

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ TIẾT KIỆM ĐIỆN CỦA GIẢI PHÁP THÔNG GIÓ THU HỒI NHIỆT CHO CÔNG TRÌNH VĂN PHÒNG

Phạm Minh Chinh^{a,*}, Đinh Thị Phương Lan^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 03/6/2021, Sửa xong 17/7/2021, Chấp nhận đăng 22/8/2021

Tóm tắt

Hệ thống điều hòa không khí, thông gió (ĐHKK) là hệ thống tiêu thụ điện năng lớn nhất trong các hệ thống thiết bị cơ điện của tòa nhà văn phòng. Việc nghiên cứu áp dụng hiệu quả giải pháp thông gió thu hồi nhiệt (HRV) để nâng cao hiệu quả sử dụng và tiết kiệm điện năng cho hệ thống ĐHKK là rất cần thiết. Để tạo một phần cơ sở dữ liệu cho việc triển khai áp dụng hiệu quả giải pháp HRV trong thực tế, bài báo đánh giá hiệu quả tiết kiệm điện của giải pháp HRV theo thời gian thực cho ĐHKK trong các công trình văn phòng tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy hiệu quả thu hồi nhiệt; tiền điện tiết kiệm và thời gian hoàn vốn cho văn phòng mật độ thấp/trung bình/cao tại Hà Nội tương ứng là 10/23/40 kWh/m²/năm; 7000/15000/25000 VNĐ/m²/năm và 9/12/23 năm. Và cho TP. Hồ Chí Minh, kết quả tương ứng là 30/60/110 kWh/m²/năm; 19000/40000/70000 VNĐ/m²/năm và 3/4,6/8 năm.

Từ khoá: tiết kiệm điện; thông gió thu hồi nhiệt; công trình văn phòng.

REVIEW THE ELECTRIC SAVING OF HEAT RECOVERY VENTILATION OF OFFICE BUILDING

Abstract

Heating, ventilation and air conditioning system (HVAC) is the most electric consuming system of the mechanical, electrical, and plumbing systems of the office building. It is necessary to study and apply heat recovery ventilation (HRV) solutions to improve the efficiency and save electricity for HVAC. The study reviews the electric saving of HRV in real time for HVAC in office buildings in Hanoi and Ho Chi Minh to create a database for promoting the best practice HRV solution. The results show that the heat recovery; electricity savings and payback period for low/medium/high density office in Hanoi are 10/23/40 kWh/m²/year; 7000/15000/25000 VND/m²/year and 9.0/12.0/23.0 years, respectively. And for low/medium/high density office in Ho Chi Minh City, the results are 30/60/110 kWh/m²/year; 19000/40000/70000 VND/m²/year and 3.0/4.6/8.0 years, respectively.

Keywords: electric saving; heat recovery ventilation (HRV); office building.

[https://doi.org/10.31814/stce.huice\(nuce\)2021-15\(4V\)-06](https://doi.org/10.31814/stce.huice(nuce)2021-15(4V)-06) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Hệ thống điều hòa không khí, thông gió (ĐHKK) là hệ thống tiêu thụ điện năng lớn nhất trong các hệ thống thiết bị cơ điện của tòa nhà [1]. Với các tòa nhà văn phòng và trung tâm thương mại, tiêu thụ điện năng của hệ thống ĐHKK chiếm khoảng 60% tổng tiêu thụ điện của tòa nhà [2]. Trong đó phụ tải nhiệt lạnh do trao đổi không khí với bên ngoài thường chiếm tỷ trọng khoảng 20 - 40% tổng phụ tải nhiệt lạnh hệ thống ĐHKK [3].

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: chinhpm@nuce.edu.vn (Chinh, P. M.)

Việt Nam mỗi năm có thêm khoảng 80 đến 90 triệu m² sàn công trình mới. Trong đó, khu vực công trình thương mại, khách sạn, văn phòng có mức độ tăng nhanh cả về số lượng và quy mô. Nếu như năm 2003, lĩnh vực công trình dân dụng chỉ chiếm khoảng 22,4% tổng mức tiêu thụ năng lượng của quốc gia thì đến năm 2017, sau 15 năm con số này đã xấp xỉ 40% [4]. Trên thế giới, việc nghiên cứu áp dụng hiệu quả giải pháp thông gió thu hồi nhiệt (HRV) để nâng cao hiệu quả sử dụng và tiết kiệm điện năng cho hệ thống ĐHKK đã rất phổ biến. HRV đã được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi cho các tòa nhà ở Châu Âu từ những năm 1950 và hiện nay nó là giải pháp phổ biến trên toàn thế giới. Các giải pháp HRV hiện nay có thể thu hồi 50% - 85% lượng nhiệt thải, hứa hẹn tiết kiệm tới 20% năng lượng tiêu thụ cho hệ thống ĐHKK [3, 5, 6]. Gần đây có một số nghiên cứu đánh giá mức sử dụng năng lượng (EUI) và các yếu tố ảnh hưởng đến sử dụng năng lượng trong công trình văn phòng và khách sạn ở Việt Nam [7, 8]. Tuy nhiên, qua khảo sát trên thực tế tại Việt Nam, việc nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống HRV hiệu quả và tiết kiệm năng lượng trong điều kiện khí hậu của Việt Nam chưa thực sự phổ biến, một phần là do thiếu thông tin dữ liệu dẫn đến các lo ngại về mức độ phức tạp và tính hiệu quả thực sự của giải pháp. Có một số nghiên cứu trong nước đã nghiên cứu hoặc đề cập đến giải pháp HRV như Chinh [3], Bính [9], Đại [10] nhưng các nghiên cứu này chỉ nghiên cứu trong điều kiện thiết kế cho các giải pháp chung, chưa có nghiên cứu chuyên sâu, cụ thể nào cho việc đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng của hệ thống HRV cho các loại công trình văn phòng có sử dụng điều hòa không khí tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh với mật độ người dùng khác nhau theo thời gian thực. Hệ thống ĐHKK tiêu thụ đến 60% tổng tiêu thụ điện của tòa nhà nên việc sử dụng năng lượng tiết kiệm, có hiệu quả cho công trình xây dựng phụ thuộc chủ yếu vào các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho hệ thống ĐHKK. Tiết kiệm năng lượng hệ thống ĐHKK không đơn thuần là giảm bớt công suất máy để giảm tiêu thụ năng lượng điện mà phải đi đôi với việc đảm bảo các điều kiện tiện nghi vì khí hậu cần thiết cho con người, công trình và cân đối với chi phí đầu tư ban đầu, do chi phí đầu tư của hệ thống HRV cao hơn nhiều so với giải pháp thông gió thông thường [11]. Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm nên điều kiện khí hậu bên ngoài nhà ảnh hưởng rất lớn đến chế độ vi khí hậu bên trong công trình. Để tiết kiệm năng lượng cho hệ thống ĐHKK cần phải chú ý từ giai đoạn thiết kế kiến trúc, cấu tạo lớp vỏ bao che công trình tới việc lựa chọn giải pháp ĐHKK phù hợp với chức năng của từng loại công trình. Bên cạnh việc lựa chọn thiết bị, vật liệu và giải pháp cách nhiệt hợp lý thì thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống thông gió hiệu quả sẽ là một lựa chọn tốt cho mục tiêu tiết kiệm năng lượng cho công trình xây dựng vì nó ảnh hưởng tới 10% - 20% năng lượng tiêu thụ cho hệ thống ĐHKK [1, 3, 5, 6] và HRV với hiệu quả thu hồi khoảng 50% - 85% lượng nhiệt cho xử lý gió ngoài nhà [12], là một trong những giải pháp hứa hẹn mang lại hiệu quả tiết kiệm tốt cho hệ thống ĐHKK. Tuy nhiên, HRV không phải là chìa khóa vạn năng đem lại hiệu quả kinh tế thực sự cho mọi công trình xây dựng. HRV cần chi phí ban đầu cao, hệ thống phức tạp hơn và hiệu quả tiết kiệm năng lượng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: thời gian hoạt động của thiết bị trong năm, chênh lệch nhiệt hàm của không khí bên trong với bên ngoài, hiệu quả thu hồi nhiệt của hệ thống HRV và ảnh hưởng của COP hệ thống ĐHKK theo thời gian thực. Do đó, nghiên cứu đánh giá và công bố mức độ hiệu quả của giải pháp HRV theo thời gian thực cho hệ thống ĐHKK là rất cần thiết, tạo một phần cơ sở dữ liệu cho việc triển khai áp dụng hiệu quả giải pháp HRV trong thực tế. Tiết kiệm năng lượng trong lĩnh vực ĐHKK rất phù hợp với xu hướng và nhiệm vụ chung hiện nay trên thế giới trong lĩnh vực năng lượng tòa nhà và đã được cụ thể hoá bằng chương trình và mục tiêu Quốc gia về tiết kiệm năng lượng của chính phủ Việt Nam, nghiên cứu này sẽ đóng góp thêm công cụ tính toán đánh giá hiệu quả HRV về mặt lý thuyết và các kết quả cũng sẽ cung cấp dữ liệu mang tính định hướng ứng dụng HRV cho hệ thống ĐHKK trong các loại hình văn phòng tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh.

Mục tiêu của bài báo là nghiên cứu chuyên sâu, cụ thể cho việc đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng và thời gian hoàn vốn của hệ thống HRV cho các loại công trình văn phòng với mật độ người dùng khác nhau có sử dụng điều hòa không khí tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh theo thời gian thực nhằm xây dựng cơ sở dữ liệu cho việc triển khai hệ thống HRV ở Việt Nam. Phạm vi nghiên cứu được giới hạn cho các tòa nhà văn phòng tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh với mỗi không gian có diện tích là 200 m² sàn và theo mật độ bố trí người làm việc lần lượt ở mức thấp, trung bình và cao tương ứng với các HRV được lựa chọn có công suất lần lượt là 250 m³/h, 500 m³/h và 1000 m³/h. Phương pháp nghiên cứu sử dụng trong bài báo là khảo sát thực tế kết hợp tính toán lý thuyết theo thời gian làm việc thực (tính theo từng giờ trong năm) của hệ thống ĐHKK và HRV.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở dữ liệu nghiên cứu

Cơ sở khoa học và cơ sở dữ liệu cho việc đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng hệ thống HRV cho công trình văn phòng có sử dụng điều hòa không khí tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh với các mật độ người dùng khác nhau như sau:

a) Cơ sở dữ liệu thời tiết khí hậu của Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh được lấy từ số liệu trạm quan trắc Nguyễn Văn Cừ, Gia Lâm, Hà Nội và Sân bay Tân Sơn Nhất, TP. Hồ Chí Minh được xử lý thành các giá trị trung bình theo từng giờ trong một năm (tính từ 0 giờ đến 8759 giờ), với các giá trị, nhiệt độ không khí khô (°C), độ ẩm tương đối (%), dung ẩm (g/kg), entanpi không khí ẩm (kJ/kg) để làm cơ sở tính toán số liệu đầu vào cho việc tính toán theo thời gian thực;

b) Các thông số kinh tế kỹ thuật của các loại HRV được nghiên cứu: HRV kiểu bánh xe và HRV kiểu tấm cố định thu hồi cả nhiệt hiện và nhiệt ẩn là hai loại thiết bị HRV được sử dụng phổ biến cho

Bảng 1. Thông số kinh tế kỹ thuật của HRV [11]

Lưu lượng (m ³ /h)	250	350	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
Chi phí đầu tư (USD)	800	850	1000	1350	1600	2150	2502	2800	3100
Hiệu suất khi sưởi (%)	70	71	69	71	72	72	72	72	72
Hiệu suất (làm mát) (%)	69	70	68	70	71	70	71	71	71
Trở lực tấm HRV (Pa)	75	100	125	125	125	150	150	175	175
Tiêu thụ điện quạt (W)	25	50	75	125	175	175	175	250	300

Bảng 2. Thông tin vận hành tòa nhà văn phòng [12–18]

Thông số	Đơn vị	Kí hiệu	Giá trị		
Thời gian làm việc trong tuần			Thứ 2-6, sáng thứ 7		
Thời gian làm việc trong ngày			8h – 18h		
Thông số trong nhà khi sưởi ấm	°C/%		22 °C/55%		
Thông số trong nhà khi làm mát	°C/%		25 °C/60%		
Hệ số hiệu quả làm nóng	W/W	COP _{0s}	3,8		
Hệ số hiệu quả làm mát	W/W	COP _{0l}	3,2		
Mật độ người (cao, trung bình, thấp)	m ² /người		5	10	20
Lượng gió tươi cần cấp	m ³ /h/người			25	
Lượng gió tươi theo mật độ người	L/s/m ²	V ₀	1,40	0,70	0,35
Giá điện (thấp, trung bình, cao điểm)	VNĐ/kWh	P ₀	1800	3000	5000

hệ thống ĐHKK theo điều kiện khí hậu có độ ẩm cao của Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh có các thông số kinh tế kỹ thuật như Bảng 1, đây là các giá trị trung bình được khảo sát từ thị trường sử dụng trong tính toán này trong năm 2019 và chúng có thể thay đổi theo hãng, theo chủng loại, công nghệ, thời gian và các tiêu chí kỹ thuật cụ thể của từng dự án;

c) Cơ sở dữ liệu vận hành công trình văn phòng: nhóm nghiên cứu đã nghiên cứu lý thuyết, phân tích tài liệu, khảo sát thực tế vận hành các hệ thống ĐHKK, kết hợp đánh giá định tính, tham khảo các ý kiến chuyên gia để có thể lựa chọn các dữ liệu ban đầu đưa vào mô hình tính toán cho các tòa nhà văn phòng mật độ người thấp, trung bình và cao như Bảng 2.

2.2. Công thức tính toán

Do mức độ hiệu quả của HRV thường phụ thuộc hiệu suất thu hồi nhiệt, ảnh hưởng của bộ HRV tới áp suất quạt, các yếu tố kinh tế như chi phí năng lượng, chi phí đầu tư ban đầu tăng thêm cho HRV, chi phí ban đầu giảm đi cho thiết bị ĐHKK, chi phí vận hành thực bao gồm việc giảm tiền điện hệ thống ĐHKK, tăng chi phí năng lượng quạt thêm vào, ảnh hưởng của COP theo thời gian thực [12]. Các yếu tố này lại phụ thuộc điều kiện khí hậu thời tiết khu vực và chế độ hoạt động của các không gian chức năng khác nhau với các công trình và điều kiện vận hành khác nhau, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng các công thức tính toán hiệu quả thu hồi nhiệt, mức độ tiết kiệm tiền điện và thời gian hoàn vốn khi sử dụng giải pháp HRV thu hồi cả nhiệt hiện và nhiệt ẩn theo thời gian thực (tính theo từng giờ trong năm) như công thức (1), (2), (3):

a) Hiệu quả thu hồi nhiệt tính theo (1)

$$Q = \sum_{i=1}^{8760} Q_i / 1000 = \sum_{i=1}^{8760} \rho_i L_i \eta_i k_i (I_{ni} - I_{ti}) / 1000 \quad (1)$$

b) Tiền điện tiết kiệm tính theo (2)

$$P = \sum_{i=1}^{8760} (Q_i / COP_i - P_{qi}) P_{ei} / 1000 \quad (2)$$

c) Thời gian hoàn vốn tính theo (3)

$$T = P_{dt} / P \quad (3)$$

trong đó, Q là lượng nhiệt thu hồi, (kWh/m²/năm); Q_i là công suất thu hồi nhiệt tại giờ i , (W/m²); ρ_i là khối lượng riêng không khí tại giờ i , (kg/m³); L_i là lượng gió tươi cần cấp tại giờ i (L/s/m²); η_i là hiệu suất thu hồi nhiệt của HRV tại giờ i , (%); k_i là hệ số làm việc của thiết bị, $k = 0$ (tắt), $k = 1$ (làm mát), $k = -1$ (sưởi); I_{ni} , I_{ti} là entanpi không khí ngoài nhà và trong nhà tại giờ i , (kJ/kg); COP_i là hệ số hiệu quả hệ thống ĐHKK tại giờ i , (W/W), COP trong chế độ làm mát tăng khi nhiệt độ ngoài nhà giảm, nhiệt độ trong nhà tăng và ngược lại; P_{qi} là tiêu thụ điện tăng thêm khi sử dụng HRV, W/m²; P_{ei} là đơn giá điện tại giờ thứ i , (VNĐ/kWh); T là thời gian hoàn vốn, (năm); P là tiền điện tiết kiệm, VNĐ/m²/năm; P_{dt} là suất đầu tư HRV ban đầu, VNĐ/m².

2.3. Phạm vi mô hình tính toán

Để tiện trình bày và đánh giá hiệu quả đầu tư HRV, trong bài báo này chúng tôi tính toán sử dụng một thiết bị HRV cho mỗi không gian văn phòng có diện tích là 200 m². Diện tích này là giới hạn lớn nhất cho một không gian chung mà không cần phải trang bị hệ thống hút khói riêng biệt. Với diện tích này khi tính toán cho các văn phòng có mật độ người thấp (20 m²/người), trung bình (10 m²/người) và

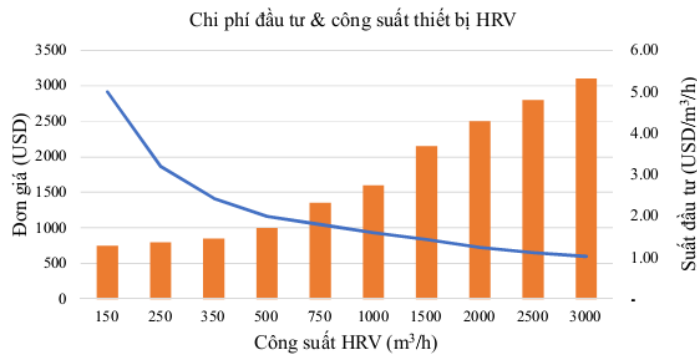
cao ($5 \text{ m}^2/\text{người}$) sẽ tương ứng với lượng gió ngoài nhà cần cấp cho 10 người, 20 người và 40 người, sử dụng các bộ HRV có công suất $250 \text{ m}^3/\text{h}$, $500 \text{ m}^3/\text{h}$ và $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Các chi phí vận hành tăng thêm như chi phí quản lý, bảo trì, bảo dưỡng và chi phí đầu tư ban đầu giảm đi cho hệ thống ĐHKK khi đầu tư hệ thống HRV được giả thiết sẽ bù trừ cho nhau (sẽ được nghiên cứu và làm rõ trong nghiên cứu khác) và việc đánh giá hiệu quả đầu tư trong nghiên cứu này chỉ tập trung vào chi phí đầu tư thiết bị và tiết kiệm chi phí điện năng từ HRV.

3. Kết quả đánh giá hiệu quả tiết kiệm điện của giải pháp HRV

3.1. Giới thiệu chung về kết quả tính toán

Kết quả khảo sát chi phí đầu tư ban đầu trung bình cho các HRV kiểu bánh xe và HRV kiểu tấm cố định thu hồi entanpi (cả nhiệt hiện và nhiệt ẩn) có công suất từ $150 - 3000 \text{ m}^3/\text{h}$ thể hiện trên Hình 1, kết quả cho thấy suất đầu tư cho HRV càng lớn khi công suất HRV càng nhỏ [16].



Hình 1. Mối tương quan giữa chi phí đầu tư và công suất thiết bị HRV

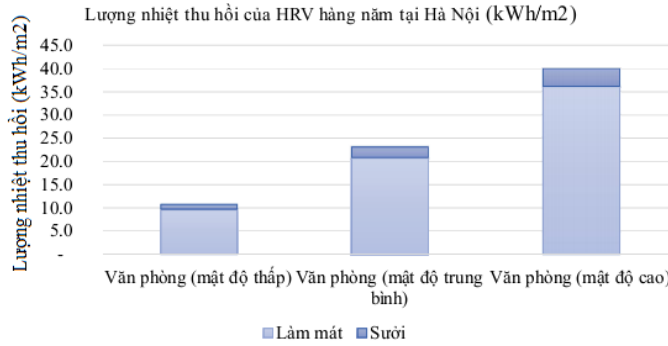
Sử dụng kết quả khảo sát chi phí đầu tư với các dữ liệu và công thức tính toán ở mục 2 có thể đưa ra các số liệu giá trị như: thời lượng vận hành, mức độ đầy tải, tổng lượng nhiệt thu hồi, chi phí tiền điện tiết kiệm, thời gian hoàn vốn của giải pháp HRV cho các công trình văn phòng tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, trong phạm vi bài báo, chỉ các kết quả về tổng lượng nhiệt thu hồi, chi phí tiền điện tiết kiệm, thời gian hoàn vốn của giải pháp HRV cho công trình văn phòng với các mật độ người thấp, trung bình và cao được trình bày riêng rẽ cho Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh tại mục 3.2 và 3.3.

3.2. Kết quả tiết kiệm điện của HRV cho văn phòng tại Hà Nội

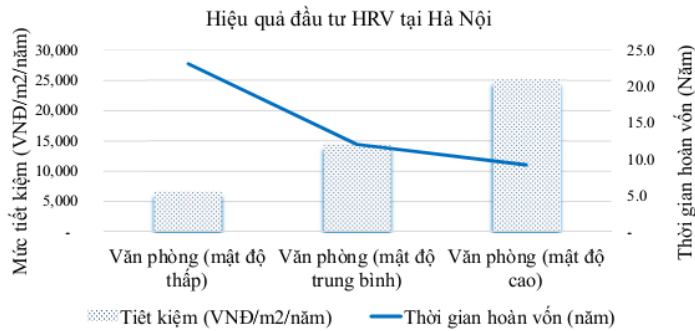
Kết quả tính toán tổng lượng nhiệt thu hồi của HRV cho công trình văn phòng có điều hòa tại Hà Nội được trình bày trong Hình 2. Kết quả tính toán chi phí tiền điện tiết kiệm được của hệ thống ĐHKK khi sử dụng HRV cho công trình văn phòng tại Hà Nội được trình bày trong Hình 3.

Kết quả cho thấy hiệu quả thu hồi nhiệt trong khoảng $10\text{-}40 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{năm}$, trung bình $23 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{năm}$. Hiệu quả nhất là cho công trình có mật độ người cao, cần nhiều gió tươi và ít hiệu quả nhất là cho công trình văn phòng mật độ thấp.

Tổng chi phí tiền điện tiết kiệm được khi sử dụng HRV cho hệ thống ĐHKK 2 chiều - chạy cả làm mát và sưởi ấm trong khoảng $7000 - 25000 \text{ VNĐ}/\text{m}^2/\text{năm}$, trung bình $15000 \text{ VNĐ}/\text{m}^2/\text{năm}$, tương ứng với thời gian hoàn vốn từ 9 – 23 năm, trung bình là 12 năm. Có thể nhận thấy việc đầu tư hệ thống HRV cho công trình văn phòng, đặc biệt là văn phòng mật độ thấp tại Hà Nội là chưa hiệu quả.



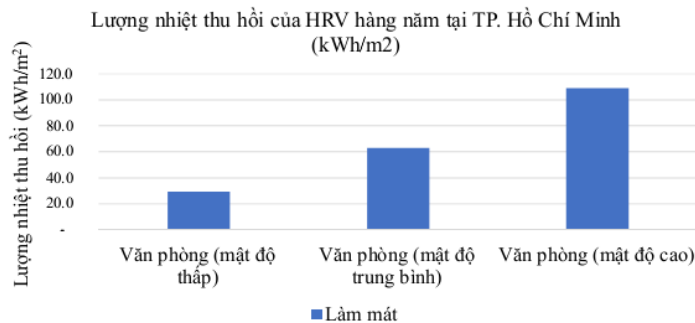
Hình 2. Lượng nhiệt thu hồi hàng năm của HRV cho công trình văn phòng tại Hà Nội



Hình 3. Hiệu quả đầu tư của HRV cho công trình văn phòng tại Hà Nội

3.3. Kết quả tiết kiệm điện của HRV cho văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh

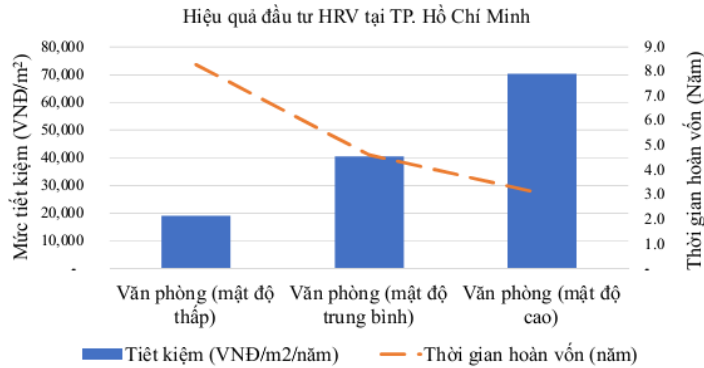
Kết quả tính toán tổng lượng nhiệt thu hồi của HRV cho công trình văn phòng có điều hòa tại TP. Hồ Chí Minh được trình bày trong Hình 4. Kết quả tính toán chỉ phí tiền điện tiết kiệm được của hệ thống ĐHKK khi sử dụng HRV cho công trình văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh được trình bày trong Hình 5.



Hình 4. Lượng nhiệt thu hồi của HRV cho công trình văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh

Từ kết quả trên cho thấy hệ thống ĐHKK của các công trình văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh chỉ chạy ở chế độ làm mát. Hiệu quả thu hồi nhiệt của HRV trong khoảng 30 – 110 kWh/m²/năm, trung bình 60 kWh/m²/năm. Hiệu quả nhất là cho công trình có mật độ người cao, cần nhiều gió tươi và ít hiệu quả nhất là cho công trình văn phòng có mật độ thấp. Tổng chi phí tiền điện tiết kiệm được

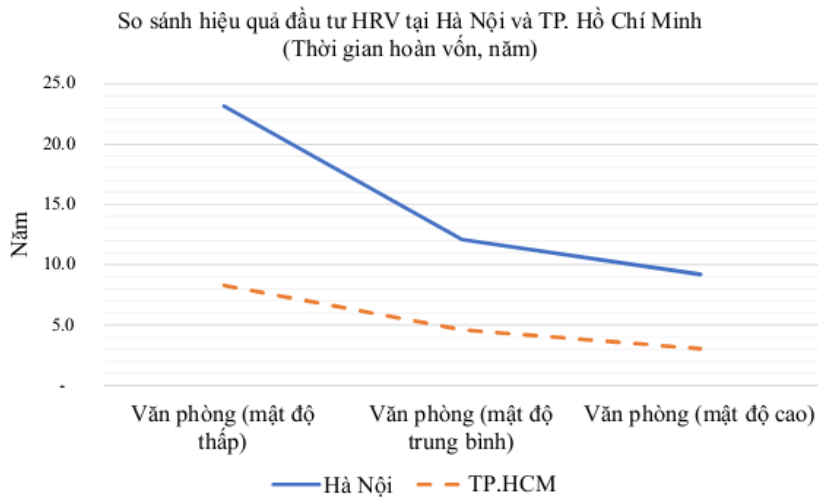
khi sử dụng HRV cho hệ thống ĐHKK trong khoảng 19000 – 70000 VNĐ/m²/năm, trung bình 40000 VNĐ/m²/năm, tương ứng với thời gian hoàn vốn từ 3 – 8 năm, trung bình là 4,6 năm. Có thể thấy việc đầu tư hệ thống HRV cho công trình văn phòng, mật độ cao và mật độ trung bình là khá hiệu quả.



Hình 5. Hiệu quả đầu tư của HRV cho công trình văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh

3.4. So sánh hiệu quả đầu tư HRV cho công trình văn phòng tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

So sánh thời gian hoàn vốn khi đầu tư hệ thống HRV cho công trình văn phòng ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh (Hình 6) cho thấy hiệu quả đầu tư HRV tại TP. Hồ Chí Minh cao hơn tại Hà Nội, với thời gian hoàn vốn nhanh hơn từ 6 – 15 năm.



Hình 6. So sánh hiệu quả đầu tư của HRV cho công trình văn phòng tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

Hiệu quả đầu tư HRV trong các hệ thống ĐHKK cho các văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh cao hơn ở Hà Nội là do tổng thời gian cần chạy ĐHKK, tổng thời gian chạy ĐHKK ở chế độ làm mát và tổng độ chênh nhiệt độ trong và ngoài nhà ở TP. Hồ Chí Minh cao hơn ở Hà Nội cho dù hiệu suất thu hồi nhiệt của HRV ở chế độ sưởi cao hơn chế độ làm mát khoảng 1% nhưng hệ số hiệu quả làm nóng thường cao hơn hệ số làm mát đến 20%. Ngoài ra, thời gian hoàn vốn khi đầu tư HRV cho hệ thống ĐHKK đối với các loại công trình văn phòng tại TP. Hồ Chí Minh cũng biến động ít hơn các loại công trình văn phòng tại Hà Nội do điều kiện khí hậu của TP. Hồ Chí Minh có sự dao động nhiệt độ giữa

các tháng trong năm không lớn nên cho dù điều kiện vận hành có khác nhau nhưng hiệu quả thu hồi nhiệt vẫn tốt. Phương án HRV có chi phí ban đầu cao và mang lại hiệu quả là giảm chi phí vận hành hệ thống ĐHKK. Chi phí đầu tư ban đầu không phụ thuộc vào thời gian vận hành HRV và hệ thống ĐHKK trong năm nhưng chi phí vận hành phụ thuộc vào thời gian hoạt động thiết bị trong năm, điều đó có nghĩa là thời gian sử dụng hàng năm ngắn thì thời gian hoàn vốn bị kéo dài và phương án thu hồi nhiệt sẽ giảm hiệu quả kinh tế, còn nếu thời gian sử dụng hàng năm lớn thì giải pháp hồi nhiệt sẽ mang lại giá trị kinh tế cao, đồng thời tránh gây lãng phí năng lượng. Với điều kiện khí hậu TP. Hồ Chí Minh, thời gian vận hành HRV cao hơn, thời gian hoàn vốn nhanh hơn so với Hà Nội.

Kết quả nghiên cứu cũng đã cho thấy hệ thống HRV không chỉ có hiệu quả tiết kiệm điện đáng kể cho các công trình văn phòng mật độ cao và trung bình ở TP. Hồ Chí Minh. Hệ thống HRV còn loại bỏ độ ẩm, mùi và chất ô nhiễm bên trong tòa nhà. Ngoài ra, hiệu suất thu hồi nhiệt của HRV hiện nay trung bình là khoảng 70% năng lượng nhiệt thải, điều này cũng giúp làm giảm công suất hệ thống ĐHKK bởi vì nó không cần phải hoạt động hết công suất để xử lý không khí ngoài nhà đi vào thiết bị ĐHKK vì không khí ngoài nhà đã được xử lý nhiệt ẩm sơ bộ bởi HRV.

3.5. Kết quả nghiên cứu và bình luận

HRV là một trong những giải pháp thông gió mang lại hiệu quả tiết kiệm năng lượng cho hệ thống ĐHKK và cho công trình. Mức độ hiệu quả tiết kiệm năng lượng của HRV phụ thuộc tổng thời gian chạy ĐHKK hàng năm; điều kiện hệ thống ĐHKK chạy ở chế độ làm mát, sưởi ấm; tổng độ chênh nhiệt độ, độ ẩm trong và ngoài nhà cũng như tổng nhu cầu lưu lượng gió ngoài cấp vào công trình. Thời gian sử dụng ĐHKK hàng năm; độ chênh nhiệt độ, độ ẩm; nhu cầu lưu lượng gió ngoài càng cao thì phương án HRV sẽ càng thu hồi năng lượng hiệu quả, mang lại giá trị kinh tế cao, thời gian thu hồi vốn càng nhanh. HRV không phải luôn đem lại hiệu quả kinh tế cho mọi công trình xây dựng. HRV sẽ không thực sự hiệu quả đối với các công trình cần tỷ lệ gió tươi/thải qua hệ thống thông gió cơ khí nhỏ, độ chênh nhiệt hàm giữa không khí trong và ngoài nhà thấp, tỷ trọng phụ tải nhiệt lạnh của hệ thống thông gió cơ khí trên tổng phụ tải nhiệt lạnh hệ thống ĐHKK thấp, thời lượng vận hành hệ thống ĐHKK thấp do quá trình thiết kế, lắp đặt, vận hành, bảo trì, bảo dưỡng phức tạp, chi phí đầu tư, lắp đặt HRV ban đầu cao.

Giải pháp thông gió thu hồi nhiệt nên được khuyến khích áp dụng bằng các chính sách cụ thể đối với các công trình có mật độ người/diện tích sàn cao ($< 5 \text{ m}^2/\text{người}$), nhu cầu gió tươi cho mỗi m^2 diện tích sàn lớn ($> 2 \text{ L/s/m}^2$) không gian kín, gió tươi/thải chủ yếu được cấp/thải nhờ hệ thống thông gió cơ khí (ít rò lọt không khí) và thời lượng vận hành hệ thống điều hòa lớn ($> 1500 \text{ giờ/năm}$). Các công trình nên có các chính sách hỗ trợ và khuyến khích áp dụng là: trung tâm thương mại, tòa nhà văn phòng mật độ cao, bệnh viện, nhà ga hàng không, các công trình thể thao trong nhà. Ngoài ra để hệ thống HRV hoạt động hiệu quả, đơn vị vận hành nên chú ý các chế độ vận hành: chế độ cấp khí lỗi tất khi chênh lệch nhiệt ẩm thấp; chế độ vận hành vào ban đêm.

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy hiệu quả thu hồi nhiệt; tiền điện tiết kiệm và thời gian hoàn vốn của HRV cho hệ thống ĐHKK trong tòa nhà văn phòng mật độ thấp/trung bình/cao tại Hà Nội tương ứng là 10/23/40 kWh/m²/năm; 7000/15000/25000 VNĐ/m²/năm và 9/12/23 năm. Và cho TP. Hồ Chí Minh, kết quả tương ứng là 30/60/110 kWh/m²/năm; 19000/40000/70000 VNĐ/m²/năm và 3/4,6/8 năm.

Trong khuôn khổ của nghiên cứu này, các chi phí vận hành tăng thêm như chi phí quản lý, bảo trì, bảo dưỡng và chi phí đầu tư ban đầu giảm đi cho hệ thống ĐHKK khi đầu tư hệ thống HRV chưa có

điều kiện làm rõ. Ảnh hưởng của thời gian, bụi bẩn, dầu mỡ, tuổi thọ thiết bị đến hiệu suất trao đổi nhiệt (hiệu quả thu hồi nhiệt) vẫn còn bỏ ngỏ. Đây sẽ là các nội dung có thể định hướng để tập trung làm rõ trong các nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội cho đề tài mã số 14-2020/KHXD.

Tài liệu tham khảo

- [1] Minh, L. N., cs. (2010). *Nghiên cứu đề xuất giải pháp điều hòa không khí theo phân vùng khí hậu*. Báo cáo chuyên đề số 3 đề tài NCKH cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B.2010-03-72.
- [2] Minh, L. N. (2013). *Giáo trình nhiệt kỹ thuật công trình*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [3] Chinh, P. M. (2011). Đánh giá khả năng tiết kiệm năng lượng của thiết bị thông gió thu hồi nhiệt trong hệ thống điều hòa không khí. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 9.
- [4] Tuấn, N. A., cs. (2017). Sự cấp bách của vấn đề tiết kiệm năng lượng trong các công trình xây dựng. *Tạp chí Kiến trúc*, 7.
- [5] Xu, Q., Riffat, S., Zhang, S. (2019). [Review of heat recovery technologies for building applications](#). *Energies*, 12(7):1285.
- [6] Tommerup, H., Svendsen, S. (2006). [Energy savings in Danish residential building stock](#). *Energy and Buildings*, 38(6):618–626.
- [7] 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.
- [8] Quang, T. N., Dat, M. V. (2019). Overall Energy Consumption in Office Buildings in Vietnam. *International Conference in Indoor Air Quality and Environment*, Moscow, Russia.
- [9] Bính, Đ. V. (2018). Nghiên cứu tổng quan về giải pháp kỹ thuật tiết kiệm năng lượng cho hệ thống HVAC. *Tạp chí Khoa học Công nghệ*.
- [10] Đại, V. V. (2009). Cơ sở một số giải pháp kỹ thuật tiết kiệm năng lượng cho hệ thống điều hòa không khí. *Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng*.
- [11] *Tài liệu kỹ thuật và báo giá HRV của các hãng điều hòa DAIKIN, MITSUBISHI, MIDEA, DUHAMBUSH, NANYOO,...*
- [12] ASHRAE Handbook (2008). *HVAC Systems and Equipment (SI)*. Chapter 25: Air-to-air energy recovery.
- [13] TCVN 5687:2010. *Thông gió - điều hòa không khí tiêu chuẩn thiết kế - Ventilation-air conditioning Design standards*. Tiêu chuẩn Quốc gia.
- [14] QCXDVN 09:2017. *Quy chuẩn Xây dựng Quốc gia về sử dụng năng lượng có hiệu quả*. Bộ Xây dựng.
- [15] ASHRAE standard 62.1 (2019). *Ventilation for acceptable indoor air quality*. ASHRAE.
- [16] Chinh, P. M. (2020). *Nghiên cứu, đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng của giải pháp thông gió thu hồi nhiệt cho các loại công trình có sử dụng điều hòa không khí tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh với các không gian chức năng khác nhau*. Trường Đại học Xây dựng, mã số 14-2020/KHXD.
- [17] Dhital, P., Besant, R. W., Schoenau, G. J. (1995). Integrating run-around heat exchanger systems into the design of a large office building. *ASHRAE Transactions*, 101(2):979–991.
- [18] <https://www.evn.com.vn/c3/evn-va-khach-hang/Bieu-gia-ban-le-dien-9-79.aspx>.