

Đánh giá tiềm năng tiết kiệm năng lượng của một số giải pháp lớp vỏ bao che công trình cho một tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại 03 thành phố có điều kiện khí hậu khác nhau ở Việt Nam

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

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

¹Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, 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, 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). Nội dung mô phỏng năng lượng cho tòa nhà văn phòng được thực hiện theo 02 kịch bản với việc tập trung đánh giá một số giải pháp khác nhau đối với lớp vỏ bao che công trình (tường bao, cửa sổ kính, mái). Kịch bản cơ sở (KBSC) xem xét áp dụng các giải pháp truyền thống đối với lớp vỏ bao che của tòa nhà văn phòng như sử dụng gạch đỏ cho tường bao, sử dụng kính đơn thông thường cho cửa sổ kính, mái bằng không có vật liệu cách nhiệt. Trong khi đó, kịch bản tiết kiệm năng lượng (KBTKNL) xem xét áp dụng một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với lớp vỏ bao che như sử dụng gạch bê tông khí chưng áp (AAC) cho tường bao, sử dụng kính hai lớp low E phủ màng cho cửa sổ kính, mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS. Kết quả mô phỏng năng lượng cho thấy việc sử dụng kết hợp đồng thời các giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với kết cấu vỏ bao che của tòa nhà văn phòng theo KBTKNL có thể đem lại mức tiết kiệm năng lượng đáng kể (khoảng 17,44-22,49% tổng tiêu thụ năng lượng của tòa nhà văn phòng) so với KBSC. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy các giải pháp tiết kiệm năng lượng khác nhau đối với các kết cấu vỏ bao che khác nhau (tường bao, cửa sổ kính, mái) ứng dụng đối với tòa nhà văn phòng được xây dựng ở các địa phương với điều kiện khí hậu khác nhau, có thể đem lại tiềm năng tiết kiệm năng lượng khác nhau.

Từ khóa: Tòa nhà văn phòng; mô phỏng năng lượng; cường độ sử dụng năng lượng (EUI); lớp vỏ bao che công trình.

ABSTRACT

The main objective of this study is to simulate 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). The energy simulation for the office building is carried out under 02 scenarios with a focus on evaluating different solutions for the building envelope (external walls, windows, and roofs). The baseline scenario considers applying the traditional solutions for building envelope such as red brick for external walls, conventional single glazing for windows, and non-insulated flat roof. Meanwhile, the energy saving scenario considers applying energy saving solutions such as use of

autoclaved aerated concrete (AAC) brick for external walls, soft-coated low-E double-glazing, and flat roof using EPS insulation material. The energy simulation results show that the simultaneous use of energy saving solutions for the building envelope under the energy saving scenario could bring significant energy savings (about 17.44-22.49% of the total energy consumption of the studied office building) compared to those under the baseline scenario. The research results also indicate that different energy saving solutions for different envelope structures (external walls, windows, and roofs) applied to office buildings built in localities with different climatic conditions could have different energy saving potentials.

Key words: Office building; Energy simulation; Energy use intensity (EUI); Building envelope.

1. GIỚI THIỆU

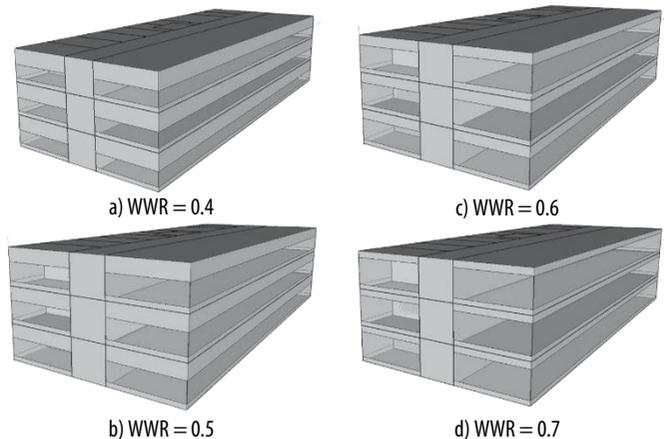
Lĩnh vực tòa nhà là đối tượng sử dụng năng lượng lớn nhất trong ngành Xây dựng ở các quốc gia trên thế giới. Việc vận hành và bảo trì các tòa nhà có thể tiêu thụ tới 40% tổng nhu cầu năng lượng trên toàn thế giới. Ở Việt Nam, tiêu thụ năng lượng trong ngành Xây dựng bao gồm khu vực công nghiệp và dân dụng (trong đó phần lớn là tiêu thụ năng lượng trong lĩnh vực tòa nhà) chiếm khoảng 37-40% tổng tiêu thụ năng lượng quốc gia. Trong những năm gần đây, tòa nhà văn phòng là một trong những loại hình công trình xây dựng có tốc độ phát triển nhanh ở Việt Nam, tương tự như ở nhiều quốc gia trên thế giới. 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 lớp vỏ bao che công trình, hệ thống thiết bị trong việc giảm mức tiêu thụ năng lượng của các 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 vấn đề thực tiễn trên, mục tiêu chính của nghiên cứu này là thực hiện mô phỏng, 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). Nội dung mô phỏng năng lượng cho tòa nhà văn phòng được thực hiện theo hai kịch bản (KBKS và KBTKNL) với việc tập trung xem xét một số giải pháp khác nhau đối với lớp vỏ bao che công trình (tường bao, cửa sổ kính, mái) và không xem xét các giải pháp đối với hệ thống thiết bị kỹ thuật trong công trình (như hệ thống điều hòa không khí, chiếu sáng, ...).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

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

Trong nghiên cứu này, tòa nhà văn phòng giả định được sử dụng để mô phỏng năng lượng là một công trình gồm 03 tầng, có tổng diện tích sàn là 2972 m² (Hình 1). Với quy mô tổng diện tích sàn là 2972 m², tòa nhà văn phòng này thuộc đối tượng phải tuân thủ theo các yêu cầu thiết kế của QCVN 09:2017/BXD - "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả" [1]. Chi tiết thông số kỹ thuật của các kết cấu lớp vỏ bao che của tòa nhà được mô tả ở mục 2.3 bên dưới. Tòa nhà văn phòng được giả thiết sử dụng hệ thống điều hòa không khí cục bộ có chỉ số hiệu quả máy lạnh (COP) là 2,8; sử dụng hệ thống chiếu sáng đèn huỳnh quang compact (CFL) với mật độ công suất chiếu sáng (LPD) là 11 W/m² - tuân thủ theo yêu cầu của QCVN 09:2017/BXD của Bộ Xây dựng đối với công trình tòa nhà văn phòng; công suất của tải cắm là 12 W/m². Nghiên cứu này tập trung vào việc đánh giá hiệu năng của các giải pháp khác nhau đối với lớp vỏ bao che công trình, một số trường hợp đối với tỷ số diện tích cửa sổ - diện tích tường (WWR) sẽ được xem xét trong quá trình mô phỏng năng lượng tòa nhà (Hình 1). Bên cạnh đó, để đánh giá tác động của các điều kiện khí hậu khác nhau của Việt Nam, tòa nhà văn

phòng trong nghiên cứu này 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 đó, số liệu về điều kiện khí hậu của TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, TP.HCM sẽ được sử dụng cho nội dung mô phỏng năng lượng tòa nhà.



Hình 1. Tòa nhà văn phòng sử dụng để mô phỏng năng lượng với các giả định về giá trị WWR khác nhau

2.2. Phương pháp mô phỏng năng lượng tòa nhà

Tiêu thụ năng lượng cho tòa nhà văn phòng theo các kịch bản được mô phỏng với việc áp dụng phần mềm EnergyPlus (<https://energyplus.net>) chạy trên nền tảng hệ điều hành Windows. EnergyPlus là công cụ mô phỏng năng lượng tòa nhà được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Đây là phần mềm mã nguồn mở được phát triển bởi Bộ Năng lượng Hoa Kỳ (<https://github.com/NREL/EnergyPlus>), sử dụng ngôn ngữ lập trình C++ làm ngôn ngữ chính. EnergyPlus cung cấp cho người sử dụng nhiều lựa chọn để cung cấp dữ liệu đầu vào cho các kịch bản mô phỏng khác nhau.

OpenStudio là bộ công cụ phần mềm đa nền tảng viết bằng ngôn ngữ lập trình Ruby, Python và C#, được ứng dụng để hỗ trợ việc mô hình hóa năng lượng tòa nhà sử dụng phần mềm EnergyPlus (<https://github.com/openstudiocoalition/OpenStudioApplication>). OpenStudio cung cấp rất nhiều tiện ích cho người sử dụng như cung cấp chuỗi mã định danh cho phép truy cập vào phần mềm hay kết nối với các phần mềm thiết kế thông qua ứng dụng tích hợp như OpenStudio SketchUp Plugin (<https://github.com/openstudiocoalition/openstudio-sketchup-plugin>).

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng phần mềm thiết kế 3D Sketchup (<https://www.sketchup.com>) để thiết kế mô hình không gian của công trình tòa nhà văn phòng giả định. Thông qua ứng dụng của Sketchup cho OpenStudio, nhóm tác giả đã khởi tạo mô hình năng lượng trong OpenStudio và thiết lập các thông số đầu vào cho mô phỏng năng lượng.

2.3. Các kịch bản mô phỏng năng lượng

Trong nghiên cứu này, các kịch bản được xem xét trong mô phỏng năng lượng đối với công trình tòa nhà văn phòng giả định bao gồm: (1). KBCS và (2). KBTKNL. Đối với KBCS, như đã mô tả ở mục 2.1, các giải pháp thiết kế ban đầu đối với lớp vỏ bao che của tòa nhà được xem xét bao gồm: tường bao được xây bằng gạch đỏ, cửa sổ kính sử dụng kính đơn thông thường, mái bằng không có vật liệu cách nhiệt. Đối với KBTKNL, một số giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với lớp vỏ bao che của tòa nhà được xem xét bao gồm: tường bao được xây

bằng gạch bê tông khí chưng áp (AAC), tường và cửa sổ kính sử dụng kính hai lớp low E phủ mờ, mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS. Chi tiết thông số kỹ thuật của các kết cấu lớp vỏ bao che của tòa nhà theo các kịch bản được mô tả trong Bảng 1. Do nghiên cứu này chỉ tập trung vào việc đánh giá hiệu năng của các giải pháp lớp vỏ bao che công trình, các thông số liên quan đến hệ thống điều hòa không khí, chiếu sáng, tải cắm (như mô tả ở mục 2.1) được giả thiết là không thay đổi trong các kịch bản mô phỏng năng lượng.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật kết cấu lớp vỏ bao che của tòa nhà văn phòng theo các kịch bản mô phỏng năng lượng

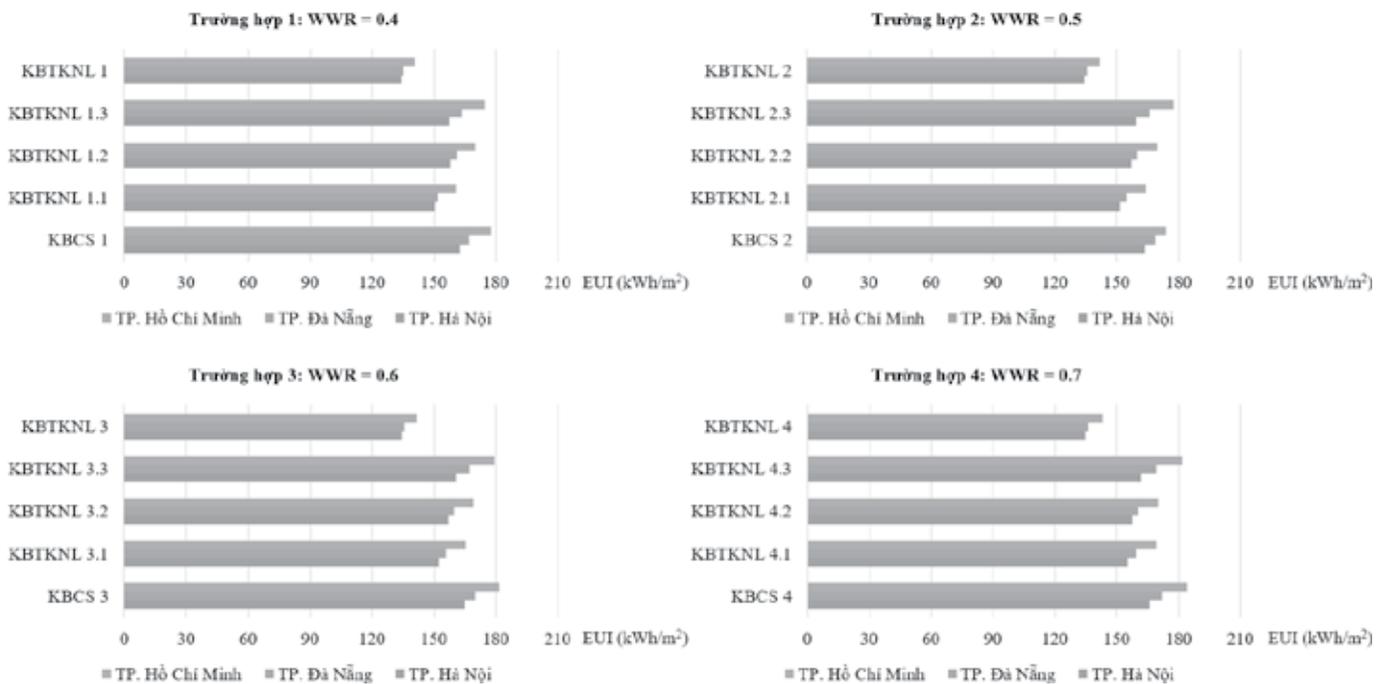
Kịch bản cơ sở (KBCS)		Kịch bản tiết kiệm năng lượng (KBTKNL)	
<u>Gạch đỏ</u> (Lớp vữa xi măng trát ngoài 15 mm + Gạch đặc đất sét nung 110 mm + Lớp vữa xi măng trát ngoài 15 mm)		<u>Gạch bê tông khí chưng áp</u> (Lớp vữa xi măng trát ngoài 15 mm + Gạch AAC 100 mm + Lớp vữa xi măng trát ngoài 15 mm)	
Hệ số truyền nhiệt (U-value)	2,08 (W/m ² K)	Hệ số truyền nhiệt (U-value)	1,00 (W/m ² K)
<u>Kính đơn thông thường</u>		<u>Kính hai lớp low E phủ mờ</u>	
Hệ số truyền nhiệt (U-value)	5,5 (W/m ² K)	Hệ số truyền nhiệt (U-value)	1,7 (W/m ² K)
Hệ số hấp thụ nhiệt của kính (SHGC)	0,74	Hệ số hấp thụ nhiệt của kính (SHGC)	0,217
Hệ số truyền sáng (VLT)	0,7	Hệ số truyền sáng (VLT)	0,4
<u>Mái bằng không có vật liệu cách nhiệt</u> (Lớp gạch lát 12 mm + Lớp vữa thường 15 mm + Lớp vữa đệm 50 mm + Lớp bê tông cốt thép 150 mm + Lớp vữa thường 15 mm)		<u>Mái bằng sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS</u> (Lớp gạch lát 12 mm + Lớp cách nhiệt EPS 50 mm + Lớp vữa thường 15 mm + Lớp vữa đệm 50 mm + Lớp bê tông cốt thép 150 mm + Lớp vữa thường 15 mm)	
Hệ số truyền nhiệt (U-value)	2,46 (W/m ² K)	Hệ số truyền nhiệt (U-value)	0,60 (W/m ² K)
<u>Điều hòa không khí cục bộ</u>		<u>Điều hòa không khí cục bộ</u>	
Chỉ số COP	2,8	Chỉ số COP	2,8
<u>Chiếu sáng</u>		<u>Chiếu sáng</u>	
LPD	11 (W/m ²)	LPD	11 (W/m ²)
<u>Tải cắm</u>		<u>Tải cắm</u>	
Công suất	12 (W/m ²)	Công suất	12 (W/m ²)

Các trường hợp đối với giải pháp lớp vỏ bao che của tòa nhà văn phòng được xem xét trong các kịch bản mô phỏng năng lượng được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Các trường hợp đối với giải pháp lớp vỏ bao che của tòa nhà văn phòng được xem xét trong các kịch bản mô phỏng năng lượng.

Các trường hợp đối với WWR	Kịch bản	Tường bao	Kính	Mái
Trường hợp 1: WWR = 0,4	KBCS 1	-	-	-
	KBTKNL 1.1	√	-	-
	KBTKNL 1.2	-	√	-
	KBTKNL 1.3	-	-	√
	KBTKNL 1 ^(*)	√	√	√
Trường hợp 2: WWR = 0,5	KBCS 2	-	-	-
	KBTKNL 2.1	√	-	-
	KBTKNL 2.2	-	√	-
	KBTKNL 2.3	-	-	√
	KBTKNL 2 ^(*)	√	√	√
Trường hợp 3: WWR = 0,6	KBCS 3	-	-	-
	KBTKNL 3.1	√	-	-
	KBTKNL 3.2	-	√	-
	KBTKNL 3.3	-	-	√
	KBTKNL 3 ^(*)	√	√	√
Trường hợp 4: WWR = 0,7	KBCS 4	-	-	-
	KBTKNL 4.1	√	-	-
	KBTKNL 4.2	-	√	-
	KBTKNL 4.3	-	-	√
	KBTKNL 4 ^(*)	√	√	√

Ghi chú: (-): sử dụng vật liệu thông thường theo thiết kế ban đầu; (√): sử dụng từng giải pháp vật liệu tiết kiệm năng lượng; (*): sử dụng kết hợp đồng thời ba giải pháp vật liệu tiết kiệm năng lượng.



Hình 2. Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng đối với các trường hợp và kịch bản khác nhau

Cường độ sử dụng năng lượng (EUI, kWh/m²) của tòa nhà văn phòng giả định tương ứng với các trường hợp và các kịch bản sẽ được mô phỏng, phân tích để đánh giá hiệu quả và tiềm năng áp dụng của các giải pháp vật liệu tiết kiệm năng lượng đối với công trình tòa nhà văn phòng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, TP.HCM đối với các trường hợp (WWR = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7) và kịch bản khác nhau (KBCS và KBTKNL) được thể hiện ở Hình 2. Đối với tất cả các trường hợp (WWR = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7), cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng theo KBCS trong khoảng 162,58 - 184,24 kWh/m². Tương ứng với giá trị WWR càng lớn thì cường độ sử dụng năng lượng có giá trị càng lớn. Nhìn chung, đối với tất cả các trường hợp (WWR = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7), cường độ sử dụng năng lượng 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 phương và khoảng thời gian sử dụng điều hòa không khí trong năm. Trong số 03 thành phố, TP.HCM có đặc điểm khí hậu với hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô, với nhiệt độ cao và 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 lớn hơn so với TP Đà Nẵng và TP Hà Nội. Thực tế này được phản ánh qua kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP.HCM với giá trị lớn hơn so với hai thành phố còn lại.

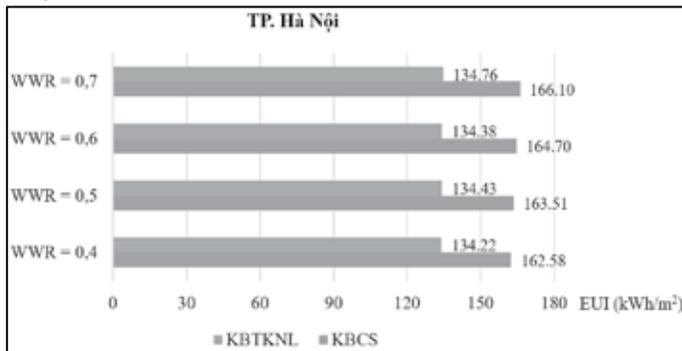
Đối với trường hợp WWR = 0,4, khi xem xét giải pháp tường bao được xây bằng gạch bê tông khí chưng áp (KBTKNL 1.1), thì mức tiết kiệm năng lượng lần lượt là 7,66%, 8,89%, và 9,63% so với sử dụng tường bao được xây bằng gạch đỏ truyền thống trong KBCS 1 tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM (Hình 2). Khi sử dụng kính hai lớp low E phủ mềm (KBTKNL 1.2) thay cho kính đơn thông thường (KBCS 1) thì mức tiết kiệm năng lượng lần lượt

là 2,72%, 3,66%, và 4,38% tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng, và TP.HCM. Đối với kết cấu mái, khi sử dụng mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS (KBTKNL 1.3) thì mức tiết kiệm năng lượng lần lượt là 3,06%, 2,09%, và 1,83% so với sử dụng mái bằng không có vật liệu cách nhiệt trong KBCS 1 tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM. Khi sử dụng kết hợp đồng thời các giải pháp tường bao được xây bằng gạch bê tông khí chưng áp, kính hai lớp low E phủ mềm, mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS cho tòa nhà văn phòng giả định (KBTKNL 1) thì mức tiết kiệm năng lượng tăng lên đáng kể so với KBCS 1, lần lượt là 17,44%, 18,97%, và 20,76% tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM. Kết quả này cho thấy việc kết hợp đồng thời các giải pháp tiết kiệm năng lượng phù hợp đối với kết cấu vỏ bao che của tòa nhà văn phòng có thể đem lại hiệu quả tương đối cao về tiết kiệm năng lượng. Khi phân tích kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng đối với các trường hợp WWR = 0,5; 0,6; 0,7 cũng thu được xu hướng và kết quả tương tự.

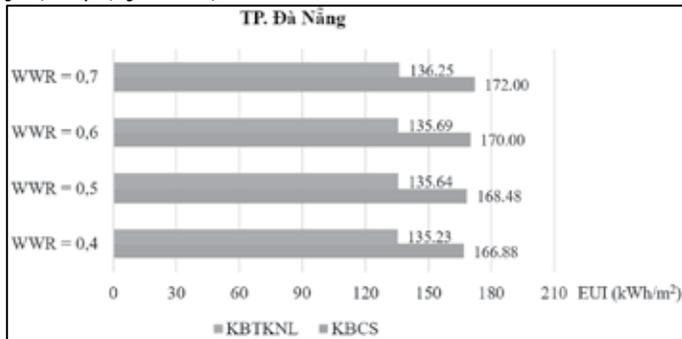
Khi so sánh mức tiết kiệm năng lượng của từng giải pháp đối với kết cấu vỏ bao che của tòa nhà văn phòng giả định trong nghiên cứu này, giải pháp sử dụng tường bao được xây bằng gạch bê tông khí chưng áp đem lại mức tiết kiệm năng lượng cao nhất đối với cả ba địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, TP Đà Nẵng và TP.HCM so với hai giải pháp còn lại được xem xét trong nghiên cứu này. Khi xem xét từng địa điểm xây dựng cụ thể, giải pháp sử dụng tường bao được xây bằng gạch bê tông khí chưng áp ứng dụng đối với tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP.HCM có hiệu quả cao nhất, tiếp đến là các địa điểm xây dựng tại TP Đà Nẵng và TP Hà Nội. Nhìn chung, mức tiết kiệm năng lượng của giải pháp này càng lớn khi giá trị WWR càng nhỏ. Đối với ứng dụng giải pháp sử dụng kính hai lớp low E phủ mềm thay cho kính đơn thông thường, nhìn chung mức tiết kiệm năng lượng đối với tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại TP.HCM cũng cao nhất, tiếp đến là các địa điểm xây dựng tại TP Đà Nẵng và TP Hà Nội. Kết quả cũng cho thấy mức tiết kiệm năng lượng của giải pháp này càng tăng khi giá trị WWR càng lớn. Tuy nhiên, khi xem xét ứng dụng giải pháp mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS thay cho mái bằng không có vật liệu cách nhiệt, mức tiết kiệm năng lượng

cao nhất của giải pháp này được nhận thấy tương ứng với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, tiếp đó là TP Đà Nẵng và TP.HCM. Các kết quả này gợi ý rằng các giải pháp tiết kiệm năng lượng khác nhau đối với các kết cấu vỏ bao che khác nhau (tường bao, cửa sổ kính, mái) ứng dụng đối với tòa nhà văn phòng được xây dựng ở các địa phương với điều kiện khí hậu khác nhau, có thể đem lại hiệu quả khác nhau.

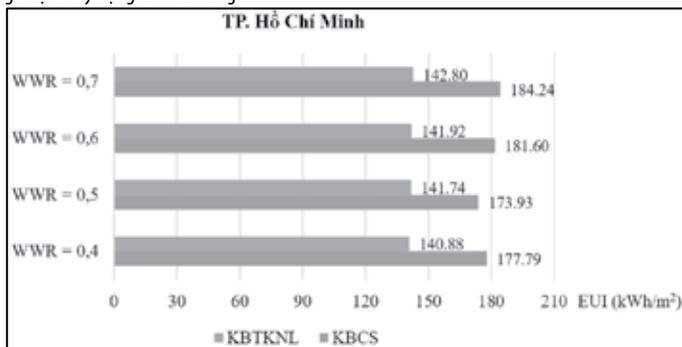
Khi xem xét hiệu quả tiết kiệm năng lượng tổng thể đối với mỗi địa điểm xây dựng (Hình 3, 4, 5), kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng giả định cho thấy đối với địa điểm xây dựng là TP Hà Nội, mức tiết kiệm năng lượng khi áp dụng đồng thời các giải pháp tường bao được xây bằng gạch bê tông khí chưng áp, kính hai lớp low E phủ mềm, mái bằng có sử dụng vật liệu cách nhiệt EPS cho tòa nhà văn phòng giả định KBTKNL thì mức tiết kiệm năng lượng so với KBCS lần lượt là 17,44%, 17,78%, 18,41%, 18,87% tương ứng với các trường hợp WWR = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 (Hình 3). Như vậy, hiệu quả tiết kiệm năng lượng tổng thể có xu hướng tăng khi giá trị WWR càng lớn. Xu hướng này nhìn chung cũng được nhận thấy đối với các địa điểm xây dựng ở TP Đà Nẵng và TP.HCM (Hình 4 và 5).



Hình 3. Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP Hà Nội



Hình 4. Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP Đà Nẵng



Hình 5. Kết quả mô phỏng cường độ sử dụng năng lượng của tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng ở TP.HCM

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã thực hiện mô phỏng, 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). Nội dung mô phỏng năng lượng cho tòa nhà văn phòng được thực hiện theo một số kịch bản với việc tập trung xem xét một số giải pháp khác nhau đối với lớp vỏ bao che công trình. Kết quả nghiên cứu nhìn chung cho thấy các giải pháp tiết kiệm năng lượng khác nhau đối với các kết cấu vỏ bao che khác nhau (tường bao, cửa sổ kính, mái) ứng dụng đối với tòa nhà văn phòng được xây dựng ở các địa phương với điều kiện khí hậu khác nhau, có thể đem lại tiềm năng tiết kiệm năng lượng khác nhau. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa xem xét, đánh giá tiềm năng ứng dụng của các giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà văn phòng (ví dụ: điều hòa không khí, chiếu sáng ...). Do đó, trong thời gian tới, cần có các nghiên cứu toàn diện hơn với việc xem xét, đánh giá tiềm năng và hiệu quả của tất cả các giải pháp này để cung cấp đầy đủ cơ sở khoa học, thực tiễn nhằm hỗ trợ các cơ quan quản lý nhà nước trong việc xây dựng và thực hiện các chính sách, giải pháp nhằm tăng cường sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả cho các tòa nhà văn phòng ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. QCVN 09:2017/BXD “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả”.
- [2]. Alonso M. Justo, W. S. Dols, H. M. Mathisen, 2022. Using Co-simulation between EnergyPlus and CONTAM to evaluate recirculation-based, demand-controlled ventilation strategies in an office building. *Building and Environment*, 211, 108737.
- [3]. Liu Zu’an, Jiawen Hou, Lili Zhang, Bart Julien Dewancker, Xi Meng, Chaoping Hou, 2022. Research on energy-saving factors adaptability of exterior envelopes of university teaching-office buildings under different climates (China) based on orthogonal design and EnergyPlus. *Heliyon*, 8(8), e10056.
- [4]. Elias Eid, Alan Foster, Graciela Alvarez, FatouToutie Ndoeye, Denis Leducq, Judith Evans, 2024. Modelling energy consumption in a Paris supermarket to reduce energy use and greenhouse gas emissions using EnergyPlus. *International Journal of Refrigeration*, 168, 1-8.
- [5]. Boyano, A., P. Hernandez, O. Wolf, 2013. Energy demands and potential savings in European office buildings: Case studies based on EnergyPlus simulations. *Energy and Buildings*, 65, 19-28.
- [6]. LAM, Khee Poh, ZHAO, Jie, YDSTIE, Erik B., WIRICK, Jason, QI, Meiwei and PARK, Ji Hyun, 2014. An EnergyPlus whole building energy model calibration method for office buildings using occupant behavior data mining and empirical data. *ASHRAE Journal*, 160-167.
- [7]. Nelson Fumo, Pedro Mago, Rogelio Luck, 2010. Methodology to estimate building energy consumption using EnergyPlus Benchmark Models. *Energy and Buildings*, 66, 88-103.
- [8]. Jun Wei Chuah, Anand Raghunathan, Niraj K. Jha, 2013. ROBESim: A retrofit-oriented building energy simulator based on EnergyPlus. *Energy and Buildings*, 42(12), 2331-2337.