsiris, “Verification of a CFD model for indoor airflow and heat transfer”, *Building and Environment*, volume 41, Elsevier, 2006, pp. 1171-1181.

(BBT nhận bài: 21/9/2018, hoàn tất thủ tục phân biên: 13/10/2018)