

Cải tạo lớp vỏ công trình hướng tới tiết kiệm năng lượng trong nhà ống - Trường hợp nghiên cứu tại Hà Nội

Facade refurbishment for energy efficiency in tube houses - A case study in Hanoi

Nguyễn Phan Anh

Tóm tắt

Bài viết này nghiên cứu tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các phương án cải tạo mặt đứng khác nhau trong nhà ống ở Việt Nam. Kết quả mô phỏng cho thấy, áp dụng quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam có thể tiết kiệm tới 9% trong khi lớp vỏ có khả năng cách nhiệt cao theo tiêu chuẩn Hà Lan có thể giảm tới 21% mức tiêu thụ năng lượng điều hòa không khí. Cần lưu ý là những kết quả trên chỉ đạt được khi máy điều hòa không khí hoạt động vào ban đêm, giống như cách hệ thống hiện đang hoạt động trong ngôi nhà tham khảo. Các thiết bị che nắng cứng đã được thử nghiệm trên cửa sổ mặt tiền hướng Tây Nam. Các ô văng mang lại kết quả rất hạn chế, giảm năng lượng làm mát dưới 6%. Lam chắn nắng bên ngoài có thể tiết kiệm tới 12,6% năng lượng làm mát. Tuy nhiên, do cả ba loại cấu kiện che nắng đều có tác động tiêu cực trong mùa đông nên mức tiết kiệm năng lượng tối đa hàng năm chỉ là 7%.

Từ khóa: tiết kiệm năng lượng, cải tạo mặt đứng, nhà ống, Việt Nam

Abstract

This paper investigated the energy upgrade potentials of different facade refurbishment options in tube houses of Vietnam. The simulation results showed that applying Vietnamese technical regulation can save up to 9% of energy for heating and cooling while highly insulated facade that followed Dutch standards led to much more favourable results of 21% reduction in air conditioner consumption. It is worth to note that such improvement was by far only achieved with a night-time operation of air-conditioner, as how the system is currently working in the reference house. Shading devices were also tested on a southwest facade window. Horizontal overhang had very limited benefit of less than 6% reduction in cooling energy. An external blind can save up to 12.6% of cooling energy. However, as all three shading types had a negative effect in heating season, the maximum annual saving was only 7%.

Key words: energy saving, facade refurbishment, tube houses, Vietnam

TS. KTS. Nguyễn Phan Anh

Bộ môn chuyên ngành 1,

Viện Đào tạo và Hợp tác Quốc tế

ĐT: 0966845765

Email: phananh.arch@gmail.com

Ngày nhận bài: 6/5/2024

Ngày sửa bài: 9/5/2024

Ngày duyệt đăng: 23/05/2024

1. Đặt vấn đề

Khu vực dân dụng, chiếm hơn 31% tổng mức tiêu thụ năng lượng [1], được coi là một trong những khu vực quan trọng nhất có thể giảm tổng mức tiêu thụ năng lượng ở Việt Nam. Ước tính có hơn 26 triệu đơn vị nhà ở tại Việt Nam [2]. Nhu cầu về cải tạo nhà ở để nâng cao chất lượng cuộc sống và hướng tới tiết kiệm năng lượng đang là rất lớn trong thị trường nhà ở tại Việt Nam. Trong các loại hình nhà ở, nhà ống hay nhà liền kề là loại hình nhà ở chiếm ưu thế nhất, chiếm hơn 70% tổng số đơn vị ở [2]. Bài viết này nghiên cứu tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các phương án cải tạo mặt tiền khác nhau cho nhà ống Việt Nam.

2. Tổng quan lý thuyết

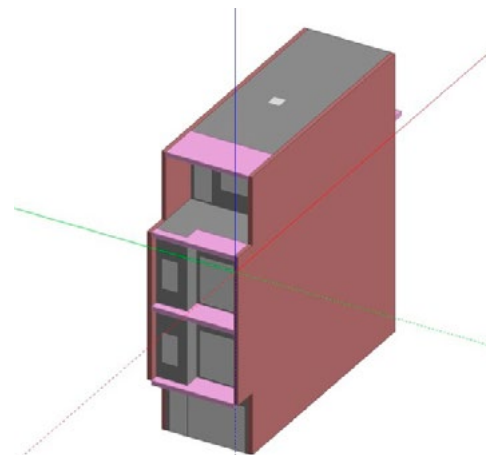
Cải tạo mặt tiền để tiết kiệm năng lượng đã được nghiên cứu kỹ lưỡng và được chứng minh là mang lại nhiều lợi ích cho việc tiết kiệm năng lượng của quý nhà ở hiện tại. Những bộ công cụ hướng dẫn cải tạo mặt tiền đã được phát triển để ước tính hiệu suất của các biện pháp thiết kế khác nhau trong giai đoạn thiết kế cơ sở ở vùng khí hậu ôn đới [3]. Một số chiến lược thiết kế cải tạo tổng thể tiềm năng đã được đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong nhà ống ở Việt Nam [4]. Nhiều yếu tố trong đó liên quan đến việc cải tạo lớp vỏ công trình hiện hữu. Các biện pháp cải tạo bao gồm xử lý cách nhiệt và che nắng, thông gió tự nhiên và làm mát bằng cách sử dụng tường xanh và mái xanh. Bài viết này chỉ nghiên cứu các biện pháp cách nhiệt và che nắng.

Lý thuyết về tiện nghi nhiệt và điều hòa không khí hiện nay chủ yếu tính đến trường hợp con người sử dụng không gian vào ban ngày. Tuy nhiên, trong các công trình nhà ở, người dân thường không có mặt ở nhà vào ban ngày và dành nhiều thời gian tại nhà vào buổi tối và để ngủ và do đó việc tiêu thụ năng lượng của điều hòa không khí vào ban đêm là rất quan trọng. Hơn nữa, tiện nghi nhiệt vào ban đêm khác với mô hình tiện nghi thông thường. Sự khác nhau trong hành vi của người sử dụng vào ban đêm có ảnh hưởng đáng kể đến nhiệt độ hoạt động tối ưu [5]. Lập trình sẵn nhiệt độ không khí vào ban đêm có thể giảm gần 1/3 tải làm mát vào buổi đêm [6]. Bài viết này tính đến sự thoải mái về nhiệt độ khi ngủ và hoạt động của điều hòa không khí vào ban đêm. Trong quá trình hiệu chỉnh mô hình, các chế độ sưởi ấm và làm mát đã được tùy chỉnh phù hợp với hành vi thực tế của người sử dụng.

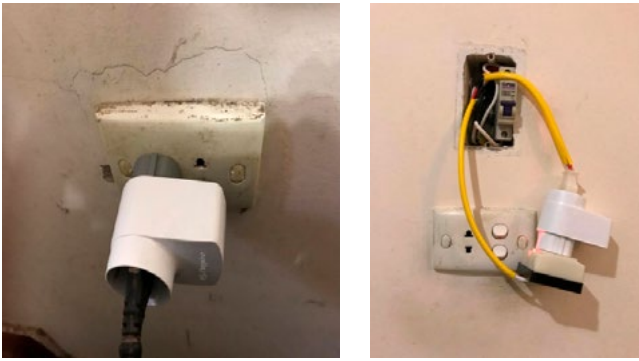
3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu đã lựa chọn một ngôi nhà ống điển hình làm đối tượng nghiên cứu. Công trình nằm trong một khu đô thị đông dân cư tại Hà Nội, với kích thước khu đất là 4x12m. Công trình cao 4 tầng và có mặt thoáng ở phía trước và phía sau. Kết cấu chính của căn nhà là khung bê tông chịu lực, tường bao xây gạch dày 220mm và có cửa sổ nhôm kính 1 lớp (Hình 1).

Trong quá trình nghiên cứu, các thiết bị đã được lắp đặt tại chỗ để thu thập



Hình 1. Mô hình công trình trong phần mềm Design Builder



Hình 2. Các thiết bị Plug-wise được lắp đặt để theo dõi việc sử dụng điện

thông tin về sử dụng điện, nhiệt độ ngoài trời và bên trong công trình (mục 3.1).

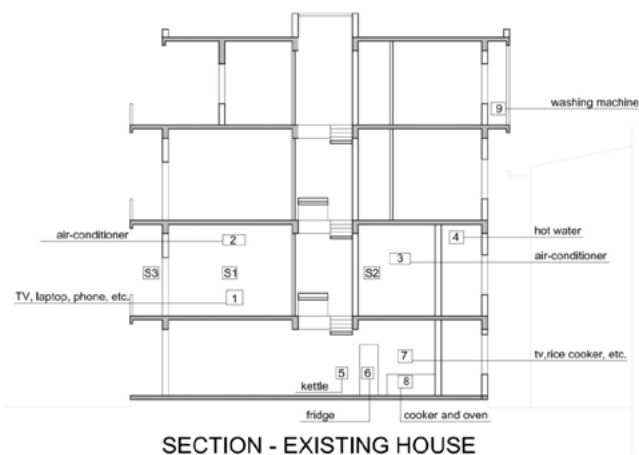
Các thông tin cơ bản về thiết kế và thi công công trình được tổng hợp lại để đưa vào trong một mô hình mô phỏng bằng phần mềm Design Builder phiên bản 4.7. Mô hình có tính đến tất cả các yếu tố từ cảnh quan xung quanh cho đến vật liệu xây dựng. Các số liệu thực tế được dùng để hiệu chỉnh lại mô hình một cách chính xác nhất (mục 3.2).

Mô hình được mô phỏng với các phương án cải tạo khác nhau để tính toán tiềm năng tiết kiệm năng lượng so với hiện trạng sử dụng công trình (mục 3.3 và 3.4).

3.1 Thu thập dữ liệu thực tế

Các dữ liệu về nhiệt độ và năng lượng được thu thập trong 2 tháng, tháng 12 năm 2017 và tháng 1 năm 2018. Quá trình thu thập dữ liệu được thực hiện với các thiết bị Sense và Source, thiết bị theo dõi được phát triển bởi công ty Plugwise, xem hình 2.

Hình 3 thể hiện vị trí của các thiết bị đo lường trong nhà. Hiện tại, ngôi nhà chỉ có 2 người ở và họ chủ yếu ở 2 tầng thấp nhất. Tầng 1 chủ yếu trang bị các thiết bị nhà bếp như bếp từ, tủ lạnh, lò vi sóng. Cả phòng khách và phòng ngủ ở tầng 2 đều được trang bị điều hòa có khả năng vừa sưởi vừa làm mát. Bình đun nước nóng được đặt trong phòng tắm ở tầng 2 để tắm hàng ngày. Hầu hết các thiết bị điện có thể cắm được đều được đo. Không thể đo được hệ thống chiếu sáng vì dây điện nằm bên trong tường. Máy giặt ở tầng trên cùng nằm ngoài phạm vi của hệ thống giám sát nên cũng không được đo lường. Tuy nhiên, nó hiếm khi được sử dụng



Hình 3. Vị trí lắp đặt các thiết bị đo lường trong nhà

Bảng 1: Tổng hợp các thay đổi mô hình trong quá trình hiệu chỉnh

Lần	Các thay đổi
1	Mô hình với các thông số xây dựng cơ bản
2	Cập nhật lịch nghỉ lễ Thay đổi chế độ thông gió Thay đổi kế hoạch sử dụng thiết bị chiếu sáng
3	Cập nhật hướng công trình Cập nhật cài đặt về thoát nhiệt
4	Cập nhật dữ liệu thời tiết mới Cài đặt mới cho hệ thống điều hòa không khí
5	Cập nhật mật độ người sử dụng không gian Cập nhật các cấu kiện che nắng
6	Cập nhật chế độ sưởi và làm mát
7	Cập nhật chế độ sưởi và làm mát Cập nhật dữ liệu các thiết bị điện

và có thể ước tính dễ dàng bằng phép tính đơn giản. Hóa đơn năng lượng hàng tháng được ghi lại để định lượng mức tiêu thụ thiết bị không được đo lường.

Hoạt động hàng ngày của người sử dụng cũng được theo dõi trong sổ nhật ký để cung cấp thông tin đầu vào chi tiết hơn. Mô hình công trình được hiệu chỉnh dựa trên số liệu mô phỏng và số liệu thực tế đo được, cả về nhiệt độ và mức tiêu thụ năng lượng.

3.2 Hiệu chỉnh mô hình

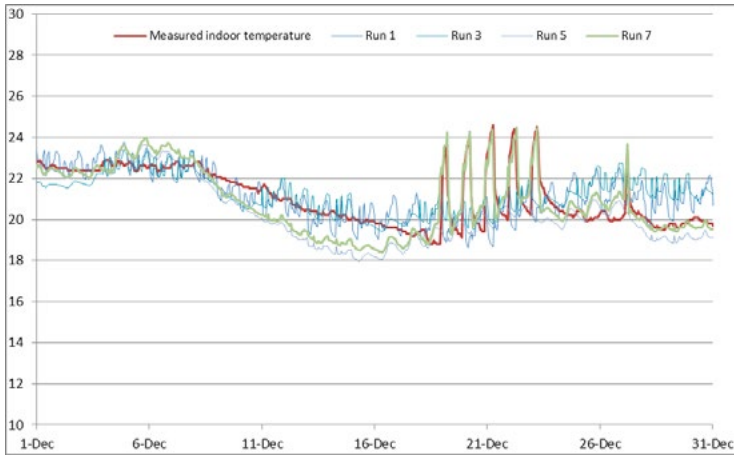
Hiệu chỉnh mô hình là một bước quan trọng để đảm bảo mô hình mô phỏng lại công trình một cách chính xác nhất và để đưa ra những dự đoán chính xác nhất so với thực tế sử dụng.

Quá trình hiệu chỉnh bao gồm các bước khác nhau (xem bảng 1). Nhiệt độ và độ ẩm ngoài trời được đo tại chỗ, cùng với dữ liệu về bức xạ mặt trời và gió ngoài trời được thu thập từ trạm khí tượng Hà Nội [7] được sử dụng để tạo ra một tập tin về dữ liệu thời tiết. Thông tin công trình được sử dụng để tạo nên mô hình trong phần mềm Design Builder. Cuối cùng, kết quả mô phỏng được so sánh với số liệu đo trong nhà để đánh giá độ chính xác của mô hình. Mối tương quan giữa dữ liệu mô phỏng và dữ liệu đo được cải thiện bằng cách điều chỉnh các biến đầu vào trong phạm vi hợp lý. Những biến số đó là cơ chế thông gió tự nhiên, hoạt động của người sử dụng, cài đặt hệ thống điều hòa không khí, thông số kỹ thuật của thiết bị điện. Mô hình được hiệu chỉnh sau 7 lần hiệu chuẩn, trong đó phần sai lệch đều nằm trong ngưỡng cho phép nhất định được xác định trong một số tiêu chuẩn [8] [9], xem bảng 2. Theo ASHRAE [8,9], phương pháp thống kê áp dụng hai chỉ số - NMBE và CV(RMSE) - là thước đo đáng tin cậy nhất để xác minh việc hiệu chuẩn.

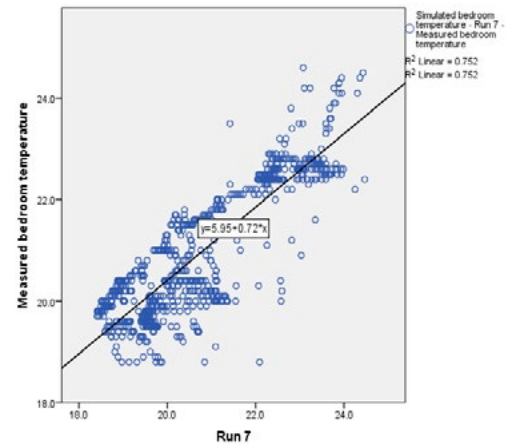
Bảng 2: Các tiêu chuẩn khác nhau qua các lần hiệu chỉnh Different criteria for calibration runs

Lần hiệu chỉnh	4	5	6	7	ASHRAE
NMBE	1.73%	3.40%	2.28%	0.80%	<5%
CV(RMSE)	5.50%	6.04%	4.95%	3.85%	<15%
Hồi quy	0.52	0.54	0.71	0.752	>0.75

Một thước đo quan trọng khác để đánh giá mô hình là sử dụng phân tích hồi quy để kiểm tra mối tương quan giữa dữ



Hình 4. Nhiệt độ phòng ngủ mô phỏng và đo thực tế



Hình 5. Nhiệt độ phòng ngủ mô phỏng và đo thực tế sau lần hiệu chỉnh thứ 7

liệu thực tế và dữ liệu mô phỏng. Nhiệt độ phòng ngủ thực tế và nhiệt độ phòng ngủ mô phỏng được thể hiện trong hình 4 & 5. Mô hình cuối cùng ở lần hiệu chuẩn thứ 7 đáp ứng các tiêu chuẩn thống kê và các giá trị nhiệt độ phòng ngủ ở lần chạy thứ 7 cũng gần nhất với dữ liệu đo được. Sau lần hiệu chuẩn thứ 7, mô hình được coi là đủ chính xác và hiệu chỉnh thành công.

3.3 Mô phỏng công trình

Để kiểm tra các biện pháp cải tạo khác nhau, tác giả đã tiến hành mô phỏng các mô hình trong thời gian một năm. Mô hình đã mô phỏng các dữ liệu về nhiệt độ và năng lượng tiêu thụ. Mô phỏng toàn bộ 12 tháng có thể đánh giá hiệu quả hoạt động của nhà ở tốt hơn thay vì chỉ mô phỏng vào một thời điểm hay quãng thời gian như mùa hè và mùa đông. Tập tin thời tiết EPW của Hà Nội đã được sử dụng thay cho tập tin thời tiết đo được. Mô hình công trình đã hiệu chỉnh cũng được sửa đổi để phù hợp với kịch bản một năm. Hệ thống điều hòa không khí cũng được lập lịch trình một cách đơn giản hơn, vận hành theo lịch trình và cơ chế kích hoạt nhiệt độ. Nhiệt độ sưởi ấm là 21,5°C và làm mát là 28,5°C.

Hiện tại, chỉ có hai người ở một phòng ngủ trong nhà và chỉ có một máy điều hòa trong phòng ngủ này hoạt động. Tuy nhiên, trong kịch bản mô phỏng, 2 trong số 3 phòng ngủ đã có người ở, đây là trường hợp điển hình của một gia đình trong một ngôi nhà ống có kích thước tương tự ở Việt Nam. Vì vậy, hai máy điều hòa không khí đã được đưa vào tính toán mức tiêu thụ năng lượng.

3.4. Các biện pháp cải tạo mặt đứng

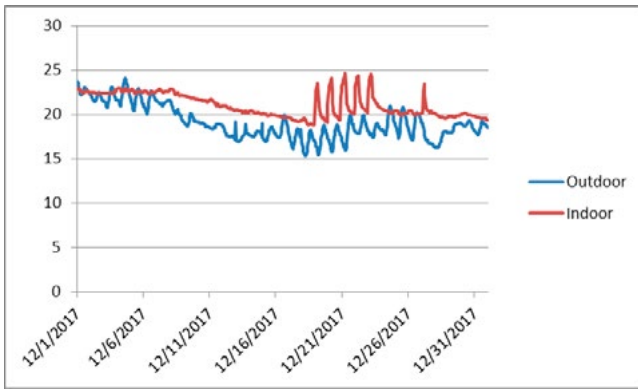
Bảng 3. Các phương án cải tạo mặt đứng theo tiêu chuẩn kỹ thuật

	Tường bao	Cửa sổ
Hiện trạng	220mm tường gạch, không có lớp cách nhiệt $U = 3.197 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cửa sổ 1 lớp, $U = 5.778 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\text{SHGC} = 0.819$
Quy chuẩn Việt Nam [10]	Tường 1 - $U_{\text{max}} = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cửa sổ 1 - $\text{SHGC}_{\text{max}} = 0.63$
Ví dụ	Thêm 10mm polystyrene ép, $U = 1.682 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cửa sổ 2 lớp, $\text{SHGC} = 0.69$, $U = 2.7 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tiêu chuẩn Hà Lan [11]	Tường 2 - $U_{\text{max}} = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$ $R_c = 3.5 \text{ m}^2\text{K/W}$	Cửa sổ 2 - $U_{\text{max}} = 2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ví dụ	100mm ² tường gạch, 120mm polystyrene XPS ép, 100 mm bê tông, lớp trát hoàn thiện, $U = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cửa sổ 2 lớp, $\text{SHGC} = 0.67$ $U = 2.1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Mặt đứng nhà ở bao gồm tường bao ngoài, mái nhà, các cửa sổ và cửa đi, và các bộ phận như thiết bị che nắng, ban công. Trong nhà chỉ có hai phòng ngủ cần được sưởi ấm và làm mát, do đó chỉ có những bức tường bên ngoài và cửa kính được coi là cần cải tạo vì chúng được kết nối trực tiếp với không gian được điều hòa. Việc xây dựng mái nhà chủ yếu mang lại lợi ích cho hoạt động của tầng trên cùng hiện chưa được lắp đặt điều hòa.

Hai biện pháp cải tạo được tính đến. Phương pháp đầu tiên dựa vào các tiêu chuẩn kỹ thuật. Một trong những mục tiêu nghiên cứu lớn hơn của tác giả là đưa ra khuyến nghị về quy chuẩn tiết kiệm năng lượng cho các nhà ống ở Việt Nam. Do đó, các tiêu chuẩn xây dựng lớp vỏ công trình của các quy chuẩn kỹ thuật khác nhau đã được áp dụng (xem bảng 3). Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam về hiệu quả năng lượng [10], chỉ áp dụng cho các tòa nhà quy mô lớn, được xem xét đầu tiên. Tiêu chuẩn Hà Lan về vỏ công trình [11] cũng đã được thử nghiệm.

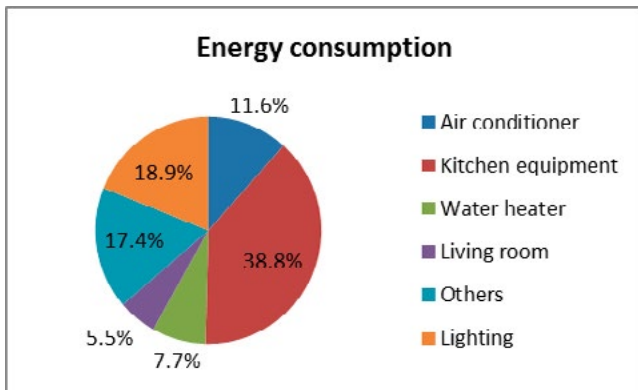
Bổ sung cấu kiện che nắng là phương pháp thứ hai. Thiết bị che nắng là giải pháp phổ biến, chi phí thấp để ngăn chặn sự hấp thụ trực tiếp bức xạ mặt trời và tình trạng quá nóng vào mùa hè. Lợi ích của việc bổ sung các thiết bị che nắng cho phòng ngủ trên tầng hai đã được nghiên cứu. Mô phỏng đã tính toán nhiệt độ của phòng ngủ khi các ô văng rộng 0,5m và 1m được thêm vào. Hơn nữa, một lớp lam chắn nắng bên ngoài có các thanh phản xạ trung bình (hệ số phản xạ mặt trời là 0,5) cũng đã được nghiên cứu.



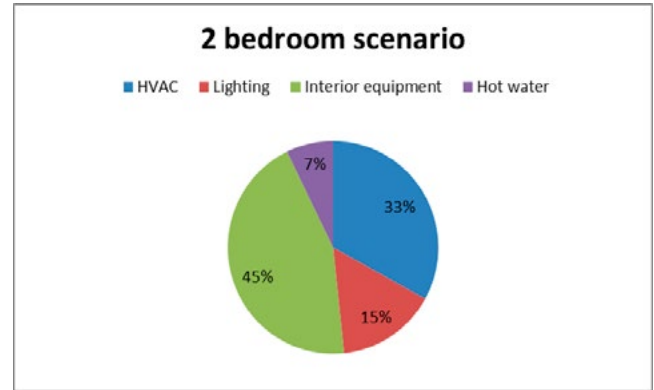
Hình 6. Kết quả đo nhiệt độ ngoài trời và trong nhà



Hình 7. Mức tiêu thụ năng lượng hàng tháng trong năm 2017 (kWh)



Hình 8. Mức tiêu thụ điện của các nhóm thiết bị trong tháng 12 năm 2017



Hình 9. Mô phỏng tiêu thụ hàng năm – nhà tham khảo

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Kết quả thu thập dữ liệu

Hình 6 minh họa nhiệt độ đo được trong tháng 12 năm 2017. Nhiệt độ ngoài trời dao động từ 15° đến 25° C. Nhiệt độ trong nhà không chênh lệch nhiều và đạt mức thấp nhất là 19°C. Từ ngày 18 đến ngày 23 và ngày 27/12, máy điều hòa được bật vào ban đêm trong phòng ngủ. Điều này giải thích sự biến động của nhiệt độ trong nhà ở Hình 6. Máy điều hòa không khí trong phòng ngủ chỉ được sử dụng trong một số giờ vào ban đêm.

Ngôi nhà sử dụng điện là nguồn năng lượng chính và duy nhất cho sinh hoạt hàng ngày. Các thiết bị tiêu thụ nhiều điện năng là máy điều hòa không khí và bình nước nóng. Hình 7 & 8 thể hiện mức tiêu thụ năng lượng hàng tháng trong năm 2017 và mức tiêu thụ năng lượng của các thiết bị trong tháng 12 năm 2017.

Tổng năng lượng tiêu thụ thực tế năm 2017 là 4518 kWh và mức tiêu thụ bình quân tháng là 376 kWh. Năng lượng sử dụng vào mùa hè nhìn chung cao hơn vào mùa đông. Mức tiêu thụ năng lượng cao nhất là vào tháng 5 chứ không phải tháng 6 hay tháng 7 do đang trong kỳ nghỉ hè. Việc sử dụng năng lượng vào tháng 3 là cao nhất vì ngôi nhà đã có khách sử dụng trong thời gian đó.

Tổng năng lượng sử dụng trong tháng 12 năm 2017 là 258 kWh. Chỉ có 11,6% năng lượng điện được sử dụng để sưởi ấm. Thiết bị nhà bếp (tủ lạnh, bếp từ, lò nướng) sử dụng năng lượng nhiều nhất (38,8%). Hệ thống chiếu sáng cũng tiêu tốn một lượng năng lượng đáng kể (18,9%).

4.2. Kết quả mô phỏng

Mức tiêu thụ điện mô phỏng của công trình tham khảo được thể hiện trong bảng 4 & hình 9. Lượng điện sử dụng hàng năm khoảng 5500 kWh. Lượng năng lượng dành cho sưởi ấm và làm mát chiếm 1/3 tổng năng lượng tiêu thụ. Các thiết bị điện chiếm tỷ trọng lớn nhất (45%) trong khi chiếu sáng và nước nóng tiêu thụ lần lượt 15% và 7% tổng năng lượng tiêu thụ.

Bảng 4. Mô phỏng tiêu thụ hàng năm – công trình tham khảo

	Điện năng (kWh)	Tỷ trọng (%)
Sưởi ấm	575	10%
Làm mát	1244	22%
Chiếu sáng	843	15%
Thiết bị điện	2448	44%
Nước nóng	397	7%
Total	5509	100.0%

4.3. Cải tạo dựa trên các quy chuẩn

Mục tiêu cuối cùng của nghiên cứu là giảm mức tiêu thụ năng lượng trong nhà, do đó phân tích tập trung vào lượng năng lượng tiết kiệm được bằng cách sử dụng các phương pháp cải tạo khác nhau. Bảng 5 cho ta thấy kết quả mô phỏng nhu cầu sưởi ấm và làm mát của ngôi nhà sau khi cải tạo. Việc cải tạo mặt đứng theo quy chuẩn kỹ thuật hiện hành của Việt Nam (Tường 1 và Cửa sổ 1) cho thấy một số cải thiện nhưng không đáng kể (dưới 6% tổng năng lượng sưởi ấm và

Bảng 5. Mô phỏng tiêu thụ điện đối với các biện pháp cải tạo mặt đứng khác nhau *

	Năng lượng sưởi (kWh) / tỉ lệ giảm (%)		Năng lượng làm mát (kWh) / tỉ lệ giảm (%)		Tổng năng lượng điều hòa không khí (kWh) / tỉ lệ giảm (%)	
Hiện trạng	577	-	1245	-	1823	-
Tường 1	530	8.2%	1180	5.3%	1710	6.0%
Tường 2	439	24%	1081	13.2%	1521	16.6%
Cửa sổ 1	564	2.3%	1205	3.3%	1769	3.0%
Cửa sổ 2	562	2.6%	1191	4.4%	1754	3.8%
Tường 1 và cửa sổ 1	516	10.7%	1137	8.7%	1653	9.3%
Tường 2 và cửa sổ 2	423	26.8%	1012	18.8%	1435	21.3%

* xem bảng 3 để có thêm thông tin về tường và cửa sổ các phương án

Bảng 6. Mô phỏng mức tiêu thụ của các tùy chọn che nắng

	Năng lượng sưởi (kWh)/ tỉ lệ tiết kiệm (%)		Năng lượng làm mát (kWh) / Tỉ lệ tiết kiệm (%)		Tổng năng lượng ĐHKK (kWh)/ tỉ lệ tiết kiệm (%)	
Công trình tham chiếu	577	-	1245	-	1823	-
Ô văng 0.5 m	584	-1.3%	1208	3.0%	1792	1.7%
Ô văng 1m	592	-2.6%	1171	6.0%	1764	3.2%
Tấm che nắng ngoài	607	-5.1%	1089	12.6%	1696	7.0%

làm mát). Cửa sổ lắp kính hai lớp không cho thấy nhiều khác biệt về hiệu suất năng lượng. Trong khi năng lượng sưởi ấm thay đổi dưới 2,6%, năng lượng làm mát giảm dưới 4,4% và tổng hiệu suất sưởi ấm và làm mát được cải thiện 3% đối với Cửa sổ 1 và gần 4% đối với Cửa sổ 2.

Mặc dù việc áp dụng riêng quy định của Việt Nam về tường ngoài và cửa sổ không cho thấy sự cải thiện đáng kể nhưng việc sử dụng đồng thời cả hai đều mang lại kết quả chấp nhận được, giảm 9% lượng tiêu thụ điều hòa.

Việc áp dụng các tiêu chuẩn Hà Lan vào việc cải tạo mặt đứng cho thấy mức tiêu thụ năng lượng giảm đáng kể. Các bức tường với chỉ số cách nhiệt cao theo tiêu chuẩn của Hà Lan cho thấy nhu cầu sưởi ấm (24%) và nhu cầu làm mát (13%) giảm đáng kể. Kết hợp với cửa sổ lắp kính hai lớp, nhu cầu sưởi ấm dự kiến sẽ giảm 26,8%, năng lượng làm mát giảm 18,8% và năng lượng làm mát giảm 21%.

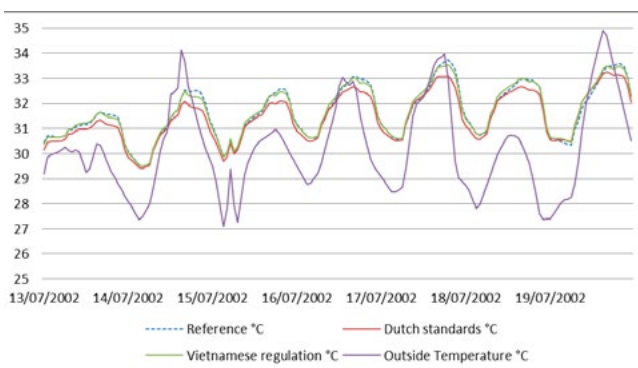
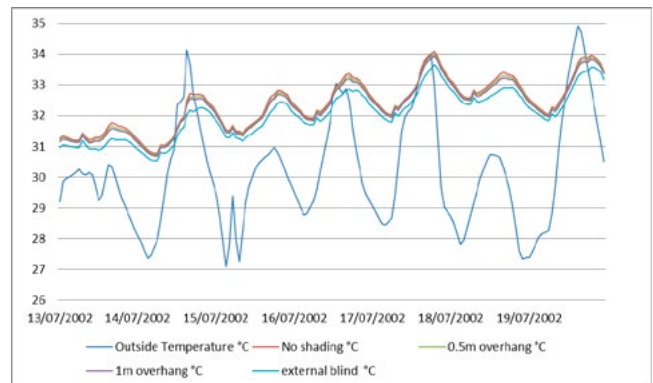
Khi nghiên cứu môi trường trong nhà, nhiệt độ phòng ngủ của công trình tham chiếu và công trình được cải tạo lại theo quy định của Việt Nam và Hà Lan trong một tuần mùa hè được thể hiện trong hình 10. Máy điều hòa không được sử dụng trong trường hợp này. Có thể thấy từ biểu đồ, nhiệt

độ nhà của công trình sau cải tạo theo quy định của Việt Nam rất gần với trường hợp tham chiếu. Mặt đứng có khả năng cách nhiệt cao theo quy định của Hà Lan cũng cho thấy ít cải thiện vào ban đêm nhưng làm giảm nhiệt độ cao nhất vào ban ngày lên tới 0,8°C. Sự khác biệt về nhiệt độ vào ban đêm ủng hộ giả thuyết rằng việc giảm năng lượng điện tiêu thụ làm mát là do khả năng “chống thất thoát khí lạnh” chứ không phải do giảm nhiệt độ trong nhà. Nhiệt độ tối đa thấp hơn trong trường hợp cải tạo có thể được giải thích là do khối nhiệt được cung cấp bởi lớp khối bê tông dày 100 mm được thêm vào công trình hiện có. Điều này cũng cho thấy khả năng tiết kiệm năng lượng hơn nữa nếu sử dụng điều hòa không khí vào ban ngày.

4.4. Cải tạo cấu kiện che nắng

Như đã mô tả ở trên, ba lựa chọn che nắng khác nhau đã được mô phỏng trong mô hình Design Builder. Kết quả sử dụng năng lượng được thể hiện trong bảng 6.

Kết quả mô phỏng cho thấy, mặc dù được coi là một biện pháp thiết kế sinh khí hậu hiệu quả, thiết bị che nắng dẫn đến sự cải thiện rất hạn chế về hiệu suất năng lượng. Tất cả các phương án che nắng đều có tác động tiêu cực trong


Hình 10. Mô phỏng nhiệt độ phòng ngủ trong một tuần hè không có điều hòa

Hình 11. Nhiệt độ phòng ngủ mô phỏng với các phương án che nắng khác nhau

mùa đông vì công trình hấp thụ ít nhiệt lượng trực tiếp từ mặt trời hơn. Thiết bị che nắng ngang 0,5m và 1m chỉ giảm năng lượng làm mát tương ứng 3% và 6%. Phương án 3, gồm các tấm che nắng bên ngoài cho thấy nhu cầu làm mát giảm 12,6% nhưng nhu cầu sưởi ấm tăng 5,1%. Nhìn chung, các thiết bị che nắng có mức giảm tối đa 7% tổng năng lượng sưởi ấm và làm mát.

Trong mô phỏng này, các tấm che nắng ngoài bên ngoài hoạt động hiệu quả hơn các ô văng vì cửa sổ hướng về phía Tây Nam, nơi góc nắng xuống thấp vào buổi chiều. Khi đó, các thiết bị che nắng ngang ít có khả năng chặn nhiều bức xạ mặt trời trực tiếp như các tấm chắn bên ngoài. Vì vậy, việc lựa chọn loại thiết bị che nắng thích hợp là rất quan trọng để đạt được kết quả mong muốn về hiệu suất tiết kiệm năng lượng.

Cấu kiện che nắng cũng giúp cải thiện môi trường trong nhà trong phòng ngủ, tuy nhiên rất ít. Hình 11 biểu thị nhiệt độ phòng ngủ trong tuần mùa hè của tháng 7. Các loại ô văng giúp giảm nhiệt độ phòng ngủ khoảng 0,1°C trong khi rèm bên ngoài giúp giảm nhiệt độ tới 0,3°C.

4.5. Thảo luận

Lợi ích của mặt đứng có hệ số cách nhiệt cao trong mùa đông là có thể dự đoán trước nhưng việc giảm đáng kể nhu cầu làm mát của nó là khá triển vọng, vì thực tế là nó mang lại nhiều cải thiện hơn so với các cấu kiện che nắng, biện pháp thường được cho là có hiệu quả. Điều này có thể được giải thích bằng lịch trình hoạt động của hệ thống điều hòa không khí hoặc hành vi của người sử dụng. Máy điều hòa chỉ được bật vào ban đêm và khi cần thiết. Do đó, các biện pháp sinh khí hậu giúp cải thiện khí hậu trong nhà vào ban ngày ít liên quan đến việc tiêu thụ năng lượng. Mặt khác, lớp vỏ công trình có khả năng cách nhiệt cao giúp ngăn chặn tình trạng “thất thoát lạnh” và khả năng làm mát hợp lý giúp giảm nhu cầu làm mát vào ban đêm. Tuy nhiên, hiệu quả tiết kiệm năng lượng chỉ được mô phỏng với điều hòa không khí vào ban đêm. Bài viết này khuyến nghị cần có thêm những nghiên cứu sâu hơn về tác động của mặt đứng có hệ số

cách nhiệt cao đến hiệu suất điều hòa không khí ban ngày để khẳng định những lợi ích của các phương án cải tạo. Mặt khác, bài viết cũng đề xuất, những nghiên cứu mở rộng trong tương lai cần phân loại đối tượng nghiên cứu theo hướng nhà, theo khẩu độ mặt đứng, theo số tầng, để những kết quả bám sát với từng nhóm đối tượng hơn.

5. Kết luận

Bài viết này nghiên cứu tiềm năng nâng cao hiệu quả năng lượng của các biện pháp cải tạo mặt đứng khác nhau. Một mô hình được tạo ra bằng phần mềm Design Builder để mô phỏng hiệu suất năng lượng của các trường hợp khác nhau. Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam về các tòa nhà tiết kiệm năng lượng và tiêu chuẩn Hà Lan là hai hướng dẫn chính cho việc lựa chọn cải tạo mặt đứng, cùng với cải tạo cấu kiện che nắng.

Kết quả mô phỏng cho thấy, việc áp dụng quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam, hiện mới chỉ áp dụng cho các công trình có quy mô lớn, có thể tiết kiệm tới 9% năng lượng sưởi ấm và làm mát. Mặt đứng có hệ số cách nhiệt cao theo tiêu chuẩn Hà Lan đã mang lại kết quả khả quan hơn nhiều là giảm 21% mức tiêu thụ điều hòa không khí. Điều cần lưu ý là sự cải thiện như vậy chỉ đạt được khi máy điều hòa không khí hoạt động vào ban đêm, vì đây là cách hệ thống hiện đang hoạt động trong nhà tham khảo. Hiệu suất nhiệt của phòng ngủ cho thấy mặt tiền cách nhiệt cao giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng nhờ hiệu ứng “ngăn ngừa mất không khí lạnh”. Việc sử dụng điều hòa không khí vào ban ngày cũng có thể được cải thiện do nhiệt độ tối đa trong ngày thấp hơn.

Mặt khác, các cấu kiện che nắng đã được thử nghiệm trên cửa sổ mặt đứng phía Tây Nam. Mặc dù được coi là một biện pháp cải tạo hiệu quả, phần nhô ra theo chiều ngang có rất ít lợi ích khi giảm năng lượng làm mát dưới 6%. Các tấm che nắng ngoài có thể tiết kiệm tới 12,6% năng lượng làm mát. Tuy nhiên, do cả ba loại bóng che đều có tác động tiêu cực trong mùa sưởi ấm nên mức tiết kiệm tối đa hàng năm chỉ là 7%.

Tài liệu tham khảo

1. Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA), 2012, [Online], Available: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=VIETNAM&product=Balances> (ngày truy cập 15 October 2019).
2. Tổng cục thống kê Việt Nam (2019). Tổng điều tra dân số và nhà ở Việt Nam năm 2019, Hanoi.
3. Konstantinou, T. . *Facade Refurbishment toolbox*. (Luận án Tiến sĩ), Delft University of Technology, 2014.
4. Nguyen, P.A. & Bokol, R. & van den Dobbelsteen, A. “Refurbishing houses to improve energy efficiency – Potential in Vietnam”. *Passive Low Energy Architecture 2017 conference proceedings* , 2017, trang 4204-4211.
5. Lin, Z. & Deng, S. “A study on the thermal comfort in sleeping environments in the subtropics – Developing a thermal comfort model for sleeping environments”. *Building and Environment*, số 43, 2008, trang 70-81.
6. Lan, L. et al. “The effects of programmed air temperature changes on sleep quality and energy saving in bedroom”. *Energy and Buildings*, số 129, 2016, trang 207-214.
7. Ngân hàng thế giới (World Bank). *Vietnam-Solar Radiation Measurement Data*, 2017, [Online], available: <https://energydata.info/dataset/esmap-solar-measurements-in-vietnam> . Ngày truy cập 10/2/2018.
8. ASHRAE. *ASHRAE Guideline 14*, 2002.
9. ASHRAE. *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, 2009.
10. Bộ xây dựng. *QC 09:2017/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả*. Nhà xuất bản Bộ Xây Dựng, 2017.
11. Van Overveld, M. et al. . *Praktijkboek Bouwbesluit*. Sdu Uitgevers BV, 2012, Den Haag.