

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ NGOÀI NHÀ ĐẾN NHIỆT ĐỘ TRONG NHÀ VÀ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TIÊU THỤ TẠI HỘ GIA ĐÌNH: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH Ở HÀ NỘI, VIỆT NAM

Mạc Văn Đạt^{a,*}, Bùi Thị Hiếu^a, Trần Ngọc Quang^a, Nguyễn Văn Duy^a,
Nguyễn Quang Huy^a, Trịnh Văn Đức^a

^aKhoa Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08/7/2021, Sửa xong 12/8/2021, Chấp nhận đăng 24/8/2021

Tóm tắt

Nhiệt độ trong nhà là đại lượng có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá tiện nghi nhiệt và năng lượng điện tiêu thụ của công trình. Số liệu quan trắc liên tục và đồng thời nhiệt độ không khí tại các vị trí khác nhau bên trong và bên ngoài nhà, cùng với số liệu tiêu thụ điện thu thập được trong 16 tháng, từ tháng 7/2019 đến tháng 10/2020 ở một nhà ở gia đình tại Hà Nội đã được thu thập và phân tích. Dựa trên mô hình hồi quy tuyến tính, nghiên cứu đã định lượng được ảnh hưởng của nhiệt độ ngoài nhà đến nhiệt độ trong nhà và điện năng tiêu thụ. Kết quả cho thấy nhiệt độ ngoài nhà quan hệ tuyến tính với nhiệt độ trong nhà, khi nhiệt độ ngoài nhà tăng 1 °C thì nhiệt độ trong nhà (phòng khách) tăng 0,67 °C. Ngoài ra, nhiệt độ trung bình trong nhà biểu thị mối quan hệ cao với điện năng tiêu thụ trong các tháng mùa hè và mùa đông với hệ số tương quan xác định được là 0,85. Thêm nữa, nhiệt độ không khí trong nhà chủ yếu chịu tác động từ nhiệt độ bên ngoài, hướng nhà, vị trí và kết cấu bao che của phòng chức năng cũng đã được thảo luận.

Từ khóa: nhà ở gia đình; nhiệt độ ngoài nhà; nhiệt độ trong nhà; điện năng tiêu thụ; mô hình hồi quy tuyến tính.

INFLUENCE OF OUTDOOR TEMPERATURES TO INDOOR AND ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTIONS IN RESIDENTIAL HOUSES: A CASE STUDY IN HANOI, VIETNAM

Abstract

Indoor temperature is an important indicator in assessing the thermal comfort and electrical energy consumption of a building. Continuous and simultaneous monitoring data of air temperature at different locations inside and outside the house and collection of electricity consumption data for 16 months (7/2019-10/2020) at a residential house in Hanoi were used. Based on the linear regression model, the study was determined the influence of outdoor temperature on indoor temperature and electrical energy consumptions. The outdoor temperature showed a positive linear relationship with the indoor temperature, when the outdoor temperature increases by 1 °C, the indoor temperature recorded in the living room increases by 0.67 °C. In addition, the mean indoor temperature exhibited a strong correlation with the energy consumptions during the summer and winter months with the correlation coefficient being 0.85. Moreover, the indoor temperature was mainly influenced by the outside temperature, the direction, location, and envelope structure of the function room are being discussed.

Keywords: residential houses; outdoor temperature; indoor temperature; electrical energy consumptions; linear regression model.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(4V\)-04](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(4V)-04) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: datmv@nuce.edu.vn (Đạt, M. V.)

1. Giới thiệu

Các tòa nhà tiêu thụ khoảng 40% tổng năng lượng sử dụng toàn cầu [1], chủ yếu cho vận hành các hệ thống thông gió, điều hòa không khí (ĐHKK) và chiếu sáng trong công trình nhằm tạo ra môi trường sống tiện nghi cho con người. Sử dụng năng lượng điện tỉ lệ thuận với sự phát thải các khí nhà kính, đặc biệt là CO₂. Chính điều này gây ra các vấn đề về môi trường toàn cầu ngày càng trầm trọng như trái đất nóng lên và biến đổi khí hậu. Trong khi đó, nhu cầu sử dụng năng lượng trong khối nhà ở được dự báo tăng trung bình 1,4% mỗi năm [2]. Chính vì vậy, sử dụng năng lượng hiệu quả trong công trình là rất cần thiết và đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh năng lượng và bảo vệ môi trường.

Nhiệt độ trong nhà tác động trực tiếp đến tiện nghi nhiệt và điện năng tiêu thụ của tòa nhà [3, 4]. Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và hiện tượng nóng dần lên của trái đất mà nhiệt độ ngoài trời liên tục tăng trong những năm gần đây đặc biệt về mùa hè. Để đáp ứng với điều kiện khí hậu thay đổi nói trên, nhu cầu sử dụng thiết bị ĐHKK để làm mát trong nhà ở gia đình đã không ngừng tăng lên ở Việt Nam, đặc biệt tại các thành phố lớn [5]. Chính điều này đã khiến tiêu thụ năng lượng trong công trình đã liên tục tăng và đạt đỉnh trong các đợt nắng nóng những năm gần đây [6]. Để giảm thiểu năng lượng sử dụng trong nhà, một số nghiên cứu trên thế giới đã tập trung đánh giá mối liên hệ giữa nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà với năng lượng tiêu thụ [7, 8]. Tuy nhiên mối liên hệ này khá phức tạp và ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như lớp vỏ công trình (vật liệu cách nhiệt, kính và vật liệu xây dựng được sử dụng), điều kiện khí tượng khu vực, loại thiết bị điều hòa được sử dụng và thói quen sử dụng điều hòa của người dùng [8].

Tại Việt Nam, số lượng các tòa nhà gia tăng nhanh chóng do quá trình đô thị hóa, đặc biệt tại các thành phố lớn như Hà Nội. Mặc dù vậy, các nghiên cứu liên quan đến sử dụng hiệu quả năng lượng trong công trình không nhiều; một số nghiên cứu tập trung vào tòa nhà văn phòng [9–11], hay nhóm công trình khách sạn [12, 13]. Năm 2019, một nghiên cứu về điện năng tiêu thụ 60 nhà ở tại Tuy Hòa được công bố [14]. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào đo đạc trực tiếp nhiệt độ ngoài và trong để đánh giá mối quan hệ với điện năng tiêu thụ nhà ở gia đình tại Việt Nam. Chính vì vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu thí điểm này để: (1) Xác định và đánh giá mối quan hệ của nhiệt độ ngoài nhà và trong nhà; (2) Xác định và đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà đến điện năng tiêu thụ; và (3) Kiến nghị giải pháp giảm thiểu tiêu thụ điện năng trong nhà ở gia đình ở Việt Nam.

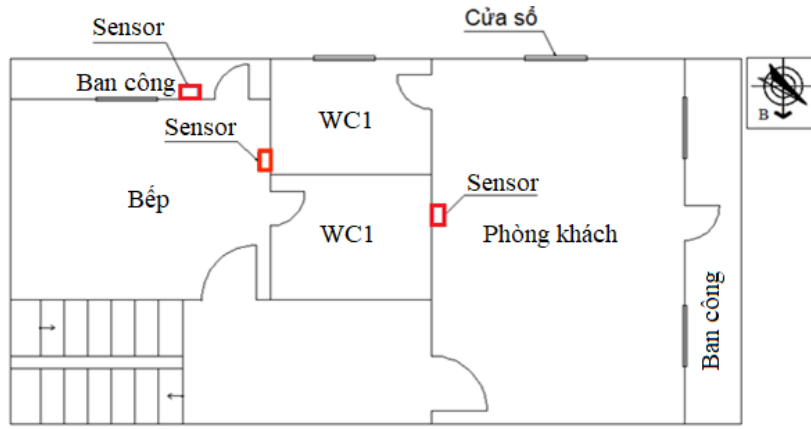
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực và nhà được nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện tại Hà Nội (21°01'42"N 105°51'15"E) – thủ đô và là một trong hai thành phố lớn nhất Việt Nam, với dân số 8,05 triệu người và diện tích 3359 km². Hà Nội có khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Mùa nóng thường kéo dài từ tháng 5 đến tháng 8, với nhiệt độ và độ ẩm trung bình tháng nóng nhất lần lượt là 33,1 °C và 81,6%. Trong khi đó mùa lạnh thường từ tháng 12 đến tháng 2, với nhiệt độ và độ ẩm trung bình tháng lạnh nhất lần lượt là 14,3 °C và 80,9% [15].

Một nhà ở gia đình tại một khu đô thị phía Nam Hà Nội đã được lựa chọn để thực hiện các mục tiêu của nghiên cứu thí điểm. Ngôi nhà này có dạng liền kề 4 tầng; sân phơi trên tầng 4 có mái bê tông cốt thép; sân cây xanh ở ngoài trời tầng 2; 1 mặt Tây Bắc sát nhà hàng xóm; 3 mặt Đông Bắc, Đông Nam và Tây Nam tiếp xúc với không khí xung quanh; tất cả các mặt đều có kết cấu xung quanh là tường gạch lỗ 220 và cửa 2 lớp – ngoài gỗ trong kính. Các phòng chức năng bao gồm: tầng 1 được sử dụng để xe; tầng 2 gồm phòng khách, bếp và 2 nhà vệ sinh (WC); tầng 3 gồm 2 phòng ngủ và 2

WC; tầng 4 gồm phòng thờ, phòng làm việc và sân phơi. Tại ban công tầng 2, 3 có trồng cây xanh. Mặt bằng tầng điển hình tầng 2 được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Mặt bằng điển hình tầng 2 và vị trí đặt thiết bị đo trong nhà và ngoài nhà

2.2. Thiết bị và đo đạc dữ liệu

Thiết bị đo nhiệt độ cảm biến (sensor) Maxim Integrated DS1921 Hygrochron iButton được sử dụng trong nghiên cứu để đo nhiệt độ bên trong và bên ngoài nhà. Thiết bị có dải đo rộng từ -40°C đến 85°C , độ chính xác $\pm 1^{\circ}\text{C}$ và chống nước. Thiết bị này đã được sử dụng trong nghiên cứu tương tự tại Úc [8, 16]. Hình dáng và thông số chi tiết của thiết bị xem lần lượt tại Bảng 1 và Hình 2.

Tổng số 7 sensor được sử dụng để đo đồng thời và liên tục nhiệt độ bên ngoài (vị trí tầng 2, 4) và nhiệt độ bên trong (phòng khách, bếp, phòng ngủ 1, phòng ngủ 2, phòng làm việc) tại căn nhà khảo sát. Ký hiệu giá trị nhiệt độ đo bên ngoài tầng 2, 4 lần lượt là T_{N2} , T_{N4} . Ký hiệu nhiệt độ bên trong các phòng khách, bếp, phòng ngủ 1, phòng ngủ 2, phòng làm việc lần lượt là T_K , T_B , T_{Ng1} , T_{Ng2} , T_{Lv} . Các sensor trong nhà được treo ở vị trí cao khoảng 2 m nhằm tránh tầm với của trẻ em, cách xa các nguồn tỏa nhiệt trong nhà. Các sensor ngoài nhà được bố trí tại các vị trí phù hợp nhằm tránh bức xạ mặt trời trực tiếp (Hình 1, Hình 3).

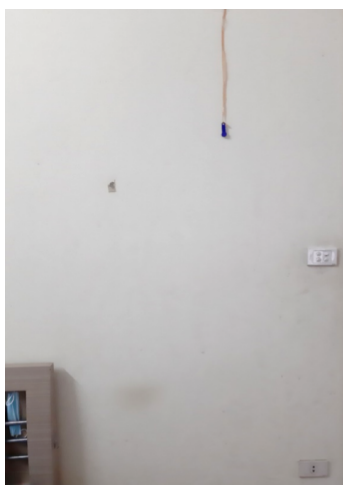
Trong quá trình đo đạc, một bản nhật ký được thành viên trong hộ gia đình ghi chép lại những sự kiện bất thường xảy ra để dùng cho phân tích sau này. Sau mỗi 6 tuần, sensor sẽ được thu lại và tải dữ liệu thông qua bộ kết nối với máy tính, dữ liệu được lưu dưới định dạng excel. Một khảo sát về công trình nghiên cứu đã được thực hiện, theo đó thông tin về kết cấu, kiến trúc ngôi nhà, thiết bị sử dụng, cũng như điện năng tiêu thụ hàng tháng cũng được thu thập phục vụ cho phân tích. Một số thông tin khảo sát về các phòng và vị trí đo đạc được đề cập tại Bảng 2.



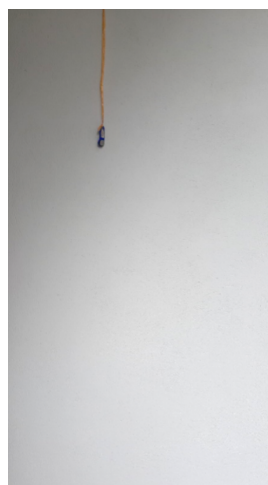
Hình 2. Sensor DS1921 Hygrochron iButton và thiết bị tải số liệu

Bảng 1. Thông số chi tiết của sensor DS1921 Hygrochron iButton

Đặc điểm	Thông số
Kích thước	17 mm × 6 mm
Bộ nhớ	2048 lần ghi
Thời gian lấy mẫu	1-255 phút
Tuổi pin	9,5 năm (20 °C và 10 phút/1 số liệu)
Loại pin	3V
Phần mềm	E-temperature
Kết nối	USB (1-Wire Protocol)
Dải đo	-40 °C đến 85 °C
Độ chính xác	±1 °C
Chống nước	Có



(a) Sensor trong nhà



(b) Sensor ngoài nhà

Hình 3. Vị trí đặt sensor trong nhà (a) và ngoài nhà (b)

Bảng 2. Đặc điểm phòng và vị trí đo đặc khảo sát

Đặc điểm	Bếp	Phòng khách	Ngoài tầng 2	Phòng ngủ 1	Phòng ngủ 2	Ngoài tầng 4	Phòng làm việc
Thời gian đo	7/2019 - 10/2020	7/2019 - 10/2020	7/2019 - 8/2020	7/2019 - 10/2020	7/2019 - 10/2020	7/2019 - 10/2020	7/2019 - 10/2020
Vị trí	Tầng 2	Tầng 2	Tầng 2	Tầng 3	Tầng 3	Tầng 4	Tầng 4
Sử dụng điều hòa	Không	Hiếm khi	-	Thường xuyên	Thường xuyên	-	Hiếm khi
Cửa sổ (cái)	01	02	-	01	01	-	03
Cửa đi (cái)	02	02	-	02	02	-	01

2.3. Phân tích dữ liệu

Dữ liệu khảo sát sau khi tải từ thiết bị được xử lý sơ bộ trong excel; sau đó dữ liệu được mã hóa và nhập vào phần mềm SPSS. Phân tích dữ liệu dựa trên phần mềm SPSS phiên bản 20.0 (SPSS Inc.) với độ tin cậy 95%.

2.4. Mô hình thống kê

Mô hình hồi quy tuyến tính được áp dụng để tìm ra mối quan hệ giữa nhiệt độ bên trong và bên ngoài, và với điện năng tiêu thụ theo công thức sau:

$$Y = b_0 + b_1x + \varepsilon \quad (1)$$

trong đó Y là biến phụ thuộc; x là biến độc lập; b_0 là điểm cắt của đường hồi quy với trục Oy ; b_1 là hệ số góc của đường hồi quy; ε là sai số.

3. Kết quả và thảo luận

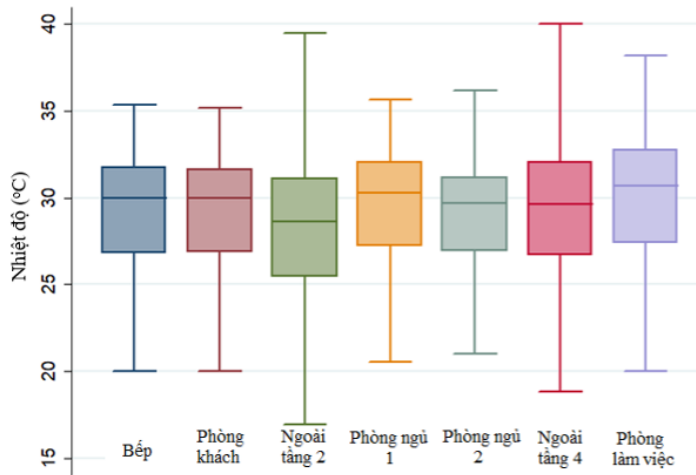
3.1. Đặc điểm phân bố nhiệt độ tại căn nhà nghiên cứu

Kết quả đo đặc nhiệt độ tại các vị trí khác nhau trong nhà ở được thể hiện trong Bảng 3 và Hình 4. Kết quả cho thấy nhiệt độ đo đặc có sự phân bố theo chiều cao ngôi nhà. Nhiệt độ ngoài nhà đo đặc tại tầng 4 cao hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với nhiệt độ đo đặc ngoài nhà tầng 2, với giá trị nhiệt độ trung bình tương ứng là $28,93 \pm 4,69$ °C và $27,86 \pm 4,98$ °C. Đồng thời, vào mùa hè giá trị cao nhất ghi nhận tại vị trí đo bên ngoài tầng 4 (40,88 °C), trong khi đó mùa đông thì giá trị thấp nhất đo được tại vị trí bên ngoài tầng 2 (12,5 °C). Điều này có thể giải thích do ngoài ban công tầng 2 có trồng cây xanh, xung quanh ít chịu tác động của bức xạ mặt trời trong khi sân tầng 4 (tầng áp mái) chịu tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời.

Bảng 3. Nhiệt độ (°C) đo đặc tại các phòng trong toàn thời gian nghiên cứu

Giá trị	Bếp	Phòng khách	Ngoài tầng 2	Phòng ngủ 1	Phòng ngủ 2	Ngoài tầng 4	Phòng làm việc
Trung bình (°C)	28,88	28,86	27,86	29,30	28,83	28,93	29,66
Độ lệch chuẩn	3,74	3,74	4,98	3,71	3,43	4,69	4,2
Giá trị nhỏ nhất (°C)	17,00	17,00	12,50	17,50	18,50	14,50	17,00
Giá trị lớn nhất (°C)	35,38	35,19	39,75	35,69	36,19	40,88	38,19
Số mẫu đo	37246	37246	29435	37246	37246	37245	37246

Nhiệt độ đo đặc tại các phòng thể hiện sự chênh lệch giá trị rõ rệt. Phòng khách tầng 2 có nhiệt độ trung bình thấp nhất ($28,66 \pm 3,74$ °C), trong khi đó phòng làm việc tầng 4 có nhiệt độ trung bình cao nhất ($29,66 \pm 4,2$ °C). Sự chênh lệch nhiệt độ này là do ảnh hưởng của vị trí phòng, hướng phòng, cũng như che chắn của kết cấu xung quanh. Phòng khách ở tầng 2 không chịu trực tiếp bức xạ mặt trời do được che bởi các tầng trên và công trình xung quanh, trong khi đó phòng làm việc tầng 4 thì nhận bức xạ mặt trời trực tiếp qua mái. Nhiệt độ đo đặc tại các phòng cùng tầng tại các vị trí khác nhau là khác nhau. Đối với tầng 3, phòng ngủ 1 có nhiệt độ trung bình cao hơn phòng ngủ 2, tương ứng là $29,30 \pm 3,71$ °C và $28,83 \pm 3,71$ °C. Điều này có thể giải thích do hướng phòng khác nhau nên chịu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời là khác nhau, trong khi phòng ngủ 1 có hướng tây nam thì phòng



Hình 4. Biểu đồ box plot thể hiện nhiệt độ đo đặc tại các phòng trong toàn thời gian nghiên cứu

ngủ 2 có hướng đông nam. Tuy nhiên tại tầng 2, nhiệt độ quan trắc tại phòng bếp hướng đông nam ($28,88 \pm 3,74$ °C) lại chênh lệch không đáng kể ($p > 0,05$) so với phòng khách hướng tây nam ($28,86 \pm 3,74$ °C). Điều này có thể giải thích phòng bếp ít chịu tác động của bức xạ mặt trời so với phòng khách, song phòng bếp là nơi diễn ra quá trình đun nấu bằng bếp gas nên sẽ nhận nhiệt tỏa ra từ quá trình đun nấu và thức ăn.

3.2. Mối quan hệ giữa nhiệt độ ngoài nhà và nhiệt độ trong nhà

Để xác định mối quan hệ giữa nhiệt độ bên ngoài và bên trong nhà, cũng như đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài đến bên trong theo độ cao thì mô hình sẽ được chạy giữa các cặp biến: ngoài tầng 2 (T_{N2}) với trong tầng 2 (phòng khách - T_K) và bếp (T_B); ngoài tầng 4 (T_{N4}) với trong phòng làm việc (T_{Lv}); và ngoài tầng 2, 4 (T_{N2} , T_{N4}) với trong phòng ngủ 1, 2 (T_{Ng1} , T_{Ng2}). Kết quả chạy mô hình được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả chạy mô hình hồi quy tuyến tính giữa nhiệt độ bên ngoài và bên trong nhà

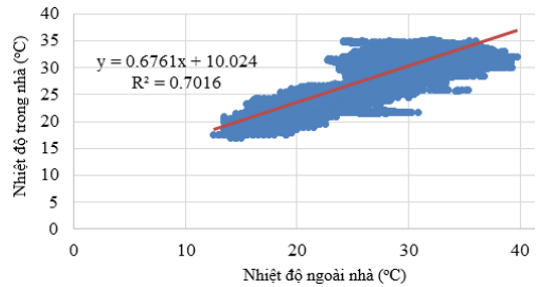
STT	Nhiệt độ trong nhà	Nhiệt độ ngoài nhà	b_0	b_1	R^2	p
1	T_K	T_{N2}	10,0	0,67	0,70	< 0,05
2	T_B	T_{N2}	9,7	0,68	0,72	< 0,05
3	T_{Ng2}	T_{N2}	10,3	0,67	0,72	< 0,05
		T_{N4}	8,2	0,72	0,84	< 0,05
4	T_{Ng2}	T_{N2}	11,8	0,60	0,68	< 0,05
		T_{N4}	9,4	0,66	0,83	< 0,05
5	T_{Lv}	T_{N4}	4,8	0,85	0,91	< 0,05

Kết quả chạy mô hình cho tất cả các cặp biến đều có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$, và độ phù hợp của mô hình với tập dữ liệu khảo sát (R^2) cao trong khoảng từ 0,68 – 0,91. Điều này chứng minh có

mối quan hệ tuyến tính giữa nhiệt độ trong nhà và nhiệt độ ngoài nhà, và đây chính là cơ sở để có thể xác định nhiệt độ trong nhà thông qua quan trắc nhiệt độ ngoài nhà (Hình 5).

Tác động của nhiệt độ bên ngoài đến bên trong nhà ảnh hưởng rất lớn bởi bức xạ mặt trời. Ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài tới nhiệt độ bên trong các phòng ở tầng thấp hơn sẽ nhỏ hơn ở tầng cao hơn do các tầng thấp ít chịu tác động của bức xạ mặt trời hơn. Cụ thể khi nhiệt độ bên ngoài tăng 2 tầng 1 °C thì nhiệt độ phòng khách tăng 0,67 °C, trong khi đó ở tầng 4 khi nhiệt độ bên ngoài tăng 1 °C thì nhiệt độ phòng làm việc tăng 0,85 °C. Ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài đến bên trong cũng chịu tác động bởi hướng của phòng khảo sát. Khảo sát nhiệt độ tại 2 phòng ngủ ở tầng 3 cho thấy khi nhiệt độ ngoài ở tầng 4 tăng 1 °C thì nhiệt độ trong phòng ngủ 1 có hướng tây nam tăng 0,72 °C, trong khi phòng ngủ 2 có hướng đông nam chỉ tăng 0,66 °C.

Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài đến bên trong nhà ở nghiên cứu này cao hơn so với một nghiên cứu tương tự ở Úc; theo đó Asumadu-Sakyi và cs. [8] xác định được khi nhiệt độ bên ngoài tăng 1 °C thì nhiệt độ trong nhà tăng 0,41 °C. Sự khác nhau này có thể hiểu do sự khác nhau về kết cấu bao che. Các nhà ở gia đình được nghiên cứu ở Úc là các ngôi nhà truyền thống ở bang Queensland, có kết cấu xung quanh là vách gỗ mặt trong và ngoài, ở giữa có sử dụng vật liệu cách nhiệt. Vì vậy, hệ số truyền nhiệt của kết cấu tường bao che ở Úc nhỏ hơn tường gạch lỗ 220 trong nghiên cứu này, kéo theo độ tăng nhiệt độ trong nhà ở Úc thấp hơn ở Việt Nam.

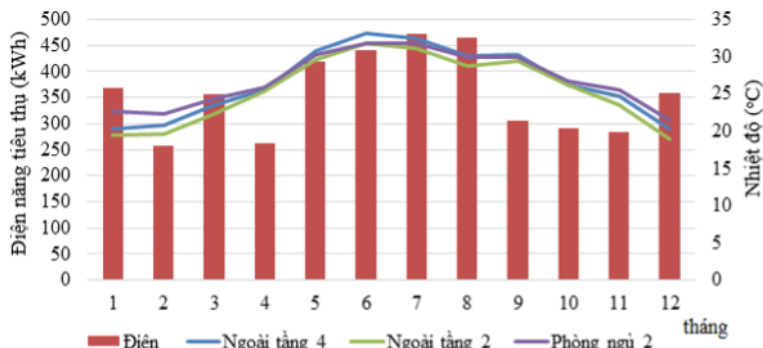


Hình 5. Quan hệ tuyến tính giữa nhiệt độ ngoài nhà (ngoài tầng 2) với nhiệt độ trong nhà (phòng khách)

3.3. Mối quan hệ giữa nhiệt độ và điện năng tiêu thụ

a. Điện năng tiêu thụ hàng tháng (kWh)

Theo số liệu thu thập từ hóa đơn điện hàng tháng, điện năng tiêu thụ của căn nhà cao hơn vào các tháng mùa hè (tháng 6-8) và mùa đông (tháng 12, 1, 2) (Hình 6). Nguyên nhân do nhu cầu sử dụng ĐHKK để làm mát trong những tháng mùa hè nóng, trong khi đó mùa đông sử dụng điều hòa và bình đun nước nóng điện cho nhu cầu sưởi ấm và sử dụng nước nóng cho tắm rửa. Xu hướng sử dụng năng lượng của nhà ở trong nghiên cứu này cũng tương tự như nhà văn phòng [9] hay khách sạn [13] đã nghiên cứu ở Hà Nội trước đây.



Hình 6. Điện năng tiêu thụ và nhiệt độ trung bình bên ngoài tầng 2, tầng 4 và phòng ngủ 2 theo tháng

b. Mối quan hệ giữa nhiệt độ và điện năng tiêu thụ

Có sự tương quan cao giữa nhiệt độ trung bình tháng và điện năng tiêu thụ vào các tháng mùa hè và mùa đông trong nhà ở. Kết quả chạy tương quan cho thấy nhiệt độ trong phòng ngủ 2 có tương quan cao nhất với điện năng tiêu thụ với hệ số tương quan là 0,85, trong khi đó hệ số tương quan của nhiệt độ ngoài nhà tầng 2 và 4 đều là 0,82. Như vậy việc sử dụng nhiệt độ trong phòng đánh giá điện năng tiêu thụ sẽ cho kết quả chính xác hơn so với dùng nhiệt độ ngoài nhà. Kết quả chạy mô hình hồi quy giữa nhiệt độ trung bình trong phòng ngủ 2 và điện năng tiêu thụ cho các tháng mùa hè và mùa đông được thể hiện qua (2):

$$E = 30,9 + 13,6\overline{T_{Ng2}} \quad (2)$$

trong đó E là điện năng tiêu thụ các tháng mùa hè và mùa đông (kWh); $\overline{T_{Ng2}}$ là nhiệt độ trung bình trong nhà (phòng ngủ 2) các tháng mùa hè và mùa đông ($^{\circ}\text{C}$).

Mô hình hồi quy tuyến tính trong công thức (2) có sự phù hợp với tập dữ liệu ở mức 73% ($R^2 = 0,73$), đồng thời mô hình chạy cho kết quả có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả cũng cho thấy khi nhiệt trong nhà tăng 1 $^{\circ}\text{C}$ thì điện năng tiêu thụ tăng 13,6 kWh.

c. Kiến nghị giải pháp giảm tiêu thụ năng lượng

Kết quả nghiên cứu này cho thấy nhiệt độ trong nhà có mối liên hệ chặt chẽ với nhiệt độ ngoài nhà và tác động trực tiếp đến tiêu thụ điện năng trong công trình. Để giảm ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài đến nhiệt độ bên trong nhà và thực hành tiết kiệm năng lượng cho điều hòa không khí thì các giải pháp thiết kế chống nóng cho các phòng áp mái như sử dụng vật liệu nhẹ tăng cường cách nhiệt cho mái, mở cửa sổ thông gió cho nhà có mái dốc; cũng như che chắn bức xạ cho các phòng có tiếp xúc trực tiếp và chịu ảnh hưởng lớn bởi bức xạ mặt trời; Giải pháp trồng cây xanh trên mái hay quanh nhà cũng là biện pháp hữu hiệu để giảm lượng nhiệt và bức xạ truyền vào nhà như đã phân tích trong bài.

4. Kết luận

Lần đầu tiên, ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài đến nhiệt độ và năng lượng sử dụng trong nhà ở gia đình ở Việt Nam đã được xác định. Cả nhiệt độ bên ngoài và bên trong đều chịu ảnh hưởng rất lớn bởi bức xạ mặt trời, phụ thuộc vào hướng và vị trí phòng trong nhà. Cụ thể các phòng ở các tầng phía dưới có nhiệt độ trung bình thấp hơn ở các tầng phía trên, đặc biệt là tầng áp mái. Xét các phòng cùng tầng, nhiệt độ trong các phòng chịu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời ít hơn có giá trị thấp hơn. Năng lượng điện sử dụng trong ngôi nhà được nghiên cứu thể hiện rõ sự khác biệt theo mùa với giá trị cao hơn trong những tháng nắng nóng và lạnh giá trong năm do nhu cầu sử dụng điều hòa để làm mát và sưởi ấm.

Kết quả của nghiên cứu đã lượng hóa cụ thể được tác động của nhiệt độ bên ngoài đến nhiệt độ bên trong. Từ đó có thể dùng làm cơ sở cho thiết kế chống nóng cho các phòng/không gian áp mái cũng như tiếp xúc trực tiếp với bức xạ mặt trời. Ảnh hưởng của cây xanh trồng ở ban công đến nhiệt độ xung quanh lần đầu tiên cũng được thể hiện rõ và cho thấy tác động rất tích cực của sử dụng cây xanh để giảm thiểu tác động của bức xạ mặt trời và làm mát.

Tài liệu tham khảo

- [1] Laustsen, J. (2008). *Energy efficiency requirements in building codes*. Energy Efficiency Policies for New Buildings: IEA Information Paper. Support of the G8 Plan of Action.

- [2] Conti, J., Holtberg, P., Diefenderfer, J., LaRose, A., Turnure, J. T., Westfall, L. (2016). *International energy outlook 2016 with projections to 2040*. USDOE Energy Information Administration (EIA), Washington, DC, United States.
- [3] Hong, S. H., Gilbertson, J., Oreszczyn, T., Green, G., Ridley, I. (2009). *A field study of thermal comfort in low-income dwellings in England before and after energy efficient refurbishment*. *Building and Environment*, 44(6):1228–1236.
- [4] Lomas, K. J., Kane, T. (2013). *Summertime temperatures and thermal comfort in UK homes*. *Building Research & Information*, 41(3):259–280.
- [5] Hiệp, N. Đ. (2021). *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính khi nâng hiệu suất năng lượng tối thiểu-MEPs cho điều hòa không khí gia dụng*. Viện KHKTNhiệt Lạnh, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [6] Thắng, T. (2021). *Tiêu thụ điện tăng kỷ lục do nắng nóng*. Báo Điện tử Chính phủ.
- [7] Yamtraipat, N., Khedari, J., Hirunlabh, J., Kunchornrat, J. (2006). *Assessment of Thailand indoor set-point impact on energy consumption and environment*. *Energy Policy*, 34(7):765–770.
- [8] Asumadu-Sakyi, A. B., Barnett, A. G., Thai, P., Jayaratne, E. R., Miller, W., Thompson, M. H., Roghani, R., Morawska, L. (2019). *The relationship between indoor and outdoor temperature in warm and cool seasons in houses in Brisbane, Australia*. *Energy and Buildings*, 191:127–142.
- [9] Ha, P. T. H. (2016). *A concept for energy-efficient high-rise buildings in Hanoi and a calculation method for building energy efficiency factor*. *Procedia Engineering*, 142:154–160.
- [10] Giang, N. D., Ichinose, M., Sasaki, R., Tokuda, E. (2017). *Assessment of energy consumption as a performance index in high-rise buildings in Hanoi, Vietnam*. *Journal of Building Performance*, 8(1): 25–38.
- [11] Quang, T. N., Dat, M. V. (2019). *Overall energy consumption in office buildings in Vietnam*. Indoor Air Quality and Environment, Moscow, Russia.
- [12] Trung, D. N., Kumar, S. (2005). *Resource use and waste management in Vietnam hotel industry*. *Journal of Cleaner Production*, 13(2):109–116.
- [13] Dat, M. V., Quang, T. N. (2018). *A study on energy consumption of hotel buildings in Vietnam*. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 12(5):109–116.
- [14] Le, V. T., Pitts, A. (2019). *A survey on electrical appliance use and energy consumption in Vietnamese households: Case study of Tuy Hoa city*. *Energy and Buildings*, 197:229–241.
- [15] QCVN 02:2009 BXD. *Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.
- [16] Asumadu-Sakyi, A. B., Miller, W., Barnett, A. G., Thai, P. K., Jayaratne, E. R., Thompson, M. H., Roghani, R., Morawska, L. (2019). *Seasonal temperature patterns and durations of acceptable temperature range in houses in Brisbane, Australia*. *Science of The Total Environment*, 683:470–479.