

HƯỚNG DẪN THỰC HÀNH THIẾT KẾ THỤ ĐỘNG ĐỐI VỚI KIẾN TRÚC NHIỆT ĐỐI VIỆT NAM

Phạm Thị Hải Hà^a, Nguyễn Thị Khánh Phương^{a,*}, Đỗ Thành Công^a

^a*Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 23/8/2022, Sửa xong 03/10/2022, Chấp nhận đăng 10/10/2022

Tóm tắt

Thiết kế thụ động trong kiến trúc giúp giảm nhu cầu sử dụng năng lượng điện và sự phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch trong sưởi ấm, làm mát và chiếu sáng của công trình, duy trì điều kiện tiện nghi nhiệt cùng tiện nghi nhìn cho người sử dụng. Trong thực tế, thiết kế thụ động khó đáp ứng được toàn bộ các nhu cầu tiện nghi ở mức cao của con người nên các công trình hiện đại thường được lắp đặt hệ thống kỹ thuật để điều khiển nhiệt độ, chiếu sáng và thông gió. Thiết kế thụ động đạt hiệu quả cao nhất khi được áp dụng từ giai đoạn hình thành ý tưởng kiến trúc và thiết kế sơ bộ. Để góp phần thúc đẩy tiến trình Việt Nam đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 như cam kết với thế giới của Chính phủ và hỗ trợ các kiến trúc sư thiết kế những công trình hiệu quả năng lượng mà không hạn chế sáng tạo trong các giải pháp thiết kế đảm bảo công năng và thẩm mỹ, bài báo đề xuất một số hướng dẫn thực hành thiết kế thụ động đối với ba thể loại công trình áp dụng: (1) sử dụng Hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hoà không khí (HVAC), (2) sử dụng thông gió tự nhiên và (3) sử dụng chế độ hỗn hợp trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm Việt Nam.

Từ khoá: hiệu quả năng lượng; thiết kế thụ động; tiện nghi nhiệt; công trình dân dụng; kiến trúc nhiệt đới.

A PRACTICAL GUIDE TO PASSIVE DESIGN IN VIETNAM’S TROPICAL ARCHITECTURE

Abstract

Passive design in architecture is a series of solutions to reduce the need of electrical energy and the dependence on fossil energy for heating, cooling, and lighting purposes while maintaining thermal comfort and visual comfort. In fact, it is difficult for passive design solutions to fully meet all human comfort requirements, so modern buildings are often equipped with technical systems (active systems) to control temperature, lighting and ventilation according to the comfort level of the occupants. Passive design is the most efficient when applied from the early stages of architectural concept and design. To accelerate Vietnam’s progress towards net zero emissions by 2050 as the Government committed and enable architects to design high performance buildings without any limit to creativity in design in order to ensure functionality, aesthetics, and users’ comfort, the study proposes some practical guidelines for passive design applicable to three types of buildings: (1) with Heating, ventilating, and air conditioning system (HVAC), (2) with natural ventilation and (3) with mixed ventilation for Vietnam’s hot and humid tropical climate conditions.

Keywords: energy efficiency; passive design; thermal comfort; building; tropical architecture.

[https://doi.org/10.31814/stce.huice\(nuce\)2022-16\(4V\)-02](https://doi.org/10.31814/stce.huice(nuce)2022-16(4V)-02) © 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Khái niệm và tổng quan thiết kế thụ động trong kiến trúc nhiệt đới

Biến đổi khí hậu và hiện tượng nóng lên toàn cầu có ảnh hưởng lớn đến việc sử dụng năng lượng trong lĩnh vực xây dựng ở trên toàn thế giới. Theo Báo cáo của ngành xây dựng toàn cầu năm 2019,

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: phuongntk@huice.edu.vn (Phương, N. T. K.)

các hoạt động trong ngành xây dựng và vận hành các công trình chiếm tỷ trọng lớn nhất theo hai khía cạnh: (i) sử dụng năng lượng cuối, chiếm 36%, và (ii) tổng lượng phát thải khí nhà kính liên quan đến năng lượng, chiếm 39% [1]. Cũng theo báo cáo này, tính trung bình toàn thế giới từ năm 2010 đến 2018, mức độ sử dụng năng lượng trong các công trình dùng để sưởi ấm giảm 20%, chiếu sáng giảm 17%, tuy nhiên nhu cầu về năng lượng làm mát lại ngày càng tăng do diện tích sàn xây dựng tăng trưởng nhanh chóng ở các nước có khí hậu nhiệt đới.

Hội nghị Liên Hợp quốc về Biến đổi khí hậu lần thứ 21 (COP21) vào tháng 12/2015 đã đạt được thỏa thuận Paris với các ràng buộc về mặt pháp lý mang tính phổ quát để giữ mức nóng lên toàn cầu dưới 2°C. Ngày nay, các biện pháp nhằm giảm và loại bỏ khí nhà kính trong ngành xây dựng để đạt mục tiêu tất cả các công trình đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 theo Thỏa thuận Paris đang ngày càng được đề cao ở trên thế giới. Tại Hội nghị COP26 tháng 11/2021, Việt Nam đã cam kết sẽ xây dựng và triển khai các biện pháp giảm phát thải khí nhà kính mạnh mẽ để đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050.

Hội đồng Công trình xanh Thế giới đã đưa ra Cam kết về các công trình không có carbon và đạt được mức phát thải ròng bằng “0” trước năm 2050, trong đó đặt ra mục tiêu đến năm 2030, tất cả các công trình xây mới hay cải tạo, và cơ sở hạ tầng sẽ giảm một nửa lượng carbon hiện thân (đồng thời phát thải carbon trong quá trình vận hành bằng không) [2]. Viện Kiến trúc Hoa Kỳ AIA trong “Kế hoạch hành động khí hậu” đã tuyên bố biến đổi khí hậu là cuộc khủng hoảng của tất cả mọi người và *các kiến trúc sư có vị trí độc nhất* để giúp giải quyết vấn đề đó. Cũng theo AIA, trách nhiệm của các kiến trúc sư là giúp giảm thiểu sản xuất khí nhà kính trong vận hành và trong tự thân của công trình bằng các *kỹ thuật thiết kế thụ động*, sử dụng các biện pháp hiệu quả năng lượng, cải tạo các công trình hiện hữu và sử dụng các vật liệu xây dựng có mức độ tác động tiêu cực thấp đến môi trường [3].

Thiết kế thụ động trong kiến trúc được biết đến là các giải pháp thiết kế tận dụng những điều kiện thuận lợi của khí hậu địa phương để giảm nhu cầu sử dụng năng lượng điện và năng lượng hóa thạch trong sưởi ấm, làm mát và chiếu sáng của công trình, duy trì điều kiện tiện nghi nhiệt, tiện nghi nhìn cho người sử dụng. Thiết kế thụ động gắn liền với thiết kế sinh khí hậu - thiết kế phù hợp khả năng thích ứng của con người với môi trường sống. Các chiến lược thiết kế thụ động khi được áp dụng từ giai đoạn tìm ý tưởng và thiết kế sơ bộ đóng vai trò rất quan trọng đối với việc giảm nhu cầu sử dụng năng lượng trong suốt quá trình vận hành công trình kéo dài nhiều năm. Chính vì vậy, để tăng cường năng lực cho các kiến trúc sư, nhiều tài liệu hướng dẫn kỹ thuật/chiến lược thiết kế thụ động đã được biên tập cũng như các khóa đào tạo về kỹ thuật thiết kế thụ động đã được triển khai ở trên thế giới, ví dụ các tiêu chuẩn thực hành cấp quốc gia MS 2680:2017 [4] và MS 1525:2019 [5] của Malaysia; sách “Kiến trúc và thiết kế thụ động” [6], “Thiết kế kiến trúc trung hòa carbon” [7]; khóa đào tạo “Kỹ thuật thiết kế thụ động” ở Ấn Độ [8].

Tại Việt Nam, thiết kế thụ động đã được vận dụng rất tốt trong nhà ở truyền thống với các giải pháp quy hoạch tổng thể, lựa chọn hướng nhà, che nắng, cách nhiệt và tận dụng thông gió tự nhiên. Thiết kế thụ động cũng được thể hiện rất rõ rệt và hiệu quả trong những công trình theo phong cách kiến trúc Đông Dương độc đáo - một dạng kiến trúc chiết trung pha trộn Á - Âu sử dụng những vật liệu và kỹ thuật mới nhưng vẫn giữ được bản sắc dân tộc cũng như đảm bảo điều kiện vi khí hậu cho người sử dụng theo đặc điểm khí hậu địa phương.

Từ thập kỷ đầu tiên của thế kỷ 21, phong trào Công trình xanh và giảm thiểu phát thải khí nhà kính của ngành xây dựng bắt đầu được quan tâm ở Việt Nam. Nhiều kiến trúc sư tiên phong trong lĩnh vực thực hành đã có các tác phẩm theo xu hướng bền vững với các giải pháp thụ động xuất phát từ nguyên lý thiết kế sinh khí hậu như Hoàng Thúc Hào, Võ Trọng Nghĩa, Lê Lương Ngọc, ... Tuy nhiên, cho tới nay vẫn chưa có một tài liệu nào giới thiệu đầy đủ phương pháp thực hành thiết kế thụ động

phù hợp với kiến trúc nhiệt đới Việt Nam. Để góp phần thúc đẩy tiến trình Việt Nam đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 và hỗ trợ các kiến trúc sư có thể thiết kế các công trình hiệu quả năng lượng mà không hạn chế sáng tạo trong các giải pháp thiết kế đảm bảo công năng và thẩm mỹ, nhóm tác giả đã đề xuất hướng dẫn thực hành thiết kế thụ động với ba thể loại công trình: sử dụng Hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hoà không khí (HVAC), sử dụng thông gió tự nhiên và công trình sử dụng chế độ hỗn hợp, phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm Việt Nam. Trong bài báo, nhóm tác giả sử dụng phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết; phương pháp phân loại và hệ thống cơ sở lý luận thông qua ví dụ cụ thể để minh họa hướng dẫn thực hành thiết kế thụ động được đề xuất.

2. Hướng dẫn kỹ thuật thiết kế thụ động nâng cao tiện nghi nhiệt và chiếu sáng trong kiến trúc nhiệt đới Việt Nam

2.1. Cơ sở khoa học

Khí hậu xây dựng, kỹ thuật nhiệt kiến trúc và kỹ thuật chiếu sáng tự nhiên là những cơ sở nền tảng của thiết kế thụ động trong kiến trúc.

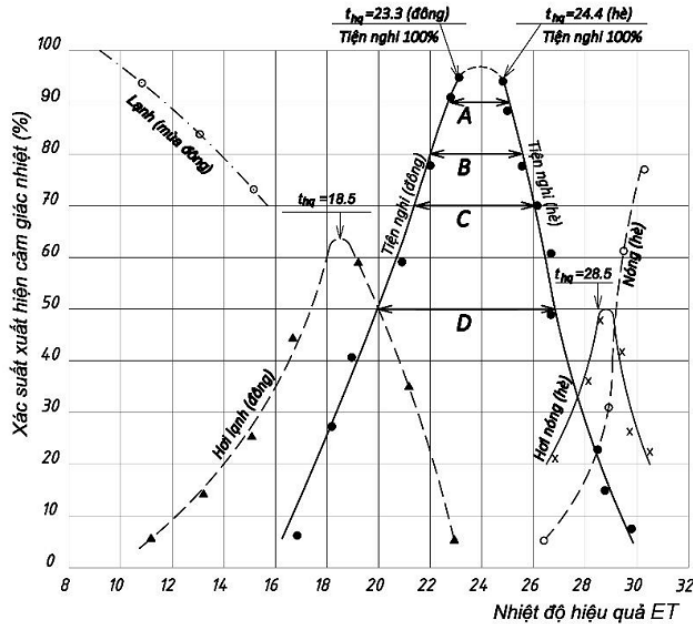
Nằm trong vành đai khí hậu nhiệt đới, địa hình phần lục địa trải dài từ vĩ độ 8°B đến 23°B, Việt Nam có khí hậu điển hình mang đặc tính nhiệt đới ẩm, gió mùa. Khu vực từ vĩ độ 16°B trở ra phía Bắc có khí hậu nhiệt đới ẩm, gió mùa và có mùa đông lạnh, còn khu vực từ vĩ độ 16°B trở vào phía Nam có nền nhiệt cao, khí hậu nhiệt đới ẩm điển hình. Như vậy, chiến lược thiết kế thụ động kiểm soát môi trường nhiệt ở hầu hết các địa phương ở Việt Nam (từ vùng khí hậu III đến VII) tập trung chủ yếu là chống nóng, còn vùng khí hậu I và II thì yêu cầu chống nóng và chống lạnh là như nhau. Một số vùng núi cao ở vùng khí hậu I và II lại cần phải chú trọng chống lạnh nhiều hơn chống nóng [8–11].

Thiết kế thụ động phải bắt đầu từ việc nghiên cứu kỹ lưỡng đặc điểm khí hậu và không gian tại địa điểm xây dựng để tận dụng tối đa lợi thế tự nhiên của mỗi địa phương. Đối với vùng nhiệt đới nóng ẩm như Việt Nam, các yếu tố khí hậu quan trọng cần xem xét là: bức xạ mặt trời, tán xạ bầu trời, ánh sáng tự nhiên, nhiệt độ không khí, chế độ gió, độ ẩm và lượng mưa. Các dữ liệu khí hậu tại địa điểm xây dựng có thể tham khảo từ bộ số liệu của trạm khí tượng ở mặt đất hoặc từ cơ sở dữ liệu vệ tinh. Ở Việt Nam, số liệu khí hậu xây dựng ở một số địa phương có thể tham khảo trong Quy chuẩn QCVN 02 của Bộ Xây dựng hoặc từ mạng lưới các trạm khí tượng trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Ngoài ra, có thể sử dụng bộ dữ liệu khí hậu miễn phí trên cơ sở dữ liệu trực tuyến của Cục Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) hoặc từ trang web Ladybug được thu từ vệ tinh hoặc các sân bay trên thế giới [12]. Bộ dữ liệu khí hậu miễn phí thường được tổng hợp từ các trạm đo từ những năm 1980, 1990. Các bộ dữ liệu khí hậu mới hoặc dữ liệu dự báo thời tiết (tương lai) có thể được cung cấp có chi phí từ các công ty bán dữ liệu thu thập từ trạm đo, hoặc dữ liệu vệ tinh đã qua xử lý như Whitebox (<http://weather.whiteboxtechnologies.com/>).

Trong thiết kế thụ động, tiện nghi nhiệt là một chỉ số quan trọng. Theo truyền thống, các công trình ở Việt Nam thường khai thác thông gió tự nhiên và kiến trúc sư coi đó như chiến lược làm mát chủ đạo, tức là cảm nhận sự tiện nghi nhiệt trong nhà của người sử dụng phụ thuộc phần lớn vào tốc độ gió và sự thay đổi nhiệt độ không khí ngoài trời. Trong các công trình sử dụng hoàn toàn thông gió tự nhiên, phạm vi đạt mức tiện nghi nhiệt thường chỉ ở cấp B - tiện nghi trung bình, hay cấp C - tiện nghi thấp hoặc cấp D - tiện nghi hạn chế (Hình 1). Ngày nay, nhiều công trình hiện đại yêu cầu mức tiện nghi nhiệt ở cấp A - tiện nghi cao nên được thiết kế với hệ thống chủ động như HVAC để sưởi ấm và/hay làm mát một phần/toàn bộ thời gian trong năm [13, 14]. Một số công trình được thiết kế để sử dụng thông gió tự nhiên khi điều kiện khí hậu ngoài nhà dễ chịu, còn hệ thống HVAC được sử dụng

khi điều kiện khí hậu ngoài nhà không đạt yêu cầu. Vì vậy, kỹ thuật thiết kế thụ động thường được phân thành ba chế độ điều tiết vi khí hậu như sau:

- Công trình sử dụng hệ thống HVAC;
- Công trình sử dụng thông gió tự nhiên;
- Công trình sử dụng chế độ hỗn hợp: thông gió tự nhiên kết hợp HVAC.



Hình 1. Phân mức cảm giác tiện nghi nhiệt A, B, C, D của người Việt Nam trên biểu đồ thực nghiệm của GS. Phạm Ngọc Đăng [13]

2.2. Kỹ thuật thiết kế thụ động

Để nâng cao tiện nghi nhiệt và chiếu sáng, bảy kỹ thuật thiết kế thụ động được chia theo ba chế độ điều tiết vi khí hậu nêu trên bao gồm (Hình 2):

1) Quy hoạch tổng thể, chọn hướng và hình khối nhà: là một cân nhắc rất quan trọng trong chiến lược thiết kế, cần được nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế ý tưởng. Lựa chọn hướng và hình khối nhà có thể tác động đến môi trường vi khí hậu của các không gian mở trong khu đất và các công trình lân cận thông qua việc làm mát từ chính bóng đổ của nhà.

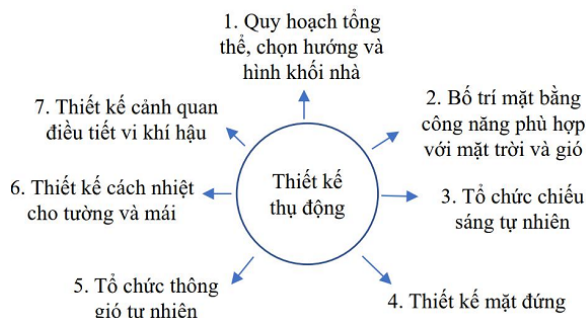
2) Bố trí mặt bằng công năng phù hợp với mặt trời và gió: là một cân nhắc rất quan trọng trong chiến lược thiết kế, cần được nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế ý tưởng.

3) Tổ chức chiếu sáng tự nhiên: xác định hướng lấy ánh sáng và sơ bộ diện tích cửa tối thiểu cho mỗi không gian để tận dụng ánh sáng tự nhiên, cần được nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế sơ bộ.

4) Thiết kế mặt đứng (façade design): mặt đứng là lớp vỏ công trình theo phương đứng, giúp kiểm soát nhiệt mặt trời, chiếu sáng tự nhiên, độ ẩm và vận tốc gió để tối ưu hóa tiện nghi của người sử dụng, đồng thời biểu đạt đặc trưng về công năng và thẩm mỹ kiến trúc của công trình. Vì vậy, thiết kế mặt đứng là một cân nhắc quan trọng, cần được nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế sơ bộ.

5) Tổ chức thông gió tự nhiên: là chiến lược thiết kế quan trọng đối với công trình sử dụng thông gió tự nhiên cũng như công trình sử dụng chế độ hỗn hợp, cần được nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế sơ bộ.

- 6) Thiết kế cách nhiệt cho tường và mái: là lựa chọn vật liệu cách nhiệt, sắp xếp các lớp vật liệu hợp lý trong kết cấu bao che, thường được nghiên cứu ở giai đoạn thiết kế sơ bộ hoặc thiết kế kỹ thuật.
- 7) Thiết kế cảnh quan điều tiết vi khí hậu: giải pháp cây xanh, mặt nước nhằm điều tiết vi khí hậu ngoài nhà, nâng cao hiệu quả của các giải pháp thiết kế thụ động khác.



Hình 2. Đề xuất bảy kỹ thuật thiết kế thụ động cho khí hậu nhiệt đới Việt Nam

Dưới đây sẽ phân tích cụ thể các kỹ thuật thiết kế thụ động cho ba dạng công trình theo ba chế độ điều tiết vi khí hậu nêu trên.

A. Kỹ thuật thiết kế thụ động cho công trình sử dụng hệ thống HVAC

- Chiến lược thiết kế thụ động

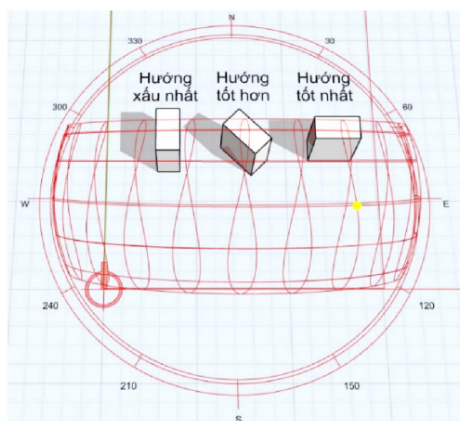
Phương pháp tiếp cận cơ bản đối với thiết kế thụ động cho công trình sử dụng hệ thống HVAC là để điều tiết tiện nghi vi khí hậu là giảm thiểu nhu cầu sử dụng các thiết bị và giảm tải sưởi ấm, tải làm mát, đồng nghĩa với việc năng lượng được sử dụng tiết kiệm và hiệu quả.

- Hướng dẫn kỹ thuật thiết kế thụ động

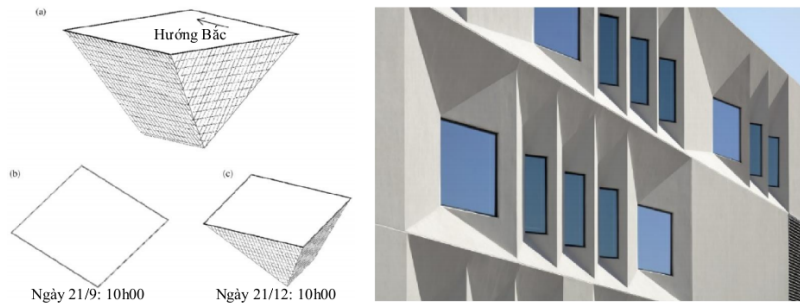
a. Quy hoạch tổng thể, chọn hướng và hình khối nhà

Nguyên tắc cơ bản để xác định hướng nhà tốt cho công trình sử dụng hệ thống HVAC ở Việt Nam là ưu tiên hướng giảm bức xạ mặt trời chiếu lên kết cấu bao che, và giảm diện tích cửa kính, vách kính trên mặt đứng quay về hướng có cường độ bức xạ mặt trời cao (hướng Tây, hướng Đông và chéo quanh hướng Tây).

Về mặt kỹ thuật, hình khối có lợi là mặt bằng hình chữ nhật, với trục dọc của công trình nằm trên trục Đông - Tây hoặc lân cận Đông - Tây. Trường hợp khu đất hẹp, quy hoạch tổng thể không thể định hướng trục dọc nhà theo hướng Đông - Tây thì có thể lựa chọn các hình dạng khác thích hợp với khu đất, đồng thời phải nghiên cứu các kết cấu che nắng bên ngoài phù hợp cho các mặt đứng của nhà (Hình 3). Công trình có hình khối dạng vát nghiêng bề mặt từ trên xuống dưới, hoặc tầng giạt cấp thu nhỏ dần về bên dưới theo hình kim tự tháp ngược có tác dụng tự tạo bóng đổ tương đương với những kết cấu che nắng (Hình 4).



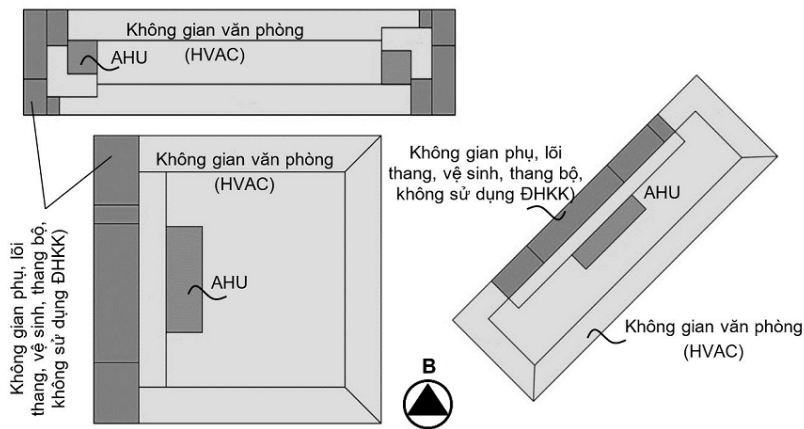
Hình 3. Hướng nhà tốt là giúp giảm bức xạ mặt trời chiếu lên kết cấu bao che



Hình 4. Công trình tự che nắng bằng bóng bản thân [15, 16]

b. Bố trí mặt bằng công năng theo nguyên tắc phù hợp với đường chuyển động biểu kiến của Mặt trời

Thiết kế bố trí mặt bằng công năng để tối ưu hóa không gian trong nhà phải theo nguyên tắc phù hợp với đường chuyển động biểu kiến của Mặt trời. Lối giao thông, diện tích phục vụ và các không gian không sử dụng thường xuyên nên đặt ở phía Tây, Tây Bắc và phía Đông của công trình để những bộ phận này hoạt động như một lá chắn nhiệt cho các không gian chính bên trong, nâng cao hiệu quả cách nhiệt cho nhà ở các hướng bất lợi nhận nhiều bức xạ mặt trời vào mùa hè (Hình 5). Tương tự, các không gian chuyển tiếp như ban công, lô gia, vườn trời, v.v. có vai trò là vùng đệm nhiệt.



Hình 5. Cách bố trí mặt bằng phân khu chức năng cho mặt bằng nhà văn phòng giảm BXMT hướng Đông và Tây [17]

Các không gian chức năng chính có công năng khác nhau sẽ có yêu cầu che nắng/chiếu nắng và chiếu sáng tự nhiên riêng biệt. Phòng ngủ và lớp học trong trường mầm non, mẫu giáo; phòng bệnh nhân cần đảm bảo thời gian chiếu nắng nhất định cần thiết theo yêu cầu vệ sinh và tăng cường sức khỏe; trong khi không gian làm việc văn phòng, không gian học tập của học sinh và sinh viên, các phòng thí nghiệm, phòng học vẽ hay phòng tranh trong bảo tàng lại cần che nắng, tránh ánh sáng trực xạ để chống chói lóa, chống nóng và bảo tồn màu sắc tranh ảnh. Phòng ở trong nhà ở nên bố trí tránh hướng nóng như Tây và Tây Bắc, lấy được ánh sáng và nắng sớm ban ngày như hướng Đông Bắc, Đông Nam.

c. Tổ chức chiếu sáng tự nhiên

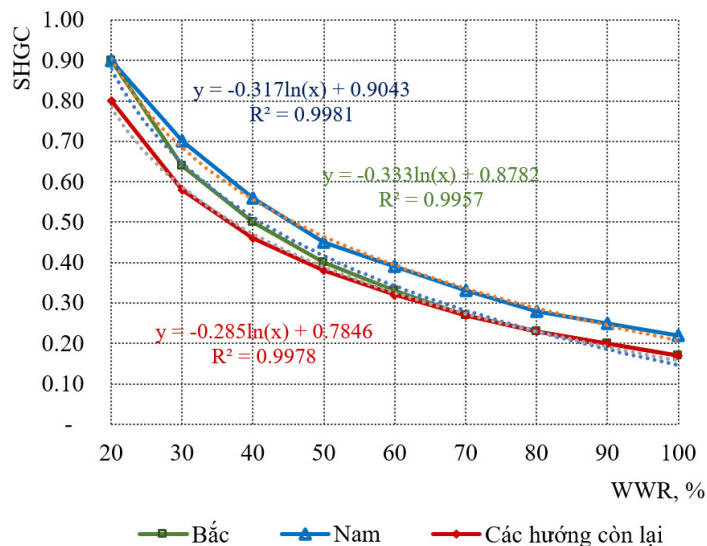
Tổ chức chiếu sáng tự nhiên trong giai đoạn thiết kế sơ bộ là xác định hướng cửa lấy ánh sáng và diện tích cửa tối thiểu để cho phép ánh sáng khuếch tán vào các không gian sinh hoạt và làm việc, trong khi đảm bảo hạn chế ánh sáng trực xạ gây chói lóa. Cần xem xét bố cục mặt bằng và hướng của mỗi không gian cũng như các đặc tính quang học của loại kính dự kiến sử dụng để chọn hướng lấy sáng, bố trí vị trí và chọn diện tích cửa lấy ánh sáng phù hợp. Diện tích cửa chiếu sáng thường được xác định theo tỷ lệ diện tích cửa và diện tích sàn (WFR, %).

Thiết kế diện tích cửa cần tiếp cận lý thuyết ánh sáng tự nhiên chủ trong không gian. Theo đó, nếu chưa tính đến sự che chắn của các công trình lân cận, sử dụng kính trắng trong thì diện tích mở cửa đảm bảo giảm nhiệt bức xạ mặt trời và đủ chiếu sáng tự nhiên theo chỉ số chiếu sáng động được khuyến nghị cho nhà dân dụng ở Việt Nam là $WFR = 13,5\% \div 16,3\%$ cho yêu cầu độ rọi 300 lux; $WFR = 23,2\% \div 27,5\%$ cho yêu cầu độ rọi 500 lux [18, 19]. Khi tính đến ảnh hưởng bởi các công trình lân cận, cây cối, yêu cầu về tầm nhìn hay sử dụng loại kính màu (có đặc tính quang học khác kính trắng, trong) thì diện tích cửa chiếu sáng có thể được xem xét tăng lên nhưng cần lưu ý các biện pháp che nắng, chống chói và tránh sự thâm nhập của nhiệt bức xạ mặt trời quá mức vào trong nhà.

Ngày nay, các phần mềm mô phỏng chiếu sáng tự nhiên (computer daylight simulation software) được lập trình để có thể tính toán chiếu sáng dưới mọi điều kiện bầu trời khác nhau. Với sự hỗ trợ các phần mềm này, mọi không gian dễ dàng được mô phỏng và đánh giá theo các chỉ số chiếu sáng động dựa theo đặc điểm khí hậu địa phương.

d. Thiết kế mặt đứng

Một thiết kế mặt đứng tốt có thể giúp tối ưu hóa ánh sáng tự nhiên và tiện nghi nhiệt, tăng hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình. Hệ thống mặt đứng bao gồm: cửa kính, kết cấu che nắng, tường ngoài và các chi tiết cấu tạo, tất cả phải được xem xét tích hợp yêu cầu tầm nhìn, kiểm soát ánh sáng tự nhiên, giảm thiểu truyền nhiệt, tính thẩm mỹ và khả năng thu năng lượng mặt trời (ví dụ như tích hợp quang điện trên mặt đứng, hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời).



Hình 6. Chỉ số SHGC của cửa kính/vách kính không có kết cấu che nắng theo các hướng nhà được quy định theo QCVN 09:2017/BXD

Hệ thống cửa/vách kính trên mặt đứng tác động đồng thời đến hiệu suất nhiệt, hiệu suất chiếu sáng và yêu cầu tầm nhìn thông qua các yếu tố:

- tỷ lệ diện tích cửa kính và diện tích tường ngoài (WWR, %);
- đặc tính vật lý của loại kính sử dụng; và
- hình thức và cấu tạo kết cấu che nắng.

Tỷ lệ WWR càng lớn, diện tích chiếu sáng trong không gian càng nhiều nhưng nguy cơ thừa nhiệt làm tăng tải lạnh của hệ thống HVAC và chói lóa mắt tiện nghi sẽ càng cao. Chính vì vậy, một trong những khía cạnh quan trọng nhất của công tác thiết kế mặt đứng là thiết kế che nắng cho cửa/vách kính và chọn lựa hệ số SHGC của kính có giá trị phù hợp. Quy chuẩn quốc gia QCVN 09:2017/BXD quy định hệ số SHCG cho phép của kính theo tỷ lệ WWR trong hai trường hợp: cửa kính có và không có kết cấu che nắng (Hình 6).

e. Tổ chức thông gió tự nhiên

Thông gió tự nhiên trong nhà đóng kín sử dụng HVAC là sử dụng áp lực khí động và/hay áp lực nhiệt để cung cấp đủ khí tươi và thay đổi không khí cho các không gian kín không được thông gió cơ khí hay không có hệ thống chủ động điều hòa nhiệt độ. Ví dụ như: khu vực sảnh, hành lang, lõi thang máy, cầu thang bộ có thể tận dụng thông gió tự nhiên. Trong một số trường hợp, không khí lan tỏa từ các không gian liền kề cũng có thể đảm bảo tạo ra sự thay đổi không khí cần thiết và tiện nghi nhiệt yêu cầu mà ít tốn năng lượng.

Quy chuẩn QCVN 09:2017/BXD yêu cầu các lỗ thông gió, cửa sổ có thể mở được ra bên ngoài cần có diện tích $\geq 5\%$ diện tích sàn của công trình.

f. Thiết kế cách nhiệt cho kết cấu tường, mái

Đối với công trình sử dụng HVAC, kết cấu tường và mái cần đạt yêu cầu cách nhiệt tốt và giữ cho nhiệt độ trong nhà ổn định. Trong kỹ thuật thiết kế thụ động, cách nhiệt bằng vật liệu cách nhiệt và bằng khối nhiệt (thermal mass) có thể đóng vai trò quan trọng để giảm nhận nhiệt bức xạ mặt trời trong mùa nóng và cách nhiệt trong mùa lạnh, từ đó có thể giảm tải làm mát và tải sưởi ấm bên trong công trình, giảm nhu cầu năng lượng của hệ thống HVAC.

Cách nhiệt bằng vật liệu cách nhiệt có thể được phân làm hai loại là: (i) cách nhiệt bằng nhiệt trở, tức là sử dụng vật liệu có tính chất dẫn nhiệt kém; và (ii) cách nhiệt bằng phản xạ (ví dụ tường thường được sơn màu sáng). Trong đó cách nhiệt bằng nhiệt trở hiệu quả hơn vì giúp ngăn chặn thất thoát không khí ấm từ trong phòng ra ngoài nhà (mùa lạnh) hay ngăn chặn không khí nóng từ bên ngoài truyền vào nhà (mùa nóng). Cần lựa chọn vật liệu và cấu tạo tường bao che của tường hay mái để tổng nhiệt trở lớn hơn giá trị được quy định trong Quy chuẩn QCVN 09:2017/BXD.

Khối nhiệt là một thuộc tính hàm nhiệt của kết cấu bao che nặng, đặc, giúp công trình có thể giữ nhiệt ổn định, tạo ra “quán tính” chống lại sự dao động nhiệt. Về mặt khoa học, khối nhiệt tương đương với nhiệt dung [9]. Cách nhiệt bằng khối nhiệt hay còn gọi là cách nhiệt bằng nhiệt dung là biện pháp hấp thụ nhiệt và giữ độ ẩm, độ mát bên trong kết cấu ở mức cần thiết, tạo ra “quán tính” chống lại sự dao động nhiệt. Ở khí hậu nhiệt đới, khối nhiệt sử dụng kết cấu có nhiệt dung lớn (dạng kết cấu đặc, nặng và cấu tạo các lớp hợp lý) để “làm phẳng” sự dao động của nhiệt độ tổng của bề mặt tường hay mái. Kết cấu có khối nhiệt lớn (kết cấu dày nặng) sẽ hấp thụ nhiệt khi môi trường xung quanh có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của kết cấu và tỏa nhiệt trở lại khi môi trường xung quanh có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của nó mà không đạt đến trạng thái cân bằng nhiệt.

Sự kết hợp của hai biện pháp cách nhiệt bằng nhiệt trở và khối nhiệt thường được áp dụng đối với các công trình thấp/nhiều tầng và có diện tích mái rộng (ví dụ các trung tâm thương mại, công trình thể thao) và đối với tường hướng Đông và Tây của nhà cao tầng do đây là các kết cấu bao che có diện tích lớn và tiếp xúc nhiều nhất với bức xạ mặt trời.

g. Thiết kế cảnh quan điều tiết vi khí hậu

Cảnh quan cây xanh, mặt nước có thể làm giảm sự tăng nhiệt nhờ thông qua hiệu ứng bóng đổ và bốc hơi nước, làm màng “lọc” năng lượng bức xạ mặt trời và tạo ra một vi khí hậu mát mẻ hơn ở xung quanh công trình. Cần lựa chọn các loại cây trồng phù hợp (cân nhắc đến loại lá, mật độ tán lá và chiều cao tán lá) và kết hợp thiết kế mặt nước để giảm sự phản xạ và tăng nhiệt mặt trời, đồng thời giúp giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị ở các khu vực có mức độ đô thị hóa cao và mật độ xây dựng dày đặc.

Lưu ý rằng cục nóng của hệ thống HVAC phải được che nắng đúng cách và được bố trí ở nơi không có vật cản gió phía trước cũng như ở những nơi có hướng gió thổi thường xuyên để tối đa hóa hiệu quả của dàn ngưng tụ trong cục nóng.

B. Kỹ thuật thiết kế thụ động cho công trình thông gió tự nhiên

- Chiến lược thiết kế thụ động

Phương pháp tiếp cận cơ bản đối với thiết kế thụ động cho công trình sử dụng thông gió tự nhiên để điều tiết tiện nghi vi khí hậu trong nhà trong mùa hè là tăng cường tốc độ chuyển động của không khí trong nhà và hạn chế các ảnh hưởng của bức xạ mặt trời chiếu trực tiếp làm gia tăng nhiệt trên bề mặt kết cấu bao che, ngược lại trong mùa lạnh cần đóng kín cửa, hạn chế thông gió tự nhiên để chống lạnh.

Về cơ bản, thông gió tự nhiên dựa trên ít nhất một trong hai nguyên lý chính: (1) hoặc nhờ sự chênh lệch áp lực khí động (thông gió xuyên phòng) hoặc (2) sự chênh lệch áp lực nhiệt (gọi là hiệu ứng ống khói). Trong điều kiện khí hậu nước ta, do hiệu số giữa nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà không lớn nên sự chênh lệch áp lực nhiệt thường rất nhỏ, vì vậy thông gió trong nhà dân dụng chủ yếu là do áp lực khí động gây ra.

- Hướng dẫn kỹ thuật thiết kế thụ động

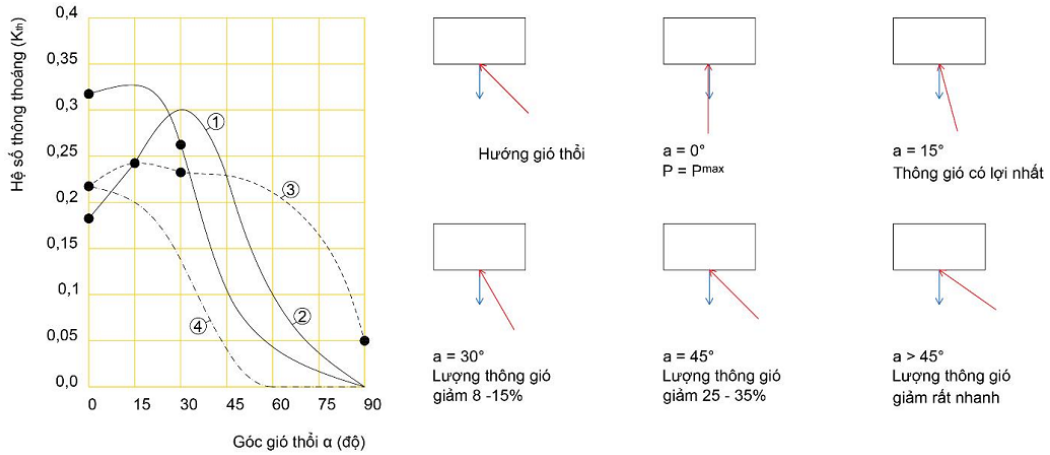
a. Quy hoạch tổng thể, chọn hướng và hình khối nhà

Nguyên tắc cơ bản để xác định hướng nhà tốt cho công trình sử dụng thông gió tự nhiên là chọn hướng có lợi đón gió mát mùa hè và giảm bức xạ mặt trời chiếu vào nhà, trong đó ưu tiên cho hướng gió thịnh hành về mùa hè vì bức xạ mặt trời thì có thể sử dụng biện pháp che nắng để khắc phục và điều chỉnh.

Về quy hoạch, các công trình bố trí theo nguyên tắc song song, theo kiểu so le với hướng gió mát chủ đạo mùa hè và khoảng cách giữa các công trình do yêu cầu hiệu quả thông gió tự nhiên quyết định. Hình dạng nhà nên theo chiều hướng mỏng (mặt bằng dài và hẹp) hay tổ hợp dạng phân tán theo cánh nhà để tối đa hóa bề mặt tiếp xúc với gió thịnh hành về mùa hè và có thể dễ dàng tổ chức thông gió xuyên phòng (Hình 9(a)).

Kết quả thí nghiệm của GS. Phạm Ngọc Đăng [20] tiến hành trên mô hình trong ống khí động cho công trình có cửa sổ mở hoàn toàn, áp dụng ba loại kết cấu che nắng khác nhau với hướng gió thay đổi từ $0 \div 90^\circ$ đã kết luận rằng góc hướng nhà tạo góc với hướng gió chủ đạo mùa hè tại địa phương khoảng 15° là tốt nhất về mặt thông gió, và nếu góc hướng nhà tạo góc với hướng chủ đạo mùa hè từ $0 \div 45^\circ$ vẫn đảm bảo được trạng thái thông gió khả quan (Hình 7).

Đánh giá thông gió tự nhiên tốt nhất là sử dụng các phần mềm mô phỏng như CFD, Ventsim, v.v., giúp đánh giá chính xác và hiệu quả để có thể dự báo và đưa ra giải pháp điều chỉnh phù hợp cho công trình.



Hình 7. Lượng thông gió của phòng phụ thuộc góc gió thổi và kiểu che nắng [20]

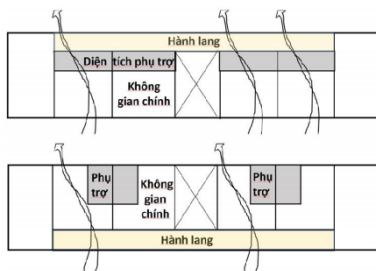
1- Tấm che nắng nằm ngang trên cửa hoặc không có kết cấu che nắng; 2- Hai tấm che nắng thẳng đứng ở hai cạnh cửa; 3- Một tấm che nắng thẳng đứng ở cạnh cửa, thuận chiều gió; 4- Như trên, trái chiều gió

b. Bố trí mặt bằng công trình theo nguyên tắc đón gió mát mùa hè, tránh gió lạnh mùa đông

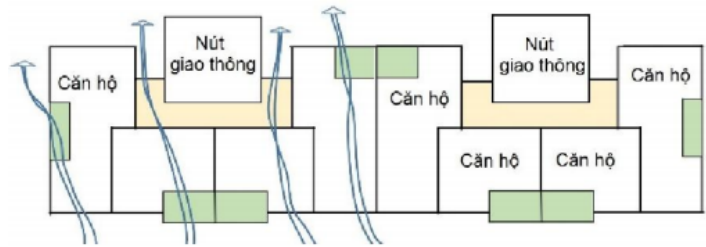
Thiết kế bố trí mặt bằng công trình để tối ưu hóa không gian trong nhà phải theo nguyên tắc đón gió mát mùa hè, tránh gió lạnh vào mùa đông, tăng cường tốc độ chuyển động của không khí mùa hè để làm mát trong nhà. Khi vận tốc gió ngoài cửa vượt quá 1,5 m/s là có thể tạo ra thông gió tự nhiên tốt, lượng thông gió sẽ phụ thuộc vào hình dạng, bố cục không gian phòng và cách tổ chức các lỗ cửa thông gió.

Các không gian chức năng chính (ví dụ phòng ở, phòng khách, phòng sinh hoạt chung, lớp học, phòng làm việc, v.v.) phải được thông gió tự nhiên và bố trí tập trung về hướng đón gió mát chủ đạo mùa hè. Điều này đòi hỏi phía trước công trình phải có khoảng lưu không đủ lớn trên hướng đó. Các không gian chức năng phụ như cầu thang, khu vệ sinh, bếp, kho, phòng đệm v.v. nên bố trí ở hướng Tây và cuối hướng gió mát.

Nên thiết kế mặt bằng đơn giản và phòng nông để đạt được thông gió xuyên phòng đạt hiệu quả cao. Đối với các phòng chỉ có một cửa sổ ở một bức tường hoặc thông gió một mặt, chiều sâu hiệu quả của phòng $L \leq 6$ m [4]. Đối với phòng có mở cửa sổ hai mặt đảm bảo thông gió xuyên phòng, chiều sâu hiệu quả của phòng $L \leq 12$ m [4].



(a) Dạng hành lang



(b) Dạng đơn nguyên

Hình 8. Tổ chức mặt bằng nhà chung cư

Mặt bằng công trình có thể thiết kế nhiều góc cạnh để tổ chức các khe hoặc không gian mở (mặt bằng có lõi sinh thái hay mặt bằng mở) để điều hòa việc thông gió và chiếu sáng tự nhiên ở các cạnh biên, tăng diện tích tiếp xúc của các không gian bên trong với môi trường xung quanh (Hình 8). Khuyến khích tổ chức không gian nửa đóng nửa mở (không gian chuyển tiếp) như hiên, ban công, lô gia, sân trời, v.v. ở xung quanh chu vi công trình.

Đối với công trình có diện tích sàn lớn và các công trình có diện tích sàn nhỏ nhưng tiếp giáp 2 – 3 mặt với các nhà xung quanh, cần tổ chức sân trong và giếng trời để tận dụng nguyên lý thông gió theo áp lực nhiệt và áp lực khí động.

c. Tổ chức chiếu sáng tự nhiên

Tương tự như dạng nhà sử dụng HVAC.

d. Thiết kế mặt đứng

Thiết kế mặt đứng cần tạo điều kiện thuận lợi cho việc che nắng, chiếu sáng tự nhiên và khả năng thông gió tự nhiên. Hệ thống cửa sổ, ô thoáng gió là các yếu tố quan trọng, vì vậy kích thước, hình dạng, vị trí và hướng của những ô cửa sổ và ô thoáng này cần được thiết kế dựa trên các mục đích dự kiến và các yêu cầu ưu tiên. Khi nghiên cứu tổ chức chiếu sáng tự nhiên ở bước (c), cần định hình hướng mở cửa và diện tích cửa sổ tối thiểu để đảm bảo chiếu sáng tự nhiên. Ở giai đoạn này, cần xác định chính xác hình dạng, kích thước và vị trí của các cửa sổ trên lớp vỏ bao che để đáp ứng cả hai yêu cầu chiếu sáng và thông gió tự nhiên (xem mục d bên dưới) trong khi vẫn đảm bảo ý tưởng kiến trúc ban đầu.

Cửa kính có thể mở hoàn toàn được khuyến khích sử dụng vì vừa có thể tối đa hóa ánh sáng tự nhiên với độ rọi cao trong nhà, vừa có thể được sử dụng để tăng cường thông gió tự nhiên. Tất cả các cửa kính nên được thiết kế các KCCN ngang/đứng/hỗn hợp để chống bức xạ trực tiếp của ánh nắng chiếu vào [21, 22]. Chi tiết hướng dẫn kỹ thuật thiết kế KCCN với phương pháp xác định sơ bộ kích thước của các kết cấu che nắng bên ngoài theo yêu cầu che nắng và biểu đồ đường viền che nắng được giới thiệu trong tài liệu [9].

e. Tổ chức thông gió tự nhiên

Khi tổ chức thông gió tự nhiên phải lưu ý:

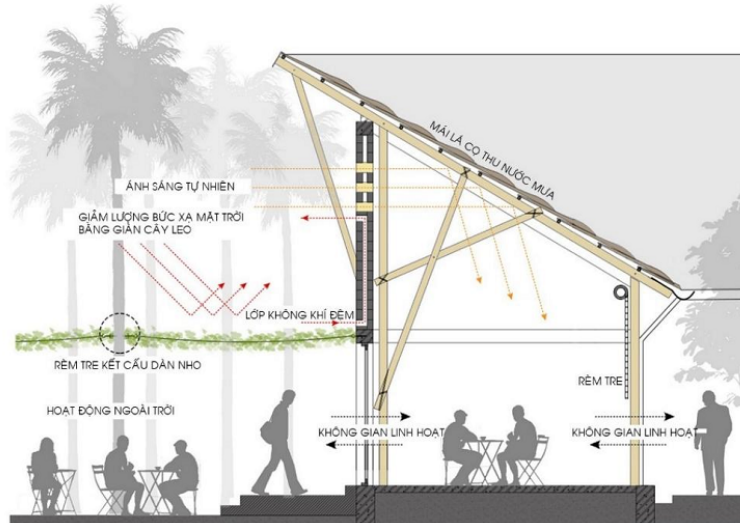
- Đối với nhà thấp tầng và nhiều tầng, cần tận dụng sự chênh lệch áp lực khí động để tổ chức thông gió tự nhiên cho công trình. Nếu sử dụng sân trong, giếng trời thì phải thiết kế để có thể phối hợp cả thông gió do áp lực nhiệt và do áp lực khí động.

- Đối với nhà cao tầng: tốc độ gió tăng theo chiều cao nhà (hiệu ứng Bernoulli), cần tận dụng lợi thế này để tổ chức thông gió tự nhiên cho công trình.

Chi tiết hướng dẫn nguyên tắc kỹ thuật thông gió tự nhiên và tính toán thoát nhiệt, cân bằng áp suất được giới thiệu trong mục 6.3 của tài liệu [9].

f. Thiết kế cách nhiệt cho kết cấu tường, mái

Trong điều kiện nhà thông thoáng, nhiệt độ không khí trong nhà chủ yếu phụ thuộc vào sự thông gió và nó tiệm cận với nhiệt độ không khí ngoài nhà. Tốc độ dòng nhiệt truyền qua kết cấu không lớn, chủ yếu làm tăng nhiệt độ mặt trong của kết cấu, từ đó mặt kết cấu sẽ bức xạ nhiệt sóng dài đến cơ thể con người gây ra cảm giác nóng khó chịu. Do đó, yêu cầu cách nhiệt của tường và mái trong điều kiện nhà thông gió tự nhiên phải xuất phát từ điều kiện hạn chế sự nâng cao nhiệt độ mặt trong của kết cấu bao che, không gây cho người sử dụng cảm thấy nóng do bức xạ nhiệt từ mặt kết cấu. Tốt nhất là cấu tạo tường và mái nên sử dụng kết cấu nhiều lớp, có lớp không khí lưu thông để cách nhiệt tốt và thải nhiệt nhanh, tường/mái sẽ chống ngấm và giảm bớt nung nóng phòng sau khi mặt trời lặn (Hình 9).



Hình 9. Tường hai lớp, mái lợp lá chống nóng ở nhà cộng đồng Cẩm Thanh [1 + 1 > 2]

g. Thiết kế cảnh quan điều tiết vi khí hậu: tương tự như đã đề cập đối với dạng nhà sử dụng HVAC
 C. Kỹ thuật thiết kế thụ động cho công trình điều tiết vi khí hậu theo chế độ hỗn hợp

Bảng 1. Mức độ áp dụng bảy kỹ thuật thiết kế thụ động cho ba thể loại công trình

Các kỹ thuật thiết kế thụ động	Mức độ ưu tiên các chiến lược thiết kế cho từng loại công trình		
	Công trình sử dụng hệ thống HVAC	Công trình thông gió tự nhiên	Công trình điều tiết vi khí hậu theo chế độ hỗn hợp
1) Quy hoạch tổng thể, chọn hướng và hình khối nhà	+++	+++	+++
2a) Bố trí mặt bằng công năng phù hợp với mặt trời	+++	++	+++
2b) Bố trí mặt bằng công năng phù hợp với gió mát mùa hè		+++	++
3) Tổ chức chiếu sáng tự nhiên	+++	+++	+++
4) Thiết kế mặt đứng	+++	+++	+++
5) Tổ chức thông gió tự nhiên	+	+++	+++
6) Thiết kế cách nhiệt cho tường và mái	+++	++	+++
7) Thiết kế cảnh quan điều tiết vi khí hậu	+++	+++	+++

Mức độ quan trọng các giải pháp tăng dần theo số lượng dấu “+”.

Phương pháp tiếp cận đối với thiết kế thụ động cho công trình sử dụng chế độ hỗn hợp thông gió tự nhiên và HVAC sẽ phải tuân theo các kỹ thuật thiết kế thụ động yêu cầu cho cả hai trường hợp: sử

dụng hệ thống HVAC và thông gió tự nhiên. Tuy nhiên các định hướng thiết kế liên quan đến giảm nhận nhiệt bức xạ mặt trời thường được ưu tiên hơn tận dụng gió mát mùa hè.

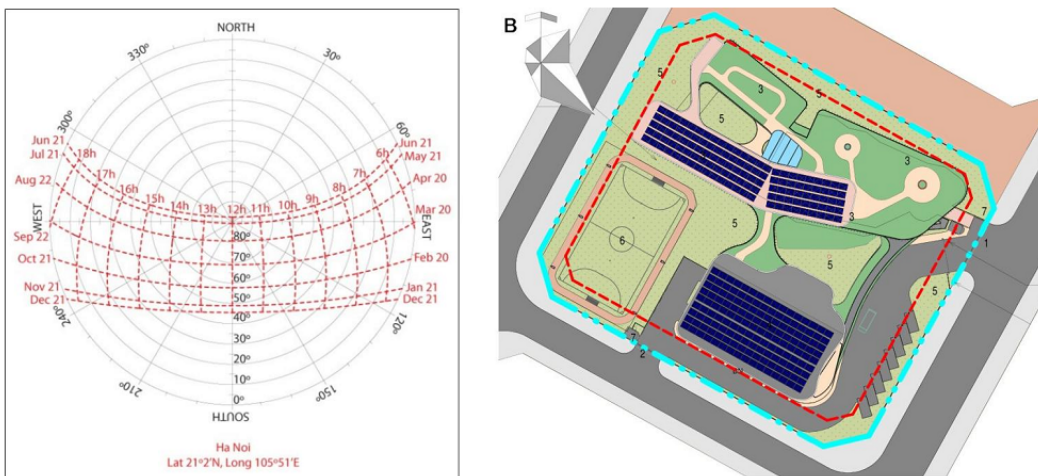
Bảng 1 thể hiện mức độ ưu tiên của các kỹ thuật thiết kế thụ động đối với từng loại công trình tùy theo chế độ vận hành thích ứng đối với khí hậu địa phương.

3. Ví dụ thực hành thiết kế thụ động của dự án cụ thể

Trường Phổ thông liên cấp quốc tế được xây dựng tại Hà Nội, là công trình có yêu cầu tiện nghi nhiệt cấp A (mức cao nhất). Theo đó, các kiến trúc sư đã lựa chọn áp dụng Kỹ thuật thiết kế thụ động cho công trình điều tiết vi khí hậu theo chế độ hỗn hợp (mục C, 2.2). Các không gian được thiết kế đảm bảo tiện nghi nhiệt bằng thông gió tự nhiên trong những thời gian khí hậu ngoài nhà tiện nghi cho phép, và sử dụng HVAC làm mát và sưởi ấm trong những ngày hè nóng và đông lạnh. Các giải pháp thụ động tập trung là: chọn hướng nhà, tổ chức thông gió tự nhiên trong quy hoạch tổng thể, tổ chức thông gió tự nhiên, tổ chức chiếu sáng tự nhiên, che nắng, cách nhiệt ở tường và mái, tổ chức cảnh quan cây xanh cho công trình.

a. Quy hoạch tổng thể, chọn hướng và hình khối nhà

Các kiến trúc sư đã quy hoạch hai khối nhà được bố trí theo nguyên tắc song song, theo kiểu so le với hướng gió mát chủ đạo mùa hè và giảm thiểu mặt đứng hướng Đông và hướng Tây.

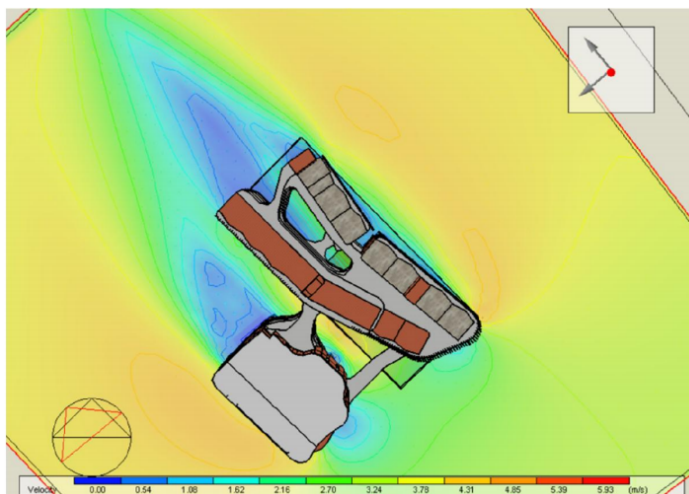


Hình 10. Biểu đồ mặt trời và tổng mặt bằng Trường Phổ thông liên cấp quốc tế

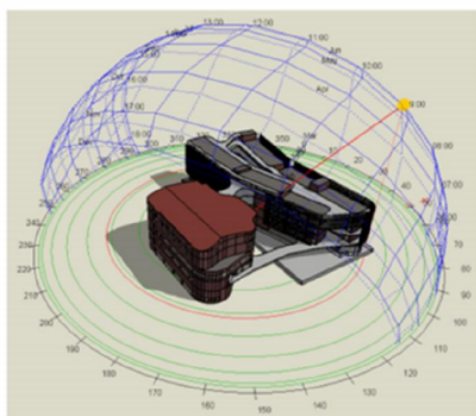
b. Bố trí mặt bằng công năng theo nguyên tắc đón gió mát mùa hè

Khối nhà lớp học được thiết kế khoảng trống ở giữa và hệ hành lang mở với bên ngoài đón gió Đông Nam chủ đạo của Hà Nội, tạo ra các vùng thông gió tự nhiên hiệu quả (Hình 10, 11).

Mặt đứng hướng Tây Nam có tỷ lệ tường kính lớn khiến các công trình nhận bức xạ mặt trời cao vào trưa, chiều mùa hè cũng như các buổi chiều mùa đông, do đó cần phải có các phương án che nắng giảm chói lóa. Do mặt đứng hướng Tây Nam của công trình gồm các lớp học liền kề liên tiếp với cách bố trí cửa kính như nhau nên chọn một phòng học ở tầng 3 để mô phỏng đánh giá nhiệt và chiếu sáng tự nhiên với các giải pháp che nắng (Hình 12, 13).

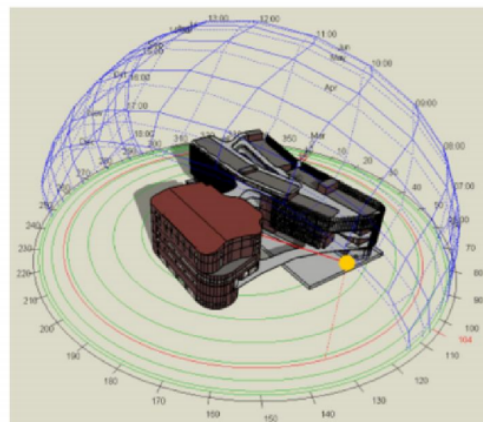


Hình 11. Thông gió tự nhiên (sử dụng mô phỏng)



21/06 at 09h00

(a) Hạ chí



22/12 at 09h00

(b) Đông chí

Hình 12. Biểu đồ chuyển động biểu kiến mặt trời vào hai ngày



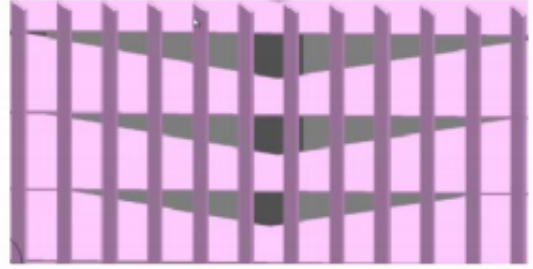
Hình 13. Vị trí phòng học điển hình ở tầng 3

c. Tổ chức chiếu sáng tự nhiên kết hợp thiết kế mặt đứng

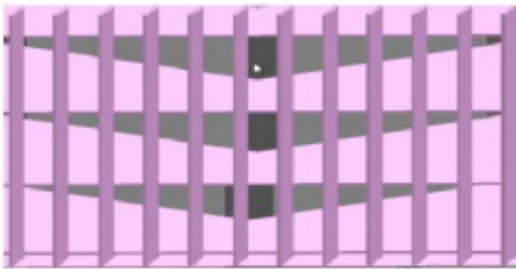
Tiến hành mô phỏng chiếu sáng tự nhiên cho phòng học khi không có hệ lam che nắng và khi có hệ lam che nắng đứng thay đổi góc độ theo các trường hợp 45° , -45° , 90° (Hình 14, 15). Sau khi tiến hành chạy mô phỏng đánh giá các trường hợp lam che như trên ta có kết quả theo Bảng 2.



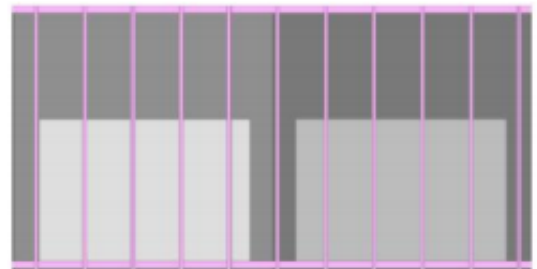
(a) Không che nắng



(b) Lam 45°

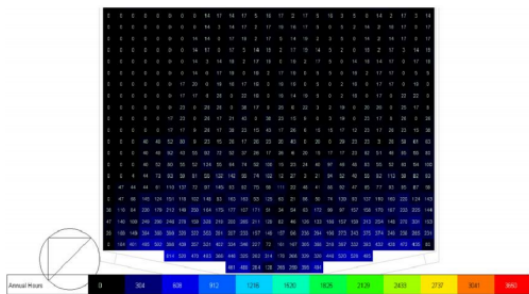


(c) Lam -45°

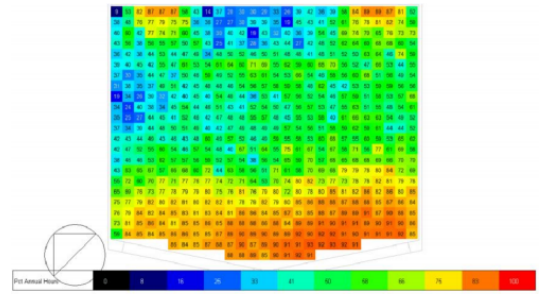


(d) Lam 90°

Hình 14. Các giải pháp che nắng mặt đứng của lớp học



(a) ASE Map



(b) sDA Map

Hình 15. ASE map và sDA map của phòng học với giải pháp lam xoay góc 45°

Các kết quả tính tải lạnh của hệ thống HVAC (năng lượng làm mát của hệ thống HVAC được sử dụng khi khí hậu ngoài nhà không đạt tiện nghi nhiệt ở mức A), các chỉ số đánh giá chiếu sáng tự nhiên sDA (chỉ số mô tả phần trăm diện tích sàn nhận đủ ánh sáng tự nhiên trong một năm), ASE (chỉ số xác định tỷ lệ phần trăm diện tích sàn phơi nhiễm ánh sáng mặt trời trực tiếp vượt ngưỡng quy định trong một năm) được thực hiện bằng phần mềm mô phỏng năng lượng Design Builder V.6.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng lam che đứng ở mặt hướng Tây Nam của phòng học

Kiểu lam che	Tải lạnh (kW)	sDA _{300/50%}	ASE _{1000/250}
Không có lam	6,19	83,8	18,2
Lam xoay góc 45°	5,62	71,5	10
Lam xoay góc - 45°	6	69,7	14,5
Lam xoay góc 90°	5,63	80	13,5

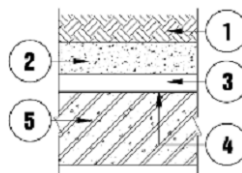
Từ kết quả mô phỏng cho thấy trường hợp bất lợi nhất là không sử dụng giải pháp che nắng, cho chỉ số tải lạnh cao nhất (6,19 kW) và phần trăm diện tích không đạt tiện nghi về độ chói lớn nhất ($ASE_{1000/250} = 18,2\%$). Hệ lam che với góc - 45° cho tải lạnh và phần trăm diện tích không đạt tiện nghi về độ chói lớn hơn hai trường hợp còn lại (45° và 90°), trong khi phần trăm diện tích có độ rọi vượt quá 300 lx trong ít nhất 50% số giờ hoạt động mỗi năm lại là thấp nhất ($sDA_{300/50\%} = 69,7\%$). Như vậy, hệ lam che với góc - 45° là giải pháp không đạt yêu cầu che nắng tối ưu.

Việc thay đổi góc độ lam che không ảnh hưởng quá nhiều về nhiệt giữa hai giải pháp có lam che xoay góc 45° và 90° (5,62 kW cho trường hợp 45° và 5,63 kW cho trường hợp 90°) nhưng hệ lam che xoay góc 45° cho phần trăm diện tích không đạt tiện nghi về độ chói thấp nhất ($ASE_{1000/250} = 10\%$). Do đó, có thể thấy giải pháp lam che xoay góc 45° là giải pháp tối ưu nhất.

d. Thiết kế cách nhiệt cho kết cấu tường, mái

Công trình được thiết kế sử dụng mái trồng cây xanh với chi tiết các lớp mái thể hiện ở Hình 16. Sau khi nhập thông số vào phần mềm mô phỏng tính toán truyền nhiệt, kết quả được giá trị U-value đạt 0,785 W/m²K, khả năng cách nhiệt của lớp mái là rất tốt, đặc biệt là cho các không gian sử dụng HVAC làm mát ở bên dưới (Hình 16).

Mặt trong		
Hệ số trao đổi nhiệt	W/m ² -K	4,460
Hệ số trao đổi bức xạ	W/m ² -K	5,540
hiệu trở bề mặt	m ² -K/W	0,100
Mặt ngoài		
Hệ số trao đổi nhiệt	W/m ² -K	19,870
Hệ số trao đổi bức xạ	W/m ² -K	5,130
hiệu trở bề mặt	m ² -K/W	0,040
Không xảy ra cầu nhiệt		
Giá trị tổng truyền nhiệt qua các lớp	W/m ² -K	0,882
Tổng Nhiệt trở R	m ² -K/W	1,274
Giá trị tổng truyền nhiệt	W/m ² -K	0,785
Cầu nhiệt (BS EN ISO 6946)		
chiều dày	m ² -K/W	0,63
giới hạn trên của nhiệt trở	m ² -K/W	1,274
giới hạn dưới của nhiệt trở	m ² -K/W	1,274
Giá trị tổng truyền nhiệt qua các lớp	W/m ² -K	0,882
Tổng Nhiệt trở R	m ² -K/W	1,247
Giá trị tổng truyền nhiệt	W/m ² -K	0,785



Chú thích các lớp mái:

1. Đất màu trồng cây;
2. Lớp cát và vải kỹ thuật lọc nước;
3. Lớp vi thoát nước bằng nhựa cứng;
4. Sơn chống thấm;
5. Sàn bê tông cốt thép trộn phụ gia chống thấm

Hình 16. Mặt cắt lớp mái trồng cây và các thông số truyền nhiệt của mái trồng cây được tính bởi phần mềm mô phỏng DesignBuilder

e. Thiết kế cảnh quan điều tiết vi khí hậu

Trường liên cấp được thiết kế cảnh quan sân vườn đan xen giữa cây che bóng mát và gạch trồng cỏ, có tác dụng tạo bóng mát và thấm nước mưa. Cây xanh còn được trồng xung quanh các phòng học ở các tầng. Trên sân thượng thiết kế cảnh quan sân vườn và lối đi dạo.

4. Kết luận

Thiết kế thụ động là phương pháp tốt nhất để đưa công trình đến mức tiêu thụ năng lượng bằng “0”. Các chiến lược thiết kế thụ động được nhắc đến phổ biến trong các tài liệu nghiên cứu cũng như thực hành thiết kế kiến trúc. Tuy nhiên việc áp dụng một quy trình thiết kế thụ động đầy đủ và tích hợp, đáp ứng với đặc điểm khí hậu địa phương, kỹ thuật nhiệt, thông gió và kỹ thuật chiếu sáng rất ít dự án có thể làm tốt được.

Trong bối cảnh phát triển khoa học công nghệ toàn cầu, hướng tới mục tiêu bảo vệ môi trường và nâng cao tiện nghi, sức khỏe người dân, các nội dung thực hành thiết kế thụ động được tổng hợp, nghiên cứu cho khí hậu Việt Nam sẽ giúp các kiến trúc sư sắp xếp và tổ chức các công việc trong dự án thiết kế theo thứ tự để đạt hiệu quả tốt nhất về năng lượng và tiện nghi sử dụng. Để thiết kế thụ động được áp dụng phổ biến tại Việt Nam cần trang bị các kỹ năng thực hành này cho các sinh viên khi còn ở trường đại học thông qua đồ án kiến trúc chuyên sâu về thiết kế thụ động trong chương trình đào tạo kiến trúc sư. Việc thực hành thiết kế cần được thực hiện theo hướng dẫn thiết kế thụ động riêng với từng dạng công trình như bài báo đề xuất: sử dụng điều hòa không khí; thông gió tự nhiên hoàn toàn và hỗn hợp.

Tài liệu tham khảo

- [1] UNEP (2021). *Global Status Report for Buildings and Construction*. GlobalABC.
- [2] Worldgbc.org. *The Net Zero Carbon Buildings Commitment*.
- [3] AIA. *Where we stand: climate action*.
- [4] MS 2680:2017 Standard. *Energy efficiency and use of renewable energy for residential buildings - Code of practice*. Department of Standards Malaysia.
- [5] MS 1525:2109 Standard. *Energy efficiency and use of renewable energy for non-residential buildings - Code of practice*. Department of Standards Malaysia.
- [6] O’connor, J. M. (2015). *Architecture & Passive Design*. Design Media Publishing (UK) Limited.
- [7] Roche, P. L. (2017). *Carbon-Neutral Architectural Design*. CRC Press.
- [8] cseindia.org. *Passive Design Techniques*. Centre for Science and Environment.
- [9] Hà, P. T. H., Bảo, T. Q., Phương, N. T. K. (2022). *Hệ thống kiểm soát Môi trường công trình, Tập 1: Nhiệt công trình và khí hậu xây dựng*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [10] Hà, P. T. H. (2016). Nghiên cứu phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng của kiến trúc nhà dân dụng cao tầng ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 10(1):119–125.
- [11] QCVN 02:2021/BXD (2022). *Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng (dự thảo)*. Bộ Xây dựng, Hà Nội.
- [12] Ladybug.tools. *Epwmap*.
- [13] Đăng, P. N., cs. (2018). *Soát xét chỉnh sửa Tiêu chuẩn TCXDVN 306: 2004 - Nhà ở và công trình công cộng - Các thông số vi khí hậu trong phòng*. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam, TC 37-17 (301/QĐ-BXD).
- [14] Hà, P. T. H., Hoa, N. T., Bình, P. T. (2021). *Simple method to improve the TCXDVN 306:2004 indoor climate standard for closed office workplaces in Vietnam*. *Scientific Review Engineering and Environmental Studies (SREES)*, 30(1):117–133.
- [15] Capeluto, I. G. (2003). *Energy performance of the self-shading building envelope*. *Energy and Buildings*, 35(3):327–336.
- [16] COArchitects. *The recently completed Health Futures Center @ASU features a dynamic facade that uses passive solar design strategies like self-shading to limit heat gain in the hot desert climate while incorporating natural daylight*.
- [17] Tang, C. K., Chin, N. (2013). *Building energy efficiency technical guideline for passive design*. Public Works Department Malaysia, Kuala Lumpur: BSEEP.

- [18] Phương, N. T. K., Solovyov, A., Hoa, N. T. (2019). [Phương pháp xác định hệ số phân bố không đồng đều độ chói cho bầu trời nhiệt đới Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 13(3V):136–147.
- [19] Nguyen, T. K.-P., Korkina, E. V. (2021). [Connectivity of the Window to Floor Area Ratio and the Day-lighting Assessment Criteria](#). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 45(3):2035–2045.
- [20] Đăng, P. N., Nguyên, P. Đ., Minh, L. (1981). *Vật lý xây dựng - Tập 1*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [21] Chan, T. N., Ha, P. T. H., Luong, P. V., Phuong, N. T. K. (2021). [Method of assessing the reduction of solar heat on window surface shaded by continuous vertically slanted shading devices](#). *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 15(3):185–198.
- [22] Do, C. T., Chan, Y.-C. (2020). [Evaluation of the effectiveness of a multi-sectional facade with Venetian blinds and roller shades with automated shading control strategies](#). *Solar Energy*, 212:241–257.