



# MỘT SỐ ĐỊNH HƯỚNG THIẾT KẾ TỔNG MẶT BẰNG NHÀ Ở CAO TẦNG NHẪM KHAI THÁC HIỆU QUẢ THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN

TS. KTS. Phan Tiến Vinh\*

**Tóm tắt:** Ngày nay, nhà ở cao tầng là một loại hình công trình kiến trúc phổ biến tại các đô thị Việt Nam. Các giải pháp thiết kế kiến trúc nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên cho loại hình kiến trúc này sẽ góp phần quan trọng cho sự phát triển bền vững của quốc gia. Trong thiết kế kiến trúc, quy hoạch tổng mặt bằng là bước thiết kế quan trọng, góp phần tạo nên hiệu quả thông gió tự nhiên cho công trình. Bài báo đi vào phân tích các vấn đề thông gió tự nhiên trong nhà ở cao tầng và sử dụng công cụ mô phỏng (phần mềm CFD - Computational Fluid Dynamics) để đưa ra một số định hướng cho thiết kế tổng mặt bằng khu nhà ở cao tầng nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên.

**Từ khóa:** Thông gió tự nhiên, nhà ở cao tầng, kiến trúc bền vững, tổng mặt bằng, CFD.

**Abstract:** Today, apartment building is a popular type of architecture in Vietnamese cities. Architectural design solutions to effectively exploit natural ventilation for this type of architecture will make an important contribution to the sustainable development of Vietnam. In architectural design, master plan is an important step in design, contributing to effective natural ventilation for the building. The article analyzes natural ventilation problems in apartment buildings and uses simulation tools (CFD - Computational Fluid Dynamics) to give some orientations for the master plan design of the apartment building in order to effectively exploit natural ventilation.

**Keywords:** Natural ventilation, apartment building, sustainable architecture, master plan, CFD.

Nhận bài ngày 18/5/2022, chỉnh sửa ngày 28/5/2022, chấp nhận đăng ngày 6/6/2022.

## 1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh thế giới đối diện với những thách thức mang tính toàn cầu, như: Ô nhiễm môi trường, cạn kiệt tài nguyên, khủng hoảng năng lượng,... và đặc biệt là hiện tượng biến đổi khí hậu toàn cầu, phát triển bền vững nói chung và phát triển bền vững trong kiến trúc nói riêng đã trở thành xu thế tất yếu của nhiều quốc gia trên thế giới. Thiết kế kiến trúc nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên (TGTN) 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 các công trình kiến trúc.

Đối với thiết kế quy hoạch tổng thể, giải pháp thiết kế tổng mặt bằng (TMB) các khu nhà ở cao tầng (NOCT) là bước thiết kế đầu tiên, có vai trò quan trọng, ảnh hưởng đến các giải pháp thiết kế tiếp theo và đặc biệt là hiệu quả TGTN cho các căn hộ, không gian sống của các hộ gia đình. Việc phân tích, đánh giá các vấn đề về TGTN trong NOCT và nghiên cứu định lượng (bằng các công cụ mô phỏng) là những cơ sở quan trọng để đưa ra một số định hướng thiết kế TMB cho các Khu NOCT.

\*Khoa Kỹ thuật Xây dựng, ĐH SP Kỹ thuật, ĐH Đà Nẵng

## 2. Thông gió tự nhiên trong nhà ở cao tầng

### 2.1. Nhà ở cao tầng

#### 2.1.1. Khái niệm

NOCT là chung cư cao tầng hoặc các phức hợp kiến trúc cao tầng có chức năng nhà ở, có từ 9 tầng đến 40 tầng. Trong đó:

- Chung cư cao tầng là loại hình nhà ở phục vụ nhiều hộ gia đình, có phương tiện giao thông theo phương đứng chủ yếu là thang máy. Mỗi gia đình sống biệt lập trong từng căn hộ khép kín và sử dụng chung các hệ thống giao thông (thang máy, thang bộ, hành lang,...), hệ thống hạ tầng kỹ thuật và các tiện ích công cộng.

- Phức hợp kiến trúc cao tầng có chức năng nhà ở là các công trình kiến trúc đa chức năng, gồm: Trung tâm thương mại, văn phòng cho thuê, khách sạn,... kết hợp với nhà ở.

#### 2.1.2. Các hình thức bố cục TMB cơ bản của khu NOCT

Trong thiết kế quy hoạch tổng thể, hình thức bố cục tổng mặt bằng các khu NOCT rất đa dạng và phong phú. Việc lựa chọn hình thức bố cục TMB phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như: Điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội, quy hoạch chung của khu vực, ý đồ thiết kế,... Về cơ bản, TMB các khu NOCT có các hình thức bố cục sau:

- Bố cục dạng đơn khối: TBM chỉ gồm một khối đơn độc lập.

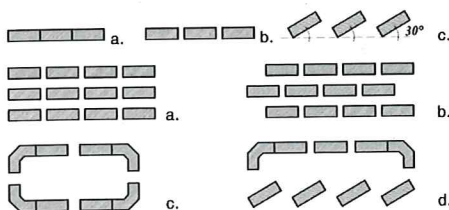
- Bố cục dạng tuyến: TMB gồm các đơn nguyên xếp thành tuyến (là đường thẳng, đường cong, giạt cấp) theo các yếu tố: Trục giao thông, địa hình, mặt nước,... Các khối xếp thành tuyến ở 2 hình thức là liên tục và tách rời, xem Hình 1.



Hình 1: Một số TMB theo hình thức dạng tuyến:

- a. Dạng tuyến liên tục; b. Dạng tuyến tách rời;  
c. Dạng tuyến tách rời và khối nhà nghiêng một góc 30°

- Bố cục dạng nhóm: TMB gồm các đơn nguyên xếp thành nhóm theo một hình thức nhất định. Bố cục dạng nhóm có các hình thức sau: Hình thức xếp hàng song song; hình thức so le; hình thức chu vi; hình thức hỗn hợp; hình thức tự do [5], [7] xem Hình 2.



Hình 2: Một số hình thức bố cục TMB dạng nhóm:

- a. Xếp hàng song song;  
b. So le; c. Chu vi; d. Hỗn hợp

## 2.2. Thông gió tự nhiên

### 2.2.1. Gió và sự biến thiên vận tốc gió theo chiều cao

#### a. Đặc điểm của gió ở lớp biên khí quyển

Gió là một hiện tượng vật lý có sự thay đổi liên tục và không theo qui luật. Đặc điểm ngẫu nhiên đó của gió là do chuyển động rối (turbulence) của các phần tử không khí. Ở lớp biên khí quyển, các vật cản trên bề mặt trái đất và các luồng gió do hiệu ứng đẩy nổi của nhiệt tạo nên chuyển động rối. Càng lên cao, độ rối càng giảm.

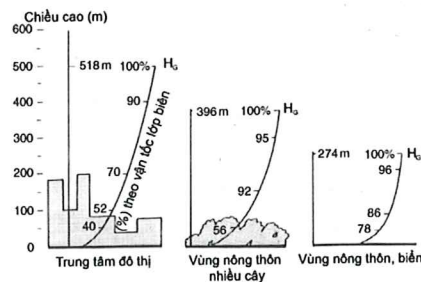
Vận tốc gió tức thời  $v$  tại một thời điểm ( $t$ ) được xác định bằng công thức:

$$v(t) = \bar{v} + v'(t)$$

Trong đó:  $\bar{v}$ : Giá trị vận tốc trung bình.

$v'(t)$ : Đại lượng biến thiên của gió [1].

Giá trị vận tốc gió thay đổi theo chiều cao và được xác định theo quy luật hàm logarit hoặc hàm số mũ. Độ cao, mà từ đó vận tốc gió không thay đổi, gọi là độ cao Gradient - ký hiệu HG. HG phụ thuộc vào đặc điểm của địa hình - xem Hình 3.



Hình 3. Sự biến thiên của vận tốc gió theo chiều cao của các dạng địa hình [6]

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

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

Trong đó:  $V_H$  là vận tốc gió ở cao độ  $H$  (m)

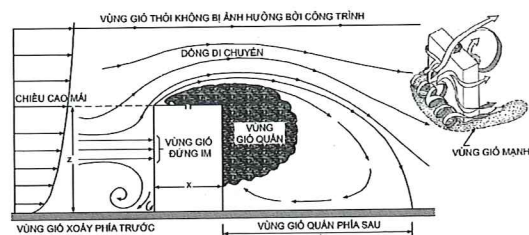
$V_z$  là vận tốc gió ở cao độ tham chiếu  $H_z$

$\delta$ : chiều dày lớp biên khí quyển.

$a$ : hệ số mũ (được xác định bằng thực nghiệm) [2].

#### b. Đặc điểm luồng gió xung quanh công trình

Khi thổi đến công trình, gió sẽ bị phân tán tại các cạnh của cửa công trình tạo nên các vùng đón gió có áp lực dương (+), vùng khuất gió có áp lực âm (-). Hình 4 thể hiện đặc điểm luồng gió khi thổi đến một công trình có dạng khối hộp chữ nhật.



Hình 4. Đặc điểm luồng gió khi thổi đến công trình [2]

Thông gió tự nhiên trong công trình

TGTN là hiện tượng chuyển động của khối không khí trong công trình dưới tác dụng của các lực tự nhiên như áp lực của gió hoặc áp lực nhiệt của không khí.

### 2.2.3. Các hình thức thông gió tự nhiên trong công trình

#### a. Thông gió nhờ áp lực khí động (wind driven ventilation)

Chuyển động của khối không khí được tạo ra do sự chênh lệch áp suất giữa mặt đón gió (áp lực +) và mặt khuất gió (áp lực -). Khi gió thổi đến công trình sẽ tạo ra áp lực gió dương (+) trên mặt đón gió và áp lực gió âm (-) trên mặt khuất gió của công trình. Nếu trên các bề mặt công trình có khoảng mở (cửa, khe hở,...), theo nguyên lý cân bằng áp suất, gió sẽ đi xuyên qua.

#### b. Thông gió nhờ áp lực nhiệt (stack ventilation, buoyancy driven ventilation)

Chuyển động của khối không khí được tạo ra do sự chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài công trình; không khí ở nơi có nhiệt độ cao (+) sẽ chuyển động lên cao và không khí ở nơi có nhiệt độ thấp (-) hơn tràn vào chiếm chỗ.

### 2.2.4. Vai trò của thông gió tự nhiên trong công trình

- Tăng lưu lượng không khí trao đổi giữa trong và ngoài nhà nhằm tạo tiện nghi vi khí hậu tốt cho người sử dụng (giảm nhiệt độ; thải các chất khí độc hại, bụi, vi trùng, hơi nước;...)

- Tiết kiệm năng lượng dùng cho các thiết bị thông gió, làm mát, làm sạch không khí.

- Tăng tốc độ chuyển động của khối không khí trong ngoài nhà, nhằm tăng cường trao đổi nhiệt bằng đối lưu, bốc hơi mồ hôi,...

- Hạn chế gió thổi vào phòng khi điều kiện không khí ngoài nhà không đảm bảo.

- Tăng tỷ lệ diện tích trong phòng có gió thổi qua.

- Tạo môi trường thân thiện với con người. Hạn chế các bệnh gây ra do thường xuyên sử dụng máy điều hòa không khí.

### 3. Một số nguyên tắc chung trong thiết kế tổng mặt bằng khu NOCT, nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên

Thiết kế quy hoạch TMB cho khu NOCT phụ thuộc nhiều yếu tố, như: Điều kiện tự nhiên, kinh tế - văn hóa - xã hội, ý tưởng tổ chức không gian, các yêu cầu về kỹ thuật,... Một số nguyên tắc chung khi thiết kế TMB khu NOCT hướng đến hiệu quả TGTN là:

- Phù hợp, khai thác có hiệu quả và có tính thích ứng với các đặc điểm tự nhiên: Khí hậu (mưa, nắng, gió,...), địa hình (ven sông, ven biển, ao hồ, núi đồi,...). Trong đó, cần nghiên cứu kỹ các đặc điểm của gió tại vị trí xây dựng (hướng chủ đạo, tần suất, vận tốc,...), lượng bức xạ mặt trời trên các mặt đứng theo các hướng, hoạt động biểu kiến của mặt trời trong ngày,...

- Hòa hòa với cảnh quan kiến trúc đô thị tại vị trí xây dựng. Đặc điểm các công trình kiến trúc lân cận sẽ là cơ sở để đưa ra giải pháp thiết kế hợp lý cho TGTN.

- Đáp ứng được ý đồ về tổ chức không gian cho khu, đảm bảo cho các không gian chức năng đáp ứng được nhu cầu của người dân. Trong đó, chú ý vấn đề tổ chức các không gian công cộng phục vụ nhu cầu sinh hoạt cộng đồng của người dân, tăng cường mối liên hệ láng giềng thân thiết của người dân,...

- Xác định khoảng cách hợp lý giữa các khối nhà nhằm đảm bảo yêu cầu về TGTN, chiếu sáng, phòng cháy chữa cháy, tầm nhìn và góc nhìn,... Đáp ứng các yêu cầu về khoảng cách trong QCVN 01:2021/BXD và QCVN 06:2021/BXD. Cần lưu ý về kích thước vùng gió quần sau các khối nhà.

- Đáp ứng được các yêu cầu về thẩm mỹ không gian kiến trúc cảnh quan chung và thẩm mỹ kiến trúc của các khối nhà.

- Đảm bảo các tiện nghi khác cho khu NOCT, như: Nhiệt độ, ánh sáng, âm thanh, chất lượng không khí,...

### 4. Định hướng thiết kế nhằm khai thác hiệu quả thông gió tự nhiên cho các hình thức bố cục tổng mặt bằng

#### 4.1. Bố cục dạng đơn khối

Căn cứ trên các điều kiện tự nhiên của địa điểm xây dựng và ý tưởng thiết kế để chọn hướng chính cho khối nhà.

Trong thiết kế công trình nhằm thích ứng với điều kiện tự nhiên, việc xác định hướng nhà phụ thuộc vào một số các cơ sở sau:

- Đặc điểm về điều kiện tự nhiên, khí hậu: bức xạ mặt trời, gió, địa hình, mưa, bão,... của vị trí xây dựng.

- Đặc điểm khu đất xây dựng (vị trí, hình dạng, quy mô, kích thước,...)

- Đặc điểm về cảnh quan nhân tạo của khu vực lân cận khu đất xây dựng.

- Đặc điểm, tính chất và các yêu cầu thiết kế của công trình kiến trúc.

- Ý tưởng thiết kế kiến trúc.

Trong các cơ sở trên, cơ sở về khí hậu mà cụ thể là 2 yếu tố bức xạ mặt trời và gió có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong việc xác định hướng cho công trình. Đây là hai nhân tố tự nhiên cơ bản nhất, quyết định đến việc hình thành khí hậu các vùng trên trái đất.

Lựa chọn hướng cho nhà NOCT theo hiệu quả TGTN và yêu cầu che nắng gồm các bước sau:

- Bước 1: Phân tích hoạt động biểu kiến của mặt trời tại địa phương. Lựa chọn hướng nhà để hạn chế ánh nắng mặt trời chiếu trực tiếp vào căn hộ, đặc biệt là nắng Tây - Đông và các tháng có nhiệt độ ngoài nhà cao hơn nhiệt độ tiện nghi.

- Bước 2: Xác định tổng trực xạ và tổng tán xạ trên 2 mặt đứng của chung cư (số liệu trực xạ và tán xạ trên mặt đứng 8 hướng lấy từ [4] hoặc các Trạm khí tượng thủy văn khu vực). Lựa chọn hướng chính của chung cư để tổng trực xạ và tổng tán xạ trên 2 mặt đứng của chung cư là nhỏ nhất.

- Bước 3: Đề xuất hướng của chung cư để tổng tần suất xuất hiện của gió trên 2 mặt chính của chung cư là lớn nhất. Kết hợp đề xuất này với giá trị góc gió đến  $\alpha$  tối ưu ( $\alpha$  có giá trị từ  $56.25^\circ$  đến  $90^\circ$ ) để lựa chọn hướng nhà tối ưu theo yêu cầu TGTN.

- Bước 4: Tổng hợp và phân tích các kết quả ở bước 1, 2 và 3 để đề xuất hướng tối ưu cho NOCT theo yêu cầu che nắng và TGTN. [8]

#### 4.2. Bố cục dạng tuyến

Căn cứ trên các điều kiện tự nhiên của địa điểm xây dựng và ý tưởng thiết kế để chọn hướng chính cho NOCT tương tự như bố cục dạng đơn khối. Với các tuyến có hướng không tốt cho TGTN thì sử dụng giải pháp tách rời các khối và trong từng khối chỉnh hướng nhà cho tối ưu. Với mặt bằng tuyến dạng liên tục, cần mở các khoảng trống trên thân công trình để gió xuyên qua, hạn chế việc thiết kế công trình tạo thành mảng lớn chắn gió.

#### 4.3. Bố cục dạng nhóm

Bố cục dạng nhóm là hình thức phổ biến trong quy hoạch TMB các khu NOCT. Để đưa ra các giải pháp thiết kế hợp lý nhất về hiệu quả TGTN, cần sử dụng các nghiên cứu mang tính định lượng cụ thể. Bài báo sử dụng phương pháp mô phỏng trên máy tính cụ thể là phần mềm Autodesk CFD 2019 để phân tích, tính toán và đưa ra kết quả theo yêu cầu của nghiên cứu. 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.

Việc nghiên cứu hiệu quả TGTN của các hình thức bố cục dạng nhóm được tiến hành trên mô hình NOCT có các đặc điểm sau: Kích thước của CC được chọn cho mô phỏng là  $x = 26\text{m}$ ,  $y = 78\text{m}$  và  $z = 130\text{m}$  (tương đương 40 tầng); các khoảng cách các khối nhà được xác định theo QCVN 01:2021/BXD: Khoảng cách giữa 2 cạnh dài của công trình là 25m; khoảng cách giữa 2 đầu hồi của nhà là 15m [3]; Vận tốc gió tham chiếu (tại cao độ 10m) là 5m/s; Tiêu chí đánh giá hiệu quả TGTN của các hình thức bố cục TMB là trường gió tại các mặt phẳng có cao độ như sau: 1.1 m (tầng 1); 65m (tầng 20) và 127m (tầng 40).

Từ kết quả mô phỏng bằng CFD, có thể rút ra một số đề xuất về thiết kế bố cục TMB dạng nhóm, như sau:

##### 4.3.1. Hình thức xếp hàng song song

Với các góc đến  $\alpha$  khác nhau ( $\alpha$  là góc tạo bởi phương của đường tiếp tuyến với mặt chính của khối

NOCT và hướng gió thổi đến), hiệu quả TGTN trên TMB của hình thức xếp hàng song song là khác nhau. Kết quả trường gió trong một số trường hợp  $\alpha$  được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1: Trường gió trên TMB xếp hàng song song trong các trường hợp góc gió đến  $\alpha$

| T | $\alpha$<br>( $^\circ$ ) | Trường gió trên các mặt phẳng nghiên cứu |             |              |
|---|--------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|
|   |                          | Cao độ 1.1 m                             | Cao độ 65 m | Cao độ 127 m |
| 1 | 0                        |                                          |             |              |
| 2 | 22.5                     |                                          |             |              |
| 3 | 45                       |                                          |             |              |
| 4 | 67.5                     |                                          |             |              |
| 5 | 90                       |                                          |             |              |

Qua phân tích các kết quả ở Bảng 1 (về vận tốc gió và hướng gió tại các điểm trên các mặt phẳng xem xét; diện tích vùng lặng gió sau các khối nhà và khu nhà; vùng có vận tốc gió gây bất tiện nghi cho người đi bộ, đi xe máy,...), hình thức xếp hàng song song có trường gió trên mặt bằng tốt nhất khi  $\alpha$  có giá trị từ  $22.5^\circ$  đến  $45^\circ$ , và tốt nhất khi  $\alpha = 22.5^\circ$ .

##### 4.3.2. Hình thức sole

Với các góc đến  $\alpha$  khác nhau, hiệu quả TGTN trên TMB theo hình thức so le là khác nhau. Kết quả trường gió trong một số trường hợp  $\alpha$  được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Trường gió trên TMB so le trong các trường hợp góc gió đến  $\alpha$

| T | $\alpha$<br>( $^\circ$ ) | Trường gió trên các mặt phẳng nghiên cứu |             |              |
|---|--------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|
|   |                          | Cao độ 1.1 m                             | Cao độ 65 m | Cao độ 127 m |
| 1 | 0                        |                                          |             |              |
| 2 | 22.5                     |                                          |             |              |
| 3 | 45                       |                                          |             |              |
| 4 | 67.5                     |                                          |             |              |
| 5 | 90                       |                                          |             |              |

Qua phân tích các kết quả ở Bảng 2 (về vận tốc gió và hướng gió tại các điểm trên các mặt phẳng xem xét; diện tích vùng lặng gió sau các khối nhà và khu nhà; vùng có vận tốc gió gây bất tiện nghi cho người đi bộ, đi xe máy,...;...), hình thức so le có trường gió trên mặt bằng tốt nhất khi  $\alpha$  có giá trị từ  $45^\circ$  đến  $90^\circ$  và tốt nhất khi  $\alpha = 67.5^\circ$ .

#### 4.2.3 Hình thức chu vi

Với các góc đến  $\alpha$  khác nhau, hiệu quả TGTN trên TMB theo hình thức chu vi là khác nhau. Kết quả trường gió trong một số trường hợp  $\alpha$  được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3: Trường gió trên TMB chu vi trong các trường hợp góc gió đến  $\alpha$

| T | T | $\alpha$<br>( $^\circ$ ) | Trường gió trên các mặt phẳng nghiên cứu |             |              |
|---|---|--------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|
|   |   |                          | Cao độ 1.1 m                             | Cao độ 65 m | Cao độ 127 m |
| 1 |   | 0                        |                                          |             |              |
| 2 |   | 22.5                     |                                          |             |              |
| 3 |   | 45                       |                                          |             |              |
| 4 |   | 67.5                     |                                          |             |              |
| 5 |   | 90                       |                                          |             |              |

Trường gió trên TMB phụ thuộc vào đặc điểm của các khoảng mở về: Vị trí, kích thước, góc gió thổi đến,... Khi tổ chức mặt bằng theo hình thức chu vi cần bố trí khoảng mở này về hướng gió chủ đạo, tăng số lượng vị trí và kích thước trong điều kiện cho phép, tạo thêm các khoảng trống trên thân khối nhà,... Theo kết quả trong Bảng 3, hình thức chu vi có hiệu quả TGTN tốt nhất khi  $\alpha$  có giá trị từ  $67.5^\circ$  đến  $90^\circ$ , các khoảng mở trên khối hướng về hướng gió chủ đạo, tăng kích thước khoảng mở,...

Đề xuất hướng của các khối NOCT khi bố cục TMB có dạng chu vi sẽ căn cứ theo đặc điểm của gió chủ đạo của từng địa điểm xây dựng.

Hình thức hỗn hợp và tự do

- Hình thức hỗn hợp là hình thức kết hợp các hình thức cơ bản nêu trên.

- Hình thức tự do là hình thức bố cục TMB ngẫu nhiên theo đặc điểm khu đất hoặc ý tưởng của nhà thiết kế.

Về cơ bản, hình thức hỗn hợp và hình thức tự do là sự kết hợp của 3 hình thức cơ bản (hình thức xếp hàng song song, hình thức so le và hình thức chu vi). Để đánh giá hiệu quả TGTN của các hình thức này cần sử dụng phần mềm CFD để mô phỏng cho các trường hợp cụ thể.

#### Kết luận

TGTN là giải pháp thiết kế thụ động cơ bản và hiệu quả nhằm hướng đến sự phát triển bền vững cho kiến trúc. Việc lựa chọn giải pháp bố cục TMB cho kiến trúc NOCT, trong đó có việc lựa chọn hướng gió đến công trình hay cụm công trình có vai trò quan trọng, ảnh hưởng đến hiệu quả TGTN trong công trình.

Bài báo đã đưa ra một số nguyên lý và định hướng cho việc thiết kế TMB nhằm khai thác hiệu quả TGTN cho các hình thức bố cục TMB: đơn khối, tuyến, nhóm. Kết quả nghiên cứu là một cơ sở lý thuyết và có khả năng ứng dụng đối với các KTS khi thiết kế quy hoạch TMB các khu NOCT hướng đến khai thác hiệu quả TGTN và phát triển bền vững.

#### Tài liệu tham khảo:

1. Francis Allard (2002), *Natural ventilation in buildings: A design handbook*, James & James (Science Publishers) Ltd., London.
2. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (2009), *ASHRAE handbook - Fundamentals*, Atlanta GA: ASHRAE Inc.
3. Bộ Xây dựng (2021), QCVN 01: 2021/BXD, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng*, Hà Nội.
4. Bộ Xây dựng (2009), QCVN 02: 2009/BXD, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng*, Hà Nội.
5. Phạm Hùng Cường, Lâm Quang Cường, Đặng Thái Hoàng, Phạm Thúy Loan, Đàm Thu Trang (2009), *Quy hoạch xây dựng Đơn vị ở*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
6. Steve V. Szokolay (2004), *In troduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*, Elsevier Science, Oxford.
7. Đàm Thu Trang (2013), *Thiết kế cảnh quan Khu ở*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
8. Phan Tiến Vinh, Trịnh Duy Anh, Nguyễn Anh Tuấn (2016), "Lựa chọn hướng nhà trong thiết kế chung cư cao tầng tại Đà Nẵng theo hướng kiến trúc bền vững", Tạp chí Khoa học & Công nghệ ĐHQĐN (ISSN 1859-1531), Số 11(108), Quyển 2.