

Đánh giá tiềm năng tiết kiệm năng lượng của một số giải pháp chiếu sáng, thông gió và điều hòa không khí cho một tòa nhà văn phòng giả định được xây dựng tại 03 thành phố có điều kiện khí hậu khác nhau ở Việt Nam

Energy efficiency potential assessment of lighting, ventilation, air conditioning solutions of an office building assumed to be built in 03 typical cities in different climate zones of Vietnam

> **THS NGUYỄN CÔNG THỊNH¹, PGS.TS NGUYỄN ĐỨC LƯỢNG^{2,*}, TS NGUYỄN HOÀNG HIỆP³, THS VŨ VIỆT HÀ²**

¹Vụ Khoa học Công nghệ Môi trường và Vật liệu xây dựng, Bộ Xây dựng

²Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

³Nhóm nghiên cứu ReCAS, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là thực hiện mô phỏng, phân tích và đánh giá cường độ sử dụng năng lượng của một công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở 03 thành phố điển hình thuộc các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam: TP Hà Nội (thuộc vùng khí hậu Đông bằng Bắc Bộ), TP Đà Nẵng (thuộc vùng khí hậu Nam Trung Bộ), TP.HCM (thuộc vùng khí hậu Đông Nam Bộ) theo các kịch bản (kịch bản cơ sở - KBCS và kịch bản tiết kiệm năng lượng - KBTKNL) với việc xem xét áp dụng một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí và thông gió. Đối với KBCS các giải pháp được xem xét bao gồm: (i) hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn huỳnh quang truyền thống; (ii) hệ thống điều hòa không khí VRF có chỉ số hiệu quả máy lạnh (COP) giả thiết là 3,8; (iii) không sử dụng hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV). Đối với KBTKNL, các giải pháp được xem xét bao gồm: (i) thay thế đèn huỳnh quang truyền thống bằng đèn LED tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng; (ii) hệ thống điều hòa không khí VRF có chỉ số COP giả thiết là 5,0; (iii) có sử dụng hệ thống ERV. Kết quả mô phỏng tiêu thụ năng lượng cho thấy khi áp dụng đồng thời tất cả các giải pháp tiết kiệm năng lượng bao gồm hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED, hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao (chỉ số COP = 5,0) và hệ thống ERV trong KBTKNL sẽ đem lại mức tiết kiệm năng lượng lớn nhất so với KBCS, lần lượt là 26,41%, 27,98%, và 28,70% tương ứng với ba địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM. Kết quả cũng cho thấy việc áp dụng đồng thời các giải pháp hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao và hệ thống thông gió thu hồi năng lượng đối với tòa nhà văn phòng giả định trong nghiên cứu có tiềm năng tiết kiệm năng lượng tương đối tốt trong các tháng có nhiệt độ không khí ngoài trời cao tại các thành phố.

Từ khóa: Tòa nhà văn phòng; mô phỏng năng lượng; cường độ sử dụng năng lượng (EUI); hệ thống chiếu sáng; hệ thống thông gió và điều hòa không khí.

ABSTRACT

The main objective of this study is to simulate, analyze and evaluate the energy use intensity (EUI) of an office building assumed to be built in 03 typical cities in different climate zones of Vietnam: Ha Noi City (in the Northern Delta climate zone), Da Nang City (in the South Central Coast climate zone), and Ho Chi Minh City (in the Southeast climate zone) under different scenarios (baseline scenario and energy saving scenario) with the consideration of applying energy saving solutions for lighting, air conditioning and ventilation systems. For the baseline

scenario, the solutions considered including: (i) lighting system using traditional fluorescent lamps; (ii) using VRF air conditioning system with the assumed coefficient of performance (COP) of 3.8; (iii) no energy recovery ventilation (ERV) system used. For the energy saving scenario, the solutions considered including: (i) replacing traditional fluorescent lamps with energy-saving LED lamps for the lighting system; (ii) using VRF air-conditioning system with the assumed COP of 5.0; (iii) using ERV system. The simulation results for energy consumption showed that when simultaneously applying all energy-saving solutions including energy-saving LED lighting system, VRF air-conditioning system with COP of 5.0, and ERV system in energy saving scenario, it would have the largest energy savings compared to the baseline scenario, with 26.41%, 27.98%, and 28.70% respectively for the three construction sites of Ha Noi, Da Nang and Ho Chi Minh City. The results also indicated that the simultaneous application of highly energy-efficient VRF air conditioning system and ERV system for the office building in this study has a relatively good energy saving potential during the months with high ambient air temperatures in cities.

Key words: Office building; energy simulation; energy use intensity (EUI); lighting system; ventilation and air conditioning systems.

1. GIỚI THIỆU

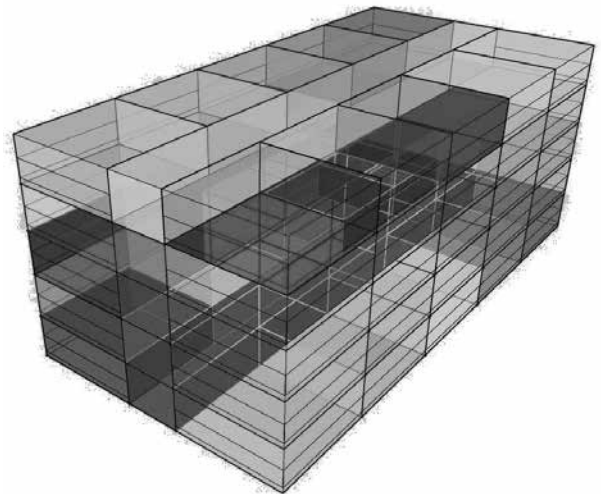
Các tòa nhà văn phòng là một trong những đối tượng có mức tiêu thụ năng lượng lớn nhất trong lĩnh vực tòa nhà ở nhiều nước trên thế giới. Trong các công trình tòa nhà văn phòng, hoạt động vận hành các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà (thông gió, điều hòa không khí, chiếu sáng...) chiếm đến hơn 40% mức tiêu thụ năng lượng trong công trình [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Trong những năm gần đây, các công trình tòa nhà văn phòng ngày càng được xây dựng nhiều hơn ở Việt Nam, do đó tiêu thụ năng lượng từ các công trình tòa nhà văn phòng có thể tiếp tục gia tăng trong những năm tới [7]. Vì vậy, cần có các nghiên cứu đánh giá mức tiêu thụ năng lượng của các tòa nhà văn phòng cũng như hiệu quả và tiềm năng ứng dụng của các giải pháp thiết kế chủ động đối với các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà văn phòng trong việc thúc đẩy sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả của các công trình tòa nhà văn phòng. Mặt khác, tiêu thụ năng lượng của các tòa nhà văn phòng phụ thuộc vào điều kiện khí hậu của địa phương nơi tòa nhà được xây dựng. Xuất phát từ các vấn đề thực tiễn trên, mục tiêu chính của nghiên cứu này là thực hiện mô phỏng, phân tích và đánh giá cường độ sử dụng năng lượng của một công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở 03 thành phố điển hình thuộc các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam: TP Hà Nội (thuộc vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ), TP Đà Nẵng (thuộc vùng khí hậu Nam Trung Bộ), TP.HCM (thuộc vùng khí hậu Đông Nam Bộ) theo các kịch bản (kịch bản cơ sở và kịch bản tiết kiệm năng lượng) với việc xem xét áp dụng một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí và thông gió. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả không xem xét ảnh hưởng của các giải pháp kết cấu bao che đối với mức tiêu thụ năng lượng của tòa nhà văn phòng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô tả tòa nhà văn phòng được thực hiện mô phỏng năng lượng

Để thực hiện nội dung mô phỏng mức độ tiêu thụ năng lượng, một công trình tòa nhà văn phòng giả định được thiết lập với các thông số kỹ thuật cơ bản bao gồm 05 tầng với tổng diện tích sàn là 5000 m² (Hình 1). Nhằm đảm bảo đáp ứng các yêu cầu sử dụng năng lượng hiệu quả, các hệ thống kỹ thuật trong công trình tòa nhà văn phòng được giả định thiết kế theo các quy định của QCVN 09:2017/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả. Trong nghiên cứu này, hệ thống kết cấu chịu lực của tòa nhà văn phòng sử dụng khung bê tông cốt thép; lớp vỏ bao che của công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây bằng tường gạch nung truyền thống cùng lớp vữa trát trong và trát ngoài; hệ thống tường kính của tòa nhà có tỷ số diện tích cửa sổ kính và diện tích tường (WWR) giả thiết có giá trị 0,4. Mức

tiêu thụ năng lượng của các thiết bị tải cắm trong công trình tòa nhà văn phòng được giả thiết là 12W/m². Do nghiên cứu này tập trung vào việc mô phỏng, phân tích và đánh giá mức độ tiêu thụ năng lượng của các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí và thông gió theo các kịch bản khác nhau (mô tả chi tiết ở mục 2.3 bên dưới) nên các thông số đối với lớp vỏ bao che của tòa nhà văn phòng được giả thiết là giống nhau trong tất cả các kịch bản nghiên cứu.



Hình 1. Công trình tòa nhà văn phòng giả định được tạo bởi phần mềm Sketchup và OpenStudio sử dụng trong nghiên cứu này

Mặt khác, để xem xét ảnh hưởng của điều kiện khí hậu tại các vùng miền khác nhau của nước ta đối với các kết quả mô phỏng tiêu thụ năng lượng, nhóm nghiên cứu thực hiện mô phỏng tiêu thụ năng lượng cho công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại 03 thành phố đại diện cho 03 vùng khí hậu đặc trưng của Việt Nam bao gồm có TP Hà Nội (thuộc vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ), TP Đà Nẵng (thuộc vùng khí hậu Nam Trung Bộ), TP.HCM (thuộc vùng khí hậu Đông Nam Bộ). Theo đó, các thông số điều kiện khí hậu của TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, TP.HCM được thu thập và sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho quá trình mô phỏng tiêu thụ năng lượng cho công trình tòa nhà văn phòng.

2.2. Phương pháp mô phỏng mức tiêu thụ năng lượng của tòa nhà văn phòng

Phương pháp mô phỏng mức độ tiêu thụ năng lượng của công trình tòa nhà văn phòng được thực hiện bởi phần mềm EnergyPlus (<https://energyplus.net>). Đây là một phần mềm được sử dụng rất phổ biến trong nhiều nghiên cứu để thực hiện mô phỏng, phân tích mức độ tiêu thụ năng lượng trong các công trình [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] với mục đích để xuất các giải pháp áp dụng cho các công trình

tiết kiệm năng lượng hay công trình xanh [15, 16]. EnergyPlus là phần mềm mã nguồn mở được viết bởi ngôn ngữ lập trình C++ do Bộ Năng lượng Hoa Kỳ phát triển chạy trên nền tảng hệ điều hành Windows (<https://github.com/NREL/EnergyPlus>). Phần mềm thực hiện các thuật toán và các công cụ mô phỏng mức độ tiêu thụ năng lượng cụ thể cùng với hỗ trợ nhiều định dạng dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra khác nhau, cho phép người sử dụng dễ dàng tiếp cận và vận hành trong nhiều theo các điều kiện giả định đến thực tế.

Để có thể thúc đẩy việc sử dụng rộng rãi phần mềm mô phỏng mức độ tiêu thụ năng lượng, các nhà phát triển phần mềm EnergyPlus đã phát triển thêm phần mềm OpenStudio được viết bởi nhiều ngôn ngữ lập trình đa dạng như Python, C# và Ruby (<https://github.com/NREL/OpenStudio>). Đây là phần mềm đóng vai trò trung gian cho phép người sử dụng có thể kết nối với phần mềm thiết kế kiến trúc Sketchup và EnergyPlus. Các tính năng nổi bật của phần mềm OpenStudio có thể kể đến như (a) cung cấp API cho phép kết nối, truy xuất dữ liệu và hiệu chỉnh mô hình dễ dàng; (b) cung cấp hệ thống thư viện đa dạng và kết nối chia sẻ giữa người dùng; (c) hỗ trợ nhiều định dạng bản vẽ thiết kế, trong đó có Sketchup.

Với nhiều tính năng hỗ trợ thuận tiện cho người sử dụng đã trình bày ở trên đây, nhóm nghiên cứu tiến hành thiết kế giả định không gian cho công trình tòa nhà văn phòng (hình 1) bằng phần mềm thiết kế kiến trúc 3D Sketchup (<https://www.sketchup.com>). Các thông số cơ bản của công trình bao gồm hệ thống tường kính, hệ thống tường bao che cùng với không gian kiến trúc và vùng nhiệt được thiết lập cho quá trình mô phỏng tiêu thụ năng lượng. Với các tính năng ưu việt này, nhóm nghiên cứu có thể tiến hành mô phỏng, phân tích và đánh giá mức độ tiêu thụ năng lượng của công trình

Bảng 1. Giải pháp đối với các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí, thông gió của tòa nhà văn phòng được xem xét trong các kịch bản mô phỏng năng lượng

| | Kịch bản cơ sở (KBCS) | Kịch bản tiết kiệm năng lượng (KBTKNL) |
|------------------------------------|-------------------------------|--|
| Hệ thống chiếu sáng | Đèn huỳnh quang công suất 40W | Đèn LED tiết kiệm năng lượng công suất 20W |
| Hệ thống điều hòa không khí | VRF có chỉ số COP = 3,8 | VRF có chỉ số COP = 5,0 |
| Hệ thống thông gió | Không áp dụng hệ thống ERV | Có áp dụng hệ thống ERV |

Bảng 2. Các trường hợp được xem xét trong các kịch bản mô phỏng năng lượng

| Các kịch bản mô phỏng năng lượng | Hệ thống chiếu sáng | | Hệ thống điều hòa không khí | | Hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV) | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|---|---|
| | Đèn huỳnh quang công suất 40W | Đèn LED tiết kiệm năng lượng công suất 20W | VRF có chỉ số COP = 3,8 | VRF có chỉ số COP = 5,0 | | |
| KBCS | ✓ | X | ✓ | X | X | |
| KBTKNL | KB1 | X | ✓ | ✓ | X | |
| | KB2 | ✓ | X | ✓ | ✓ | |
| | KB3 | ✓ | X | X | ✓ | |
| | KB4 | X | ✓ | ✓ | X | ✓ |
| | KB5 | X | ✓ | X | ✓ | X |
| | KB6 | X | ✓ | X | ✓ | ✓ |

Ghi chú: ✓ - Áp dụng; X - Không áp dụng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng (EUI) của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, TP.HCM đối với các kịch bản (KBCS và KBTKNL: KB1-6) được thể hiện ở Hình 2. Đối với KBCS, giá trị EUI của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở 03 thành phố dao động trong khoảng từ 151,49 đến 166,19 (kWh/m²). Nhìn chung, EUI của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP.HCM có giá trị lớn nhất, tiếp đến là TP Đà Nẵng và TP Hà Nội trong tất cả các kịch bản mô phỏng năng lượng. Điều này có thể liên quan nhiều đến đặc điểm khí hậu của các địa

tòa nhà văn phòng dưới các kịch bản khác nhau. Căn cứ vào kết quả mô phỏng, nhóm nghiên cứu sẽ xem xét và đề xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí và thông gió trong công trình tòa nhà văn phòng.

2.3. Các kịch bản mô phỏng năng lượng tòa nhà

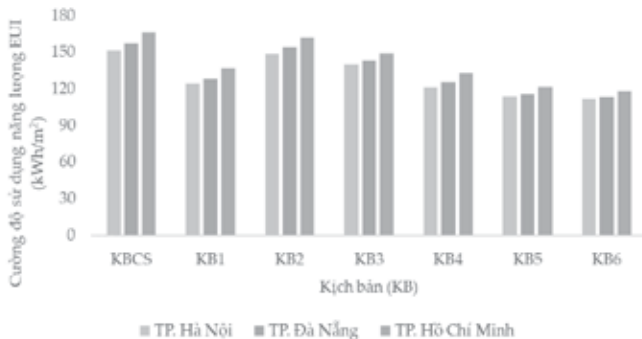
Trong nghiên cứu này, các kịch bản mô phỏng tiêu thụ năng lượng đối với công trình tòa nhà văn phòng giả định bao gồm (a) kịch bản cơ sở và (b) kịch bản tiết kiệm năng lượng. Đối với kịch bản cơ sở, các giải pháp thiết kế ban đầu của hệ thống chiếu sáng, hệ thống điều hòa không khí và hệ thống thông gió của công trình tòa nhà văn phòng giả định được xem xét như sau: (i) hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn huỳnh quang truyền thống; (ii) hệ thống điều hòa không khí VRF có chỉ số hiệu quả máy lạnh (COP) giả thiết là 3,8; (iii) không sử dụng hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV). Đối với KBTKNL, các giải pháp thiết kế sử dụng năng lượng hiệu quả trong công trình tòa nhà văn phòng được xem xét bao gồm: (i) thay thế đèn huỳnh quang truyền thống bằng đèn LED tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng; (ii) hệ thống điều hòa không khí VRF có chỉ số COP giả thiết là 5,0; (iii) có sử dụng hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (Bảng 1). Các trường hợp được xem xét trong các kịch bản mô phỏng năng lượng được thể hiện ở Bảng 2. Cường độ sử dụng năng lượng (EUI, kWh/m²) của tòa nhà văn phòng giả định tương ứng với các kịch bản sẽ được mô phỏng, phân tích để đánh giá hiệu quả và tiềm năng áp dụng của các giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống chiếu sáng, hệ thống điều hòa không khí và hệ thống thông gió của công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, TP.HCM.

phương và khoảng thời gian sử dụng điều hòa không khí trong năm. Trong số 03 địa phương, TP.HCM có đặc điểm khí hậu với hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô, với nhiệt độ cao và nhiệt độ ổn định trong năm. Do đó khoảng thời gian sử dụng điều hòa không khí trong một năm là dài hơn và dẫn tới mức tiêu thụ năng lượng của tòa nhà lớn hơn so với TP Đà Nẵng và TP Hà Nội.

Trong kịch bản KB1, khi xem xét áp dụng giải pháp thay thế hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn huỳnh quang thông thường bằng hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn LED tiết kiệm năng lượng thì mức tiết kiệm năng lượng của tòa nhà văn phòng so với KBCS lần lượt là

17,88%, 18,31% và 17,66% tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM. Đối với kịch bản KB2, khi xem xét áp dụng hệ thống ERV thì mức tiết kiệm năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM lần lượt là 2,18%, 2,11% và 2,53% so với KBCS (Hình 2).

Khi xem xét kịch bản KB3, trường hợp thay thế hệ thống điều hòa không khí VRF có chỉ số COP = 3,8 bằng hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao hơn (chỉ số COP = 5,0) thì mức tiết kiệm năng lượng của tòa nhà văn phòng so với KBCS lần lượt là 7,65%, 9,12% và 10,21% tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM (Hình 2).



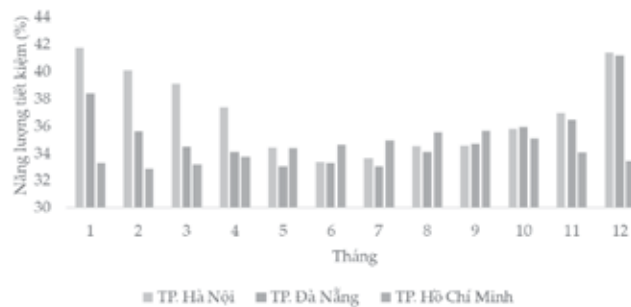
Hình 2. Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại 03 thành phố đối với các kịch bản khác nhau

Như vậy, kết quả mô phỏng năng lượng đối với các kịch bản KB1, KB2, KB3 cho thấy đối với tòa nhà văn phòng giả định trong nghiên cứu này, việc áp dụng giải pháp sử dụng hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED đem lại mức tiết kiệm năng lượng cao nhất đối với cả ba địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM so với trường hợp áp dụng riêng đối với hai giải pháp còn lại (hệ thống thông gió thu hồi năng lượng hoặc hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao) được xem xét trong nghiên cứu này.

Khi xem xét kết hợp đồng thời một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với tòa nhà văn phòng giả định trong nghiên cứu này, kết quả mô phỏng năng lượng cho thấy việc áp dụng đồng thời hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED và hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV) trong kịch bản KB4 thì đem lại mức tiết kiệm năng lượng trên dưới 20% so với KBCS ở tất cả các địa điểm xây dựng. Tuy nhiên, mức tiết kiệm năng lượng của tòa nhà văn phòng sẽ tăng lên tương đối trong kịch bản KB5 khi áp dụng đồng thời hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED và hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao (chỉ số COP = 5,0), với mức tiết kiệm năng lượng lần lượt là 24,77%, 26,53% và 26,93% tương ứng với ba địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM. Cuối cùng, khi áp dụng đồng thời tất cả các giải pháp tiết kiệm năng lượng bao gồm hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED, hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao (chỉ số COP = 5,0) và hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV) trong kịch bản KB6 sẽ đem lại mức tiết kiệm năng lượng lớn nhất, với mức tiết kiệm năng lượng so với KBCS lần lượt là 26,41%, 27,98%, và 28,70% tương ứng với ba địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM (Hình 2).

Hình 3 thể hiện kết quả đánh giá mức tiết kiệm năng lượng hàng tháng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí của tòa nhà văn phòng trong kịch bản KB6 so với KBCS. Có thể nhận thấy mức tiết kiệm năng lượng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP Hà Nội lớn nhất trong các tháng đầu năm (tháng 1-4) và cuối năm (tháng 11-12). Ngược lại, tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại

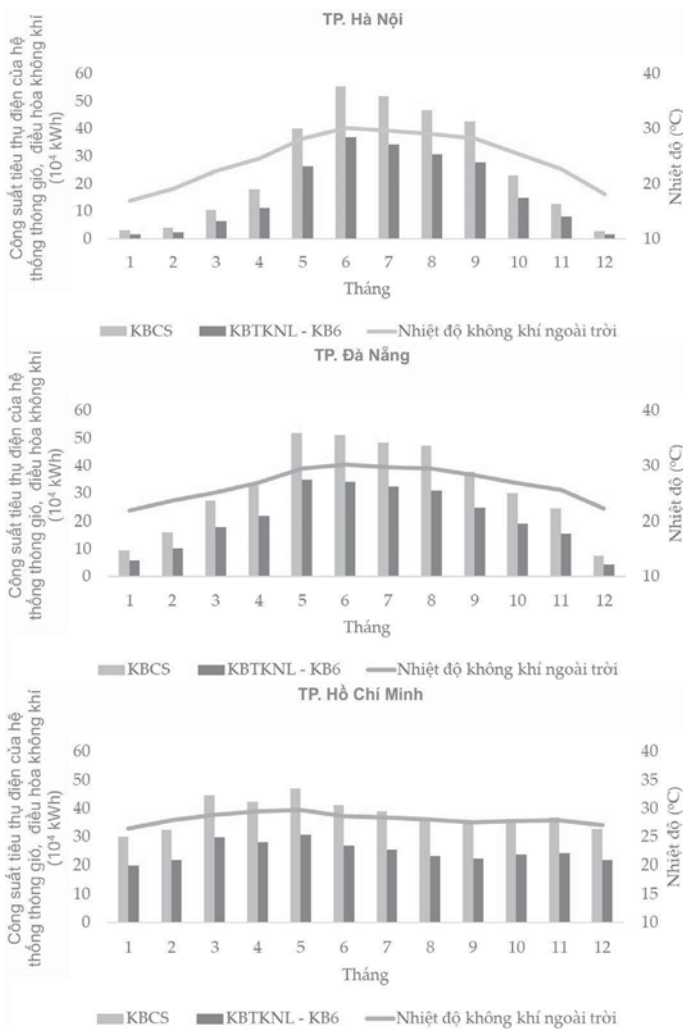
TP.HCM có mức tiết kiệm năng lượng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí nhỏ nhất trong các tháng đầu năm (tháng 1-4) và cuối năm (tháng 10-12). Xu hướng diễn biến mức tiết kiệm năng lượng hàng tháng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí của tòa nhà văn phòng giả định xây dựng tại TP Đà Nẵng khá tương đồng với tại TP Hà Nội. Đối với TP Hà Nội, mức tiết kiệm năng lượng cao nhất (trên 40%) là vào tháng 1 và tháng 12. Tỷ lệ này giảm dần vào các tháng giữa năm và đạt mức thấp nhất vào khoảng tháng 6 và tháng 7. Xu hướng biến đổi này liên quan đến sự thay đổi về nhu cầu sử dụng năng lượng cho làm mát theo mùa và theo các tháng trong năm ở TP Hà Nội (các tháng 6 và 7 là các tháng cao điểm về nhu cầu sử dụng điện cho các hệ thống điều hòa không khí). Khi xem xét trường hợp của TP.HCM, kết quả cho thấy mức tiết kiệm năng lượng hàng tháng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí có sự biến động giữa các tháng trong năm nhỏ hơn so với trường hợp của TP Hà Nội và TP Đà Nẵng.



Hình 3. Mức tiết kiệm năng lượng hàng tháng đối với hệ thống thông gió, điều hòa không khí của tòa nhà văn phòng trong KB6 so với KBCS

Để đánh giá về mối liên hệ giữa yếu tố điều kiện khí hậu và nhu cầu sử dụng năng lượng cho làm mát theo các tháng trong năm, các giá trị trung bình tháng của các thông số nhiệt độ không khí ngoài trời, công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí theo các kịch bản KBCS và KB6 đối với tòa nhà văn phòng giả định được xây dựng tại 03 thành phố được thể hiện ở Hình 4. Kết quả cho thấy có sự tương đồng về xu hướng biến đổi theo tháng của các thông số nhiệt độ không khí ngoài trời, công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí trong cả hai kịch bản KBCS và KB6 tại tất cả các thành phố. Đối với TP Hà Nội và TP Đà Nẵng, nhiệt độ không khí ngoài trời trung bình tháng có giá trị cao trong các tháng 5-9, tương ứng với các giá trị lớn nhất của công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí trong các tháng này. Trong trường hợp của TP.HCM, trong các tháng 3-6, nhiệt độ không khí ngoài trời trung bình tháng có giá trị cao hơn các tháng còn lại và công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí trong các tháng này cũng lớn hơn. Nhìn chung, mức độ dao động của công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí theo các tháng trong năm tại TP.HCM là nhỏ hơn so với các trường hợp tương ứng tại TP Hà Nội và TP Đà Nẵng, do sự dao động của giá trị nhiệt độ không khí ngoài trời trung bình tháng tại TP.HCM là không quá lớn như tại TP Hà Nội và TP Đà Nẵng.

Khi so sánh giữa hai kịch bản KBCS và KB6, kết quả cho thấy công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí trong kịch bản KB6 thấp hơn đáng kể so với trong kịch bản KBCS, đặc biệt là các tháng có nhiệt độ không khí ngoài trời cao (tháng 5-9) ở TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và trong hầu hết các tháng ở TP.HCM. Kết quả này cho thấy tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong các tháng có nhiệt độ không khí ngoài trời cao tại các thành phố khi áp dụng đồng thời các giải pháp hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao (chỉ số COP = 5,0) và hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV).



Hình 4. Sự biến đổi theo tháng của các thông số nhiệt độ không khí ngoài trời, công suất tiêu thụ điện của hệ thống thông gió, điều hòa không khí theo các kịch bản KBCS và KB6

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã thực hiện mô phỏng, phân tích và đánh giá cường độ sử dụng năng lượng của một công trình tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở 03 thành phố điển hình thuộc các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam: TP Hà Nội (thuộc vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ), TP Đà Nẵng (thuộc vùng khí hậu Nam Trung Bộ), TP.HCM (thuộc vùng khí hậu Đông Nam Bộ) theo các kịch bản (kịch bản cơ sở và kịch bản tiết kiệm năng lượng) với việc xem xét áp dụng một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí và thông gió. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc áp dụng giải pháp hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng bằng đèn LED thay cho hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn huỳnh quang truyền thống có thể đem lại mức tiết kiệm năng lượng tương đối lớn so với trường hợp áp dụng riêng giải pháp hệ thống thông gió thu hồi năng lượng (ERV) hoặc hệ thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao (COP = 5,0) đối với tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM trong nghiên cứu này. Nghiên cứu cũng cho thấy mức tiêu thụ và tiết kiệm năng lượng của các hệ thống thông gió, điều hòa không khí của tòa nhà văn phòng giả định có mối liên quan chặt chẽ với sự biến đổi của nhiệt độ không khí ngoài trời theo các tháng trong năm tại 03 thành phố. Đặc biệt, việc áp dụng đồng thời các giải pháp hệ

thống điều hòa không khí VRF có hiệu suất năng lượng cao và hệ thống thông gió thu hồi năng lượng có tiềm năng tiết kiệm năng lượng tương đối tốt trong các tháng có nhiệt độ không khí ngoài trời cao tại các thành phố. Các kết quả của nghiên cứu này có thể góp phần cung cấp thêm các cơ sở khoa học, tham khảo cho các nghiên cứu có liên quan cũng như hỗ trợ việc thực hiện các giải pháp đối với các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà nhằm thúc đẩy việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả cho các công trình tòa nhà văn phòng nói riêng và các loại hình tòa nhà khác nói chung ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Castell A., Solé C., An overview on design methodologies for liquid-solid PCM storage systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, 52, 289-307, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.119>
- [2]. Chen Y., Guo M., Chen Z., Chen Z., Ji Y., Physical energy and data-driven models in building energy prediction: A review, *Energy Report*, 2022, 8, 2656-2671, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.01.162>
- [3]. Garwood T.L., Hughes B.R., Oates M.R., O'Connor D., Hughes R., A review of energy simulation tools for the manufacturing sector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 81(1), 895-911, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.063>
- [4]. Nematoucha M.K., Yvon A., Roy S.E.J., Ralijaona C.G., Mamiharijaona R., Razafinjaka J.N., Tefy R., A review on energy consumption in the residential and commercial buildings located in tropical regions of Indian Ocean: A case of Madagascar island, *Journal of Energy Storage*, 2019, 24, 100748, <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.04.022>
- [5]. Shen P., Wang H., Archetype building energy modeling approaches and applications: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2024, 199, 114478, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114478>
- [6]. Soares N., Costa J.J., Gaspar A.R., Santos P., Review of passive PCM latent heat thermal energy storage systems towards buildings' energy efficiency, *Energy and Buildings*, 2013, 59, 82-103, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.12.042>
- [7]. Thinh N.C., Luong N.D., Hiep N.H., Assessing energy saving potential of building envelope solutions for an office building assumed to be constructed in 03 cities with different climate conditions in Vietnam, *Journal of Construction*, 2024, 11, 104-108, <https://vjol.info.vn/index.php/tcx/article/view/104878>
- [8]. Andarini R., The Role of Building Thermal Simulation for Energy Efficient Building Design, *Energy Procedia*, 2014, 47, 217-226, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.217>
- [9]. Atam E., Current software barriers to advanced model-based control design for energy-efficient buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 73, 1031-1040, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.015>
- [10]. Brown N., Ubbelohde M.S., Loisos G., Philip S., Quick Design Analysis for Improving Building Energy Performance, *Energy Procedia*, 2014, 57, 1868-1877, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.051>
- [11]. Chen Y., Li C., Modeling and optimization method for building energy performance in the design stage, *Journal of Building Engineering*, 2024, 87, 109019, <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.109019>
- [12]. Heidarinejad M., Mattise N., Sharma K., Srebric J., Creating Geometry with Basic Shape Templates in OpenStudio, *Procedia Engineering*, 2017, 205, 1990-1995, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.068>
- [13]. Nowakowski P., Beauty and Utility in Architecture, *Interior Design and in the New European Bauhaus Concepts, Buildings*, 2024, 14(4), 870, <https://doi.org/10.3390/buildings14040870>
- [14]. Petri I., Li H., Rezgui Y., Chunfeng Y., Yuce B., Jayan B., A modular optimisation model for reducing energy consumption in large scale building facilities, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, 38, 990-1002, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.044>
- [15]. Chen P.H., Nguyen T.C., Integrating BIM and Web Map Service (WMS) for Green Building Certification, *Procedia Engineering*, 2016, 164, 503-509, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.651>
- [16]. Liu Y., Pedrycz W., Deveci M., Chen Z.S., BIM-based building performance assessment of green buildings - A case study from China, *Applied Energy*, 2024, 373, 123977, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123977>