

Áp dụng hệ thống quản lý năng lượng theo tiêu chuẩn TCVN ISO 50001:2019 nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả tại các công trình bệnh viện

Nguyễn Tử Hiếu¹, Vũ Chí Công^{2*}, Lê Hồng Hà², Trần Quang Dũng²

¹ Khoa Kinh tế và quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

² Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TỪ KHOÁ

Bệnh viện
Tiết kiệm năng lượng
Hệ thống quản lý năng lượng
TCVN ISO 50001:2019

TÓM TẮT

Công trình bệnh viện là một trong những loại công trình có mức tiêu thụ năng lượng cao so với các công trình thương mại khác. Sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở bệnh viện góp phần giảm chi phí vận hành bệnh viện, giảm phát thải và bảo vệ môi trường. Luật sử dụng năng lượng hiệu quả quy định bệnh viện là cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm cần phải xây dựng mô hình quản lý năng lượng. Nghiên cứu này có hai mục tiêu là: (1) Nghiên cứu thực trạng mô hình quản lý năng lượng tại các bệnh viện và nhận diện các hệ thống sử dụng năng lượng đáng kể trong bệnh viện; và (2) Hướng dẫn áp dụng hệ thống quản lý năng lượng theo TCVN ISO 50001:2019 và đề xuất giải pháp tiết kiệm năng lượng cho một số hệ thống sử dụng năng lượng. Nghiên cứu điển hình tại 06 bệnh viện ở Việt Nam đã được thực hiện. Kết quả chỉ ra được các ưu và nhược điểm của mô hình quản lý năng lượng và nhận diện được hệ thống HVAC, chiếu sáng là những hệ thống có mức tiêu thụ năng lượng lớn nhất tại các bệnh viện. Cuối cùng, các hướng dẫn áp dụng hệ thống quản lý năng lượng theo TCVN ISO 50001:2019 cho công trình bệnh viện đã được thảo luận và đề xuất.

KEYWORDS

Hospital
Energy efficiency
Energy management system
TCVN ISO 50001:2019

ABSTRACT

Hospitals exhibit high energy consumption compared to other commercial buildings. Efficient energy use in hospitals contributes to reducing operation costs, emissions, and environmental protection. The Law in Efficient Energy Use specifies hospitals as priority energy consumers, requiring the establishment of energy management system. This study aims to: (1) investigate the current situation of energy management in hospitals and identify significant energy uses within hospitals; and (2) to provide guidance on implementing the energy management system according to TCVN ISO 50001:2019 and propose energy-saving solutions for some significant energy uses. A typical study was conducted at 6 hospitals in Vietnam. The results revealed the advantages and disadvantages of energy management system and identified HVAC and lighting systems as the largest energy consumers in hospitals. Finally, guidelines for implementing the energy management system according to TCVN ISO 50001:2019 for hospitals were discussed and proposed.

1. Giới thiệu

Tiêu thụ năng lượng toàn cầu đang tăng nhanh chóng do sự phát triển mạnh mẽ của các ngành công nghiệp và sự phát triển dân số. Ngành công nghiệp xây dựng là lĩnh vực tiêu thụ khoảng 30% - 40% tổng năng lượng tiêu thụ của các lĩnh vực kinh tế - xã hội [1]. Trong đó bệnh viện là một trong những loại công trình tiêu thụ năng lượng nhiều nhất [2, 3]. Mức tiêu thụ năng lượng ở các bệnh viện ở Mỹ dao động từ 640,7 kWh/m² đến 738,5 kWh/m², cao hơn khoảng 2,6 lần so với các công trình thương mại khác [4]. Bệnh viện cũng là công trình tiêu thụ năng lượng nhiều nhất ở Slovenia, Anh, Bulgaria, Phần Lan với mức tiêu thụ năng lượng dao động từ 250 đến 600 kWh/m² [5]. Nguyên nhân là do các công trình bệnh viện có tính đặc thù cao với thời gian hoạt động liên tục 24 giờ mỗi ngày, tập trung đông người, có nhiều hoạt động khám chữa bệnh phức tạp với nhiều thiết bị công nghệ có

mức tiêu thụ năng lượng lớn.

Tiết kiệm năng lượng (TKNL) là một nhu cầu cấp bách ở các nước trên thế giới và Việt Nam. Lĩnh vực y tế có tiềm năng rất lớn giúp nền kinh tế quốc dân phát triển bền vững thông qua việc xây dựng và vận hành các công trình y tế sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả [1]. Ở Việt Nam, các công trình bệnh viện hiện nay đã có xu hướng thiết kế tối ưu hóa các khoảng không gian xanh, thoáng mát, tận dụng tối đa ánh sáng tự nhiên và nguồn năng lượng mặt trời... góp phần TKNL, bảo vệ môi trường. Ngoài ra, xây dựng mới hay cải tạo công trình bệnh viện có diện tích trên 2500 m² cũng phải tuân theo các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu (về hệ kết cấu bao che, hệ thống thông gió và điều hòa không khí, chiếu sáng, và hệ thống thiết bị điện khác) đã nêu trong QCVN 09:2017 [6]. Tuy nhiên, nếu chỉ áp dụng các giải pháp thiết kế TKNL là chưa đủ, quản lý năng lượng (QLNL) trong suốt thời gian vận hành của bệnh viện có một vai trò rất quan trọng.

*Liên hệ tác giả: congvc@huce.edu.vn

Nhận ngày 01/04/2024, sửa xong ngày 22/04/2024, chấp nhận đăng ngày 25/04/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2024.686>

Luật sử dụng năng lượng hiệu quả số 50/2010/QH12 [7], Nghị định số 21/2011/NĐ-CP [8], Thông tư số 25/2020/TT-BCT [9] cũng đã có những quy định cho các tổ chức nhằm quản lý vận hành TKNL. Theo đó, bệnh viện là cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm (có mức tiêu thụ năng lượng tổng cộng trong một năm quy đổi ra 500 TOE trở lên) cần xây dựng mô hình QLNL.

Một mô hình QLNL tiên tiến, hiệu quả có thể áp dụng cho bệnh viện là thiết lập hệ thống quản lý năng lượng (Energy Management System -EnMS) theo hướng dẫn của TCVN ISO 50001:2019 [10]. Với cách tiếp cận theo chu trình Hoạch định – Thực hiện – Kiểm tra – Hành động (PDCA), EnMS sẽ giúp cải tiến hiệu quả năng lượng (HQNL) liên tục, lặp lại trong suốt vòng đời hoạt động của bệnh viện. Ngày 12/12/2023, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam phối hợp với Dự án IEEP đã tổ chức Hội thảo nhằm nâng cao nhận thức và thúc đẩy việc áp dụng TCVN ISO 50001:2019 tại các tổ chức, doanh nghiệp ở Việt Nam.

Trên thế giới đã có một số bệnh viện áp dụng ISO 50001:2019 [2]. Một số nghiên cứu trên thế giới đã nghiên cứu áp dụng ISO 50001 trong QLNL công trình [11]. Hiện nay ở Việt Nam mới có tài liệu “Đào tạo nâng cao năng lực thiết kế, thi công, nghiệm thu và QLNL” do Bộ Xây dựng phối hợp với Chương trình phát triển Liên hợp quốc (UNDP)

ban hành có đề cập một số hướng dẫn áp dụng TCVN ISO 50001:2019 cho các công trình xây dựng. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào hướng dẫn áp dụng cho các công trình bệnh viện.

TCVN ISO 50001 : 2019 đã đưa ra những hướng dẫn để thiết lập hệ thống EnMS cho các loại công trình. Với loại công trình có tính đặc thù cao như công trình bệnh viện, cần có những hướng dẫn cụ thể hơn để có thể áp dụng thực tiễn. Do vậy, hai mục tiêu nghiên cứu chính của bài báo này là: (1) Nghiên cứu thực trạng mô hình QLNL tại các bệnh viện và nhận diện các hệ thống sử dụng năng lượng đáng kể (Significant Energy Use – SEU) trong bệnh viện thông qua khảo sát thực trạng 6 bệnh viện ở Việt Nam; và (2) Hướng dẫn áp dụng hệ thống EnMS theo TCVN ISO 50001:2019 và đề xuất giải pháp TKNL cho một số SEU.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu cho mục tiêu nghiên cứu (1)

Trên cơ sở phân tích tổng quan mạng lưới bệnh viện ở Việt Nam, nghiên cứu đã thực hiện khảo sát thực trạng 06 cơ sở bệnh viện về vấn đề quản lý vận hành liên quan đến sử dụng năng lượng. Đặc điểm các bệnh viện khảo sát thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm các bệnh viện khảo sát thực trạng.

Đặc điểm	Bệnh viện					
	A	B	C	D	E	F
Địa điểm	Miền Bắc	Miền Bắc	Miền Bắc	Miền Bắc	Miền Trung	Miền Nam
Tuyến bệnh viện	Thành phố trực thuộc TW	TW	TW	TW	Quận, huyện	TW
Quy mô bệnh viện	29.000 m ²	105.5000 m ² 3200 giường	37.000 m ² 1000 giường	71.000 m ² 1300 giường	16.000 m ²	50.000 m ² 1200 giường
Tòa nhà quan sát	Tòa nhà khám chữa bệnh	Tòa nhà khám chữa bệnh	Tòa nhà khám chữa bệnh và điều trị nội trú	Tòa nhà điều trị nội trú	Tòa nhà chẩn đoán hình ảnh và xét nghiệm	Tòa nhà khám chữa bệnh và điều trị nội trú

Các nội dung khảo sát bao gồm 04 nội dung chính: (1) Thực trạng quản lý tiêu thụ năng lượng, (2) Thực trạng giải pháp quản lý vận hành, (3) Thực trạng bảo dưỡng máy móc thiết bị, hệ thống kỹ thuật (HVAC, chiếu sáng) và bảo trì các tòa nhà, (4) Nhận thức, kiến thức của nhân viên bệnh viện về TKNL. Ảnh hưởng đến sử dụng năng lượng của bệnh viện còn có các yếu tố về quy hoạch và kiến trúc [1], tuy nhiên trong phạm vi bài báo này không phân tích thực trạng các yếu tố này.

Để thu thập dữ liệu, nghiên cứu sử dụng các phương pháp: (1) thu thập tài liệu về cơ cấu tổ chức, hồ sơ bảo trì, bảo dưỡng hệ thống kỹ thuật (HTKT), máy móc thiết bị; các dữ liệu tiêu thụ năng lượng của bệnh viện thông qua các hóa đơn, báo cáo, kết quả kiểm toán..., các báo cáo liên quan về tiêu thụ năng lượng; (2) phỏng vấn trực tiếp cán bộ quản lý, cán bộ kỹ thuật các phòng ban liên quan, (3) khảo sát bằng bảng hỏi đối với nhân viên bệnh viện về nhận thức, kiến thức về TKNL, (4) quan sát các hoạt động thực tế diễn ra tại bệnh viện. Đối với hoạt động quan sát thực tế tại bệnh viện (4), với mỗi bệnh viện nghiên cứu lựa chọn 01 tòa nhà là

trung tâm khám chữa bệnh chính hoặc 01 tòa nhà nội trú (Xem Bảng 1).

2.2. Phương pháp nghiên cứu cho mục tiêu nghiên cứu (2)

Hướng dẫn áp dụng hệ thống EnMS theo TCVN ISO 50001:2019 cho các công trình bệnh viện được xây dựng trên cơ sở tổng quan các nghiên cứu, nghiên cứu nội dung của TCVN ISO 50001:2019, TCVN ISO 50004 : 2016 và TCVN ISO 50006 : 2016.

3. Kết quả phân tích thực trạng quản lý năng lượng tại các bệnh viện ở Việt Nam

3.1. Phân tích thực trạng mô hình quản lý năng lượng tại các bệnh viện

Bảng 2 thể hiện một số kết quả khảo sát thực trạng mô hình QLNL tại các bệnh viện khảo sát. Một số kết luận chung về thực trạng tại các bệnh viện như sau:

(1) Về quản lý tiêu thụ năng lượng: Loại năng lượng sử dụng

nhiều nhất ở các bệnh viện là điện năng. Các bệnh viện đo lường mức điện năng tiêu thụ bằng cách lắp đặt các công tơ điện. Tuy nhiên các bệnh viện chưa lắp công tơ điện cho từng tòa nhà, mà thường chỉ có một số tòa nhà có công tơ điện riêng, một số tòa nhà sử dụng chung công tơ điện (bệnh viện A, F). Bệnh viện D có lắp đặt công tơ điện riêng cho một số khoa trong các tòa nhà. Đây là hình thức quản lý nhằm khuyến khích các khoa chủ động quản lý tiêu thụ năng lượng. Chỉ có bệnh viện C là lắp đặt hệ thống quản lý tòa nhà BMS cho 02 tòa nhà, đây là các tòa nhà mới, đưa vào hoạt động được khoảng 04 năm. Đây là giải pháp quản lý rất hiệu quả hoạt động của các HTKT, quản lý tiêu thụ năng lượng và đưa ra được các phân tích sử dụng năng lượng giúp bệnh viện có thể đưa ra các giải pháp hiệu quả.

Các bệnh viện tuyến TW đã khảo sát đều là cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm và thực hiện kiểm toán 3 năm/lần theo quy định của Luật số 50/2010/QH12. Hiện nay các bệnh viện đều chưa có bộ phận chuyên trách QLNL độc lập. Các công việc quản lý tiêu thụ năng lượng, báo cáo lãnh đạo được tích hợp vào các hoạt động của các phòng chức năng.

(2) Về các giải pháp vận hành nhằm giảm tiêu thụ năng lượng: Các bệnh viện đã thực hiện được một số giải pháp như:

Sử dụng các thiết bị TKNL như ĐHKK, tủ lạnh có dán nhãn TKNL, đèn LED. Sử dụng cảm biến chiếm chỗ cho hệ thống đèn chiếu sáng. Bệnh viện B, C, D đã thực hiện phân vùng chiếu sáng, có thiết kế các công tắc điện riêng cho các khu vực để có thể bật, tắt đèn theo khu vực

hợp lý. Trong các bệnh viện khảo sát chỉ có bệnh viện C sử dụng pin năng lượng mặt trời đặt trên mái.

Phần lớn các bệnh viện đã có những quy định sử dụng thiết bị điện. Tại các phòng bệnh thường, bệnh nhân không được phép điều khiển điều hòa. Với các khu hành chính và nội trú, chỉ sử dụng điều hòa khi thật sự cần thiết, và đặt chế độ làm mát từ 25 °C trở lên hoặc đặt nhiệt độ chênh lệch với nhiệt độ ngoài trời từ 5 °C đến 7 °C (Bệnh viện B). Bệnh viện A, D, F có quy định cho việc sử dụng bình nước nóng, yêu cầu sử dụng tiết kiệm nước uống. Yêu cầu tắt các thiết bị điện khi không sử dụng.

(3) Các bệnh viện đều thực hiện bảo dưỡng máy móc, thiết bị, tần suất phổ biến là 1 lần/năm.

(4) Chưa có bệnh viện nào tổ chức định kỳ các chương trình tuyên truyền, phổ biến về TKNL cho nhân viên. Chỉ có bệnh viện B, D đã tổ chức các khóa đào tạo để nâng cao trình độ chuyên môn về TKNL nhưng chưa thường xuyên. Theo kết quả khảo sát bằng hỏi dành cho nhân viên bệnh viện, nhiều người chưa quan tâm tới vấn đề TKNL do chưa được phổ biến, tuyên truyền thường xuyên và bệnh viện chưa có chế độ thưởng phạt nghiêm khắc.

Tóm lại, kết quả phân tích thực trạng cho thấy các bệnh viện chưa có một hệ thống QLNL giúp giảm tiêu thụ năng lượng hiệu quả và liên tục. QLNL cơ bản đã tuân theo các quy định của pháp luật và theo quy định riêng của mỗi bệnh viện. Tuy nhiên, chưa có bệnh viện nào áp dụng hệ thống QLNL theo hướng dẫn của TCVN ISO 50001:2019.



Hình 1. Quy định về sử dụng điện (poster ở sảnh) và yêu cầu đóng cửa khi sử dụng ĐHKK dán cửa phòng làm việc (Bệnh viện D).

Bảng 2. Thực trạng quản lý năng lượng tại các bệnh viện.

Bệnh viện	Mô hình quản lý tiêu thụ năng lượng	Giải pháp quản lý vận hành	Bảo dưỡng, bảo trì thiết bị	Đào tạo, tuyên truyền về sử dụng NLTK
A	<ul style="list-style-type: none"> Chưa có phòng/nhóm riêng chuyên trách QLNL Một số tòa nhà có chung công tơ điện. Quản lý tiêu thụ năng lượng tự thực hiện theo cơ chế quản lý nội bộ. 	<ul style="list-style-type: none"> Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL Ban hành chính sách sử dụng điện chung cho toàn bệnh viện Sử dụng đèn LED Quy định thời gian sử dụng ĐHKK tại các phòng bệnh, phòng làm việc Quy định sử dụng bình nước nóng Sử dụng cảm biến chiếm chỗ cho hệ thống chiếu sáng Kiểm tra, xử lý khi có vi phạm 	1 lần/năm	<ul style="list-style-type: none"> Chưa đào tạo Có phổ biến về sử dụng NLTK nhưng chưa thường xuyên

Bệnh viện	Mô hình quản lý tiêu thụ năng lượng	Giải pháp quản lý vận hành	Bảo dưỡng, bảo trì thiết bị	Đào tạo, tuyên truyền về sử dụng NLTK
B	<ul style="list-style-type: none"> - Đã có 2 cán bộ chuyên trách QLNL - Một số tòa nhà có công tơ điện riêng. - Quản lý tiêu thụ năng lượng tự thực hiện theo cơ chế quản lý nội bộ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL, đèn LED - Quy định thời gian sử dụng đèn chiếu sáng - Quy định thời gian sử dụng ĐHKK, đặt ĐHKK ở nhiệt độ chênh lệch với ngoài trời từ 5-7 °C - Lắp đặt cửa tự động tại sảnh đón khách để hạn chế thất thoát nhiệt - Sử dụng cảm biến chiếm chỗ cho hệ thống chiếu sáng. Phân vùng chiếu sáng. - Có chế độ thưởng phạt nếu có vi phạm quy định 	1 lần/năm	<ul style="list-style-type: none"> - Có đào tạo nhưng chưa thường xuyên - Có phổ biến về sử dụng NLTK nhưng chưa thường xuyên
C	<ul style="list-style-type: none"> - Có 2 tòa nhà đã có hệ thống quản lý tòa nhà BMS. Có công tơ điện riêng ở 1 số tòa nhà khác. - Chưa có phòng/nhóm chuyên trách QLNL 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng hệ mái pin NLMT - Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL, đèn LED - Quy định thời gian sử dụng ĐHKK - Chia, tách hệ thống đèn chiếu sáng ban đêm (phân chia pha và khoảng cách đèn chiếu sáng). Quy định thời gian bật đèn cho từng pha. - Sử dụng cảm biến chiếm chỗ cho hệ thống chiếu sáng một số khu vực. Phân vùng chiếu sáng - Lắp đặt cửa tự động tại sảnh đón khách để hạn chế thất thoát nhiệt 	2 lần/ năm	<ul style="list-style-type: none"> - Chưa đào tạo - Dán thông tin về TKNL ở một số vị trí.
D	<ul style="list-style-type: none"> - Chưa có phòng/ban riêng chuyên trách QLNL - Không có công tơ điện chung cả tòa nhà nhưng có công tơ riêng cho từng khoa. - Quản lý tiêu thụ năng lượng tự thực hiện theo cơ chế quản lý nội bộ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL, đèn LED - Có các bảng quy định sử dụng điện ở hành lang, sảnh tòa nhà - Quy định sử dụng nước sinh hoạt, bình nóng lạnh - Quy định thời gian sử dụng ĐHKK, đèn chiếu sáng - Phân vùng chiếu sáng - Đưa ra định mức tiêu thụ NL cho từng khoa. Có chế độ thưởng phạt. 	1 lần/năm	<ul style="list-style-type: none"> - Có đào tạo nhưng chưa thường xuyên - Dán thông tin về TKNL ở một số vị trí.
E	<ul style="list-style-type: none"> - Chưa có phòng/ban chuyên trách QLNL - Chưa có công tơ điện riêng cho từng tòa nhà. - Quản lý tiêu thụ năng lượng tự thực hiện theo cơ chế quản lý nội bộ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL - Sử dụng đèn LED - Quy định thời gian sử dụng ĐHKK 	1 lần/năm	Chưa đào tạo
F	<ul style="list-style-type: none"> - Chưa có phòng/ban chuyên trách QLNL - Một số tòa nhà có công tơ điện riêng. - Quản lý tiêu thụ năng lượng thực hiện theo cơ chế quản lý nội bộ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng ĐHKK có dán nhãn TKNL, đèn LED - Quy định sử dụng nước sinh hoạt, bình nóng lạnh - Quy định thời gian sử dụng ĐHKK, đèn chiếu sáng - Sử dụng cảm biến chiếm chỗ cho hệ thống chiếu sáng 	1 lần/năm	<ul style="list-style-type: none"> - Chưa đào tạo, huấn luyện - Có phổ biến về sử dụng NLTK nhưng chưa thường xuyên

3.2. Nhận diện các hệ thống, khu vực sử dụng năng lượng đáng kể (SEU) trong bệnh viện

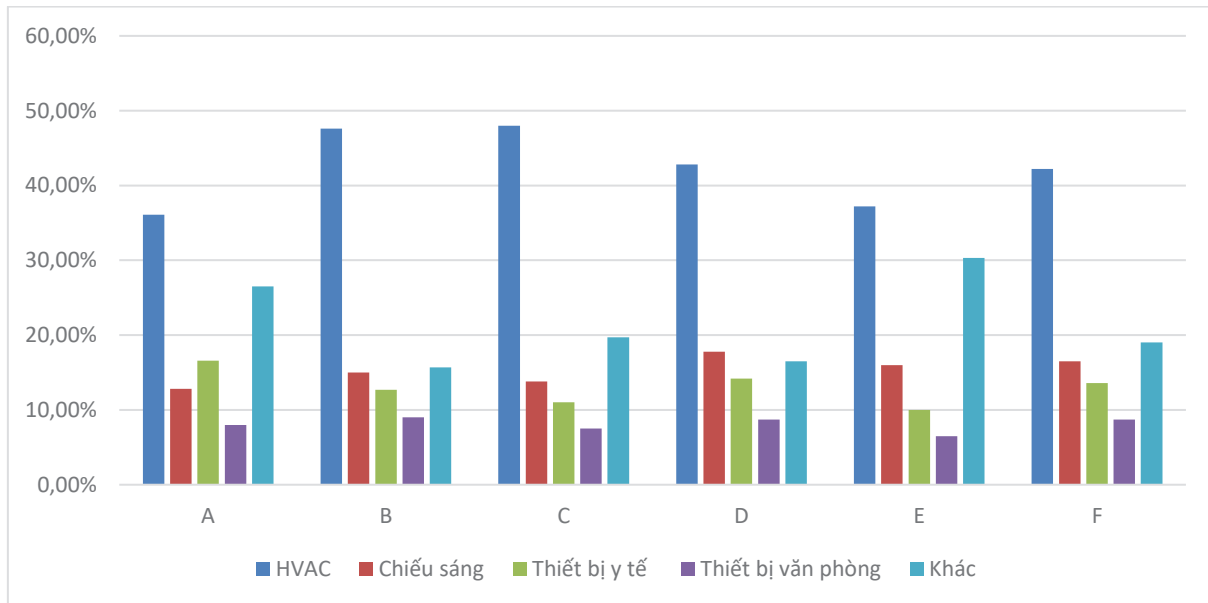
Hình 2 thể hiện sự phân bố tiêu thụ điện năng của các HTKT, thiết bị tại các bệnh viện khảo sát. Đây là kết quả phân tích dựa trên hóa đơn tiêu thụ điện, các báo cáo tiêu thụ điện trong 2 năm 2022, 2023 của các bệnh viện, thông tin của máy móc thiết bị như công suất, thời gian vận hành, phỏng vấn chuyên sâu các cán bộ quản lý tại các

phòng hành chính quản trị, phòng vật tư trang thiết bị y tế. Kết quả cho thấy hệ thống HVAC (hệ thống ĐHKK, thông gió) chiếm tỷ trọng tiêu thụ điện lớn nhất, khoảng 36 % đến 48 % so với tổng mức tiêu thụ điện của bệnh viện. Hệ thống chiếu sáng có tỷ trọng khoảng 12 % đến 17 %, các thiết bị y tế sử dụng 10 % đến 17 % điện năng. Có thể thấy 2 hệ thống này có mức tiêu thụ điện năng cao, chỉ sau hệ thống HVAC. Các thiết bị văn phòng như máy in, photo, máy tính... tiêu thụ khoảng 6 %

đến 8 %. Các hệ thống khác như bơm nước, thang máy, giặt là, tủ lạnh, nấu ăn...chiếm khoảng 19 % đến 30 % tổng mức tiêu thụ.

Kết quả phân tích này khá tương đồng với các nghiên cứu khác. Công trình bệnh viện có yêu cầu cao về khử khuẩn, trao đổi không khí, và điều kiện nhiệt độ, độ ẩm nên năng lượng tiêu tốn nhiều cho hệ thống HVAC. Hệ thống này có thể chiếm trên 35 % tổng lượng tiêu thụ năng lượng của bệnh viện ở Trung Quốc [12], nhiều hơn 50 % ở các bệnh viện Đài Loan [13], từ 30 – 65 % ở các bệnh viện Ấn Độ [14], 52 % trên tổng mức tiêu thụ năng lượng ở các bệnh viện Mỹ [15] và chiếm tỷ lệ cao nhất

đến 65 % ở các bệnh viện Úc [16]. Hệ thống chiếu sáng cũng có tỷ lệ tiêu thụ năng lượng khá cao, với tỷ lệ 30 % ở bệnh viện Ấn Độ [17], 17 % ở bệnh viện Malaysia [18, 19]. Saidur R. và cộng sự [20] chỉ ra rằng lượng tiêu thụ năng lượng ở bệnh viện bao gồm 36 % cho hệ thống chiếu sáng và 34 % cho các thiết bị y tế. Ở Việt Nam, theo số liệu kiểm toán năng lượng của nhiều bệnh viện do Trung tâm Tiết kiệm năng lượng TPHCM thực hiện thời gian qua, tỷ lệ điện năng tiêu thụ cho máy ĐHKK chiếm đến 38 % tổng điện năng tiêu thụ toàn bệnh viện.



Hình 2. Phân bố tiêu thụ điện năng tại các bệnh viện.

4. Áp dụng hệ thống quản lý năng lượng (EnMS) theo TCVN ISO 50001:2019

4.1. Yêu cầu chung

- Để áp dụng hệ thống EnMS, cần xem xét sự phù hợp với bối cảnh của bệnh viện để xác định phạm vi của EnMS, xây dựng các quá trình, kế hoạch quản lý năng lượng phù hợp. Cần xem xét về quy mô, tuyến bệnh viện, các hoạt động chức năng của bệnh viện như hoạt động khám chữa bệnh, nghiên cứu..., nguồn lực về tài chính, năng lực nhân sự, khả năng phát triển của bệnh viện, nhu cầu và mong đợi của các bên quan tâm... Đây là những yếu tố có ảnh hưởng tích cực và tiêu cực đến HQNL và hệ thống EnMS.

- Các giải pháp QLNL áp dụng để cải tiến HQNL nhưng vẫn phải đảm bảo cung cấp môi trường khám chữa bệnh tiện nghi, an toàn, tuân theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn thiết kế và quy định pháp lý liên quan, đặt người bệnh làm trung tâm.

- Cần có sự cam kết, chịu trách nhiệm của lãnh đạo cấp cao nhất để hệ thống EnMS và các kế hoạch đặt ra được thiết lập, duy trì, cải tiến liên tục.

4.2. Hệ thống quản lý năng lượng EnMS

Hệ thống EnMS theo hướng dẫn của TCVN ISO 50001:2019 [10] được thể hiện ở Hình 3. Bao gồm 4 giai đoạn thực hiện chính:

- Hoạch định (Plan): lãnh đạo bệnh viện cần ban hành chính sách năng lượng; thực hiện việc xem xét năng lượng nhằm nhận biết cơ hội cải tiến HQNL. Từ đó xác định được mục tiêu, chỉ tiêu năng lượng và lập kế hoạch hành động để đạt được mục tiêu đó.

- Thực hiện (Do): là giai đoạn thực hiện các kế hoạch hành động đã lập ra trong giai đoạn hoạch định để đạt được các mục tiêu và tiêu chí năng lượng.

- Kiểm tra, đánh giá kết quả thực hiện (Check): Mục đích của việc theo dõi, đo lường và phân tích, đánh giá là để thu thập và phân tích các dữ liệu nhằm xác định tình hình sử dụng năng lượng, mức độ cải tiến và hiệu lực của EnMS.

- Hành động cải tiến (Act): Dựa trên kết quả của bước kiểm tra, thực hiện các hành động để khắc phục sự không phù hợp.

Có thể thấy phần lớn các nội dung của hệ thống EnMS theo TCVN ISO 50001:2019 [10] phù hợp với quy định về mô hình QLNL theo quy định tại Nghị định số 21/2011/NĐ-CP [21].

a) Chính sách năng lượng

Chính sách năng lượng là nền tảng cho việc xây dựng hệ thống EnMS của bệnh viện. Chính sách năng lượng đưa ra định hướng tổng thể và các cam kết liên quan về hiệu quả năng lượng, được ban hành chính thức bằng văn bản và phổ biến cho toàn thể nhân viên bệnh viện. Ngoài ra, bệnh viện cần thành lập phòng/nhóm chuyên trách QLNL. Bộ phận này có trách nhiệm thực hiện các nhiệm vụ đã nêu trong Điều 35 của Luật số 50/2010/QH12, tham gia vào các giai đoạn PDCA của hệ thống EnMS. Tùy thuộc vào quy mô, đặc thù của bệnh viện và nguồn nhân lực sẵn có để xác định quy mô của bộ phận này.

b) Xem xét năng lượng

Xem xét năng lượng là quá trình xác định các cơ sở, hệ thống, thiết bị của bệnh viện sử dụng năng lượng đáng kể (SEU) và nhận biết, lập thứ tự ưu tiên các cơ hội cải tiến HQNL. Để có dữ liệu cho quá trình xem xét năng lượng, các đánh giá năng lượng nội bộ cần được thực hiện để xác định: các dạng năng lượng sử dụng hiện tại; các hệ thống, thiết bị sử dụng năng lượng (EU) của bệnh viện; xác định mức tiêu thụ năng lượng hiện tại của các EU. Các thông tin cần thiết để đánh giá năng lượng bao gồm: tình trạng hoạt động của các tòa nhà (số giờ hoạt động, số lượng bệnh nhân, nhân viên...), bản vẽ thiết kế lớp vỏ tòa nhà, các máy móc thiết bị của bệnh viện, cách thức đo lường mức tiêu thụ năng lượng hiện tại của bệnh viện, hóa đơn, hồ sơ mua sắm...

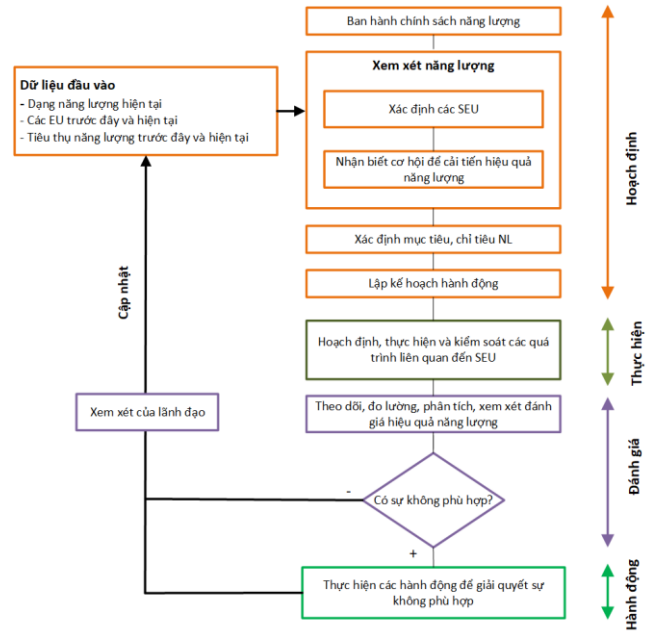
Trên cơ sở kết quả đánh giá năng lượng nội bộ, bệnh viện có thể xác định các SEU và nhận biết các cơ hội cải tiến HQNL. Các SEU có thể được xác định theo nhu cầu của bệnh viện, ví dụ theo cơ sở (khu nội trú, khu vực khám bệnh và điều trị ngoại trú, khu vực kỹ thuật nghiệp vụ...), theo quá trình hoặc hệ thống (hệ thống HVAC, chiếu sáng, quá trình thí nghiệm, xét nghiệm) hoặc thiết bị (ví dụ thiết bị y tế, nồi hơi, bình nước nóng, ĐHKK, đèn). Với mỗi SEU cần xác định:

- Các biến liên quan (yếu tố có thể định lượng) có ảnh hưởng đáng kể đến HQNL và thay đổi thường xuyên: ví dụ thời gian sử dụng, nhiệt độ, độ ẩm trong ngày, điều kiện thời tiết, khả năng có ánh sáng ban ngày và độ sáng của môi trường xung quanh, số lượng bệnh nhân, giờ làm việc, ...

- Tiêu thụ năng lượng hiện tại của mỗi SEU: ví dụ tiêu thụ điện năng (kWh/m²) của tòa nhà theo tỷ lệ sử dụng và nhiệt độ theo ngày. Tần suất thu thập dữ liệu cần ít nhất là hàng tháng nhằm xác định các xu hướng của việc tiêu thụ năng lượng.

- Nhân sự có ảnh hưởng đến mức tiêu thụ năng lượng của SEU. Ví dụ người quản lý, người sử dụng (nhân viên bệnh viện, bác sỹ, bệnh nhân và người đi cùng), người vận hành (điều dưỡng, bác sỹ, kỹ thuật viên).

Nghiên cứu các thông tin về SEU cho khoảng thời gian thích hợp, bệnh viện có thể tìm ra các cơ hội cải tiến HQNL cho các SEU. Ví dụ các cơ hội thay đổi về hành vi của người sử dụng bệnh viện, cơ hội giảm thời gian sử dụng thiết bị máy móc, giảm lượng điện tiêu thụ cho khu vực nội trú...Sau đó cần xác định và lập thứ tự ưu tiên đối với các cơ hội cải tiến HQNL; và ước lượng việc sử dụng và tiêu thụ năng lượng trong tương lai.



Hình 3. Hệ thống quản lý năng lượng dựa trên chu trình PDCA.

c) Xác định mục tiêu, chỉ tiêu năng lượng

Trên cơ sở kết quả xem xét năng lượng, bệnh viện thiết lập mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng cần đạt được. Các mục tiêu năng lượng có thể mang tính định lượng hoặc định tính, nhất quán với chính sách năng lượng và các yêu cầu pháp lý [21]. Các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng thường được sử dụng cho việc cải tiến hiệu quả các SEU và thúc đẩy các cơ hội ưu tiên đã được xác lập khi xem xét năng lượng [22]. Các chỉ tiêu năng lượng phải nhất quán với mục tiêu năng lượng và thường gắn kết với các thiết bị, hệ thống hay quá trình cụ thể. Các chỉ tiêu năng lượng cần cụ thể, có thể định lượng và thực hiện được.

Mục tiêu định lượng là các mục tiêu có thể lượng hóa và có các chỉ tiêu đối với cải tiến HQNL. Ví dụ: giảm tiêu thụ điện năng 4 % vào cuối năm, cải tiến 2 % hiệu suất của bệnh viện vào quý 4, đặt ra định mức tiêu thụ năng lượng cho từng SEU và/hoặc toàn bệnh viện trong khoảng thời gian xác định (tháng, quý, năm). Các mục tiêu cũng có thể mang tính định tính, ví dụ thay đổi hành vi, nhận thức về sử dụng năng lượng của nhân viên bệnh viện.

d) Lập kế hoạch hành động về quản lý năng lượng

Kế hoạch sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả đã được pháp luật quy định đối với các cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm. Các quy định về mẫu nội dung kế hoạch và thực hiện kế hoạch đã được hướng dẫn trong Thông tư số 25/2020/TT-BCT [9].

Theo TCVN ISO 50001:2019, để thực hiện, duy trì các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng đã đặt ra bệnh viện cần có kế hoạch hành động cụ thể. Nội dung kế hoạch cần bao gồm, nhưng không giới hạn: (1) Các hành động sẽ được thực hiện để cải tiến HQNL, (2) Phân bổ các nguồn lực cho việc thực hiện kế hoạch hành động: nhân lực, công nghệ (phần mềm, máy móc, thiết bị), tài chính. (3) Phân công đối với các nhiệm vụ

của kế hoạch quản lý năng lượng: ví dụ bộ phận QLNL phụ trách chung và có trách nhiệm báo cáo với Ban giám đốc bệnh viện, các lãnh đạo các cấp có trách nhiệm quản lý các bộ phận mình phụ trách... (3) Lịch trình cho các hành động đã được hoạch định; (4) Các phương pháp để kiểm tra xác nhận việc cải tiến hiệu quả năng lượng đạt được đối với mỗi cơ hội cải tiến năng lượng. (5) Phương pháp kiểm tra hiệu lực của kế hoạch hành động; (5) Lịch trình xem xét và cập nhật kế hoạch.

e) Thực hiện và vận hành

Đây là phần nội dung thuộc giai đoạn Thực hiện (Act) của EnMS. Trong giai đoạn này, bệnh viện quản lý các SEU và thực hiện các kế hoạch hành động đã đặt ra. Bệnh viện phải thực hiện và kiểm soát các quá trình liên quan đến các SEU (ví dụ quá trình sử dụng thiết bị, quá trình khám chữa bệnh, quá trình vận hành các khu vực của bệnh viện, quá trình vận hành của hệ thống HVAC, chiếu sáng...) theo các hướng dẫn ở điều 8 của TCVN ISO 50001:2019 [10]. Bệnh viện cần kiểm soát những thay đổi theo kế hoạch và xem xét các hệ quả của những thay đổi ngoài dự kiến, thực hiện hành động để giảm nhẹ mọi tác động bất lợi khi cần.

Việc quản lý các quá trình liên quan tới các SEU bao gồm: (1) Thiết lập tiêu chí, quy định đối với các SEU nhằm đảm bảo đạt được HQNL dự kiến. (2) Trao đổi thông tin về các tiêu chí này với các nhân viên liên quan như lãnh đạo khoa/bộ phận, bác sỹ, kỹ thuật viên... (3) Thực hiện kiểm soát, bao gồm cả việc vận hành và bảo trì, các SEU theo các tiêu chí đã đặt ra.

Bệnh viện cần xác định năng lực cần thiết của nhân viên liên quan, bao gồm cán bộ thuộc bộ phận QLNL, các kỹ sư thuộc các bộ phận bảo trì bảo dưỡng, vận hành SEU, lãnh đạo các khoa/bộ phận... Người quản lý năng lượng phải có năng lực đáp ứng các tiêu chí đã nêu trong Luật số 50/2010/QH12 [7]. Bệnh viện cần thực hiện huấn luyện, hướng dẫn, đào tạo chuyên môn về quản lý, kỹ thuật và năng lượng. Các nhân viên cần được khuyến khích phát triển liên tục, nâng cao kiến thức, kỹ năng và kinh nghiệm của mình.

f) Kiểm tra và đánh giá

Giai đoạn kiểm tra (Check) bao gồm việc (1) theo dõi, đo lường, phân tích; (2) đánh giá nội bộ hệ thống EnMS.

(1) Mục đích của việc theo dõi, đo lường, phân tích là để thu thập và phân tích các dữ liệu nhằm xác định HQNL có được cải thiện hay không, mức độ cải tiến như thế nào và hiệu lực của EnMS. Công việc này được thực hiện cho các SEU, các biến số ảnh hưởng đến các SEU, chỉ số hiệu quả năng lượng EnIP và các kế hoạch hành động [22]. Việc phân tích được thực hiện trên các dữ liệu sẵn có và dữ liệu thu thập được theo thời gian bằng các phương pháp và thiết bị đo khác nhau.

Hiệu lực của EnMS có thể được chứng tỏ thông qua việc cải tiến HQNL và các kết quả dự kiến khác. Cải tiến HQNL có thể được đánh giá thông qua việc so sánh các giá trị của EnPI với các EnB tương ứng.

Những thông tin cần được theo dõi và đo lường bao gồm ít nhất những đặc trưng sau:

- Các kế hoạch hành động có được triển khai đúng như kế hoạch

không, các quy định đặt ra còn hiệu lực không và có được thực hiện đúng không;

- Giá trị của các EnPI;
- Thời gian vận hành, cách quản lý vận hành, bảo trì bảo dưỡng... các SEU;
- Mức tiêu thụ năng lượng thực tế so với mong đợi của các SEU.

(2) Đánh giá nội bộ hệ thống EnMS được thực hiện theo các khoảng thời gian định trước (thường ít nhất là một năm) để đảm bảo hệ thống EnMS phù hợp với các yêu cầu, chính sách năng lượng, mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng, phù hợp với các yêu cầu của pháp luật, được áp dụng và duy trì một cách hiệu lực và cải tiến HQNL liên tục. Các cuộc đánh giá cần được thực hiện đảm bảo tính khách quan.

g) Sự không phù hợp và hành động khắc phục

Trong giai đoạn Hành động (Act), bệnh viện cần thực hiện các hành động khắc phục và xử lý khi phát hiện sự không phù hợp. Các nội dung chính bao gồm: (1) Xem xét sự không phù hợp; (2) Xác định nguyên nhân của sự không phù hợp và rủi ro xảy ra sự không phù hợp tương tự; (3) Đánh giá nhu cầu đối với hành động khắc phục và phòng ngừa để đảm bảo sự không phù hợp không tái diễn; (4) Thực hiện hành động; (5) Xem xét tính hiệu quả của các hành động đã thực hiện; (6) Thực hiện những thay đổi đối với EnMS nếu cần. Các hành động khắc phục cần phù hợp với mức độ nghiêm trọng của những vấn đề và hệ quả đã xảy ra.

4.3. Giải pháp quản lý vận hành cho một số SEU

a) Hệ thống thông gió và ĐHKK

- Ưu tiên sử dụng hệ thống thông gió và làm mát tự nhiên bằng cách mở các cửa sổ, cửa đi cho một số khu vực phù hợp của bệnh viện. Cần xem xét chất lượng không khí bên ngoài, điều kiện an toàn khi mở cửa.

- Quy định ngưỡng nhiệt độ ngoài trời (ví dụ khi nhiệt độ trên 29 °C) có thể bật ĐHKK, đặt ở nhiệt độ phù hợp, đảm bảo tiện nghi nhiệt cho người sử dụng. Yêu cầu về nhiệt độ, độ ẩm thích hợp cần xem xét cho các khu vực chức năng khác nhau theo quy định của tiêu chuẩn TCVN 4470:2012 [23]. Với những khu vực không có yêu cầu y tế đặc biệt như khu dịch vụ, hành chính, nội trú có thể xem xét đặt nhiệt độ phù hợp điều kiện khí hậu theo mùa, đảm bảo tiện nghi nhiệt và tiết kiệm điện. Khuyến nghị nên đặt nhiệt độ điều hòa từ 26 – 28 °C. Việc đặt nhiệt độ thích hợp, đảm bảo các thiết bị và bộ điều khiển làm lạnh được vận hành và quản lý chính xác có thể giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng.

- Khuyến khích người sử dụng bệnh viện báo cáo bất kỳ khu vực nào quá nóng, lạnh hoặc có gió lùa. Nhân viên kỹ thuật kiểm tra và thực hành bảo trì, bảo dưỡng. Như vậy, người sử dụng sẽ ít có khả năng điều chỉnh nhiệt độ bằng cách mở cửa sổ khi đang bật hệ thống ĐHKK làm mát hoặc mang máy sưởi vào phòng về mùa đông.

- Đảm bảo các ĐHKK không bị cản trở bởi các đồ đạc hay thiết bị khác. Quạt, bộ lọc không khí, ống dẫn khí bị bẩn hoặc bị lỗi ảnh

hường trực tiếp đến hiệu quả của hệ thống và làm tăng chi phí vận hành nên cần bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên.

- Kiểm tra các biện pháp kiểm soát nhiệt độ phòng tự động thường xuyên. Đảm bảo giờ hoạt động của hệ thống khớp với thời gian cần sưởi ấm, thông gió và làm lạnh vì nhu cầu thay đổi trong ngày [24].

- Có thể lắp đặt bộ truyền động tốc độ thay đổi (VSD) cho phép tốc độ đầu ra của quạt thông gió phù hợp với yêu cầu tốc độ gió tại các thời điểm khác nhau trong ngày. Việc giảm tốc độ này giúp TKNL và đồng thời tiết kiệm chi phí sưởi ấm và làm mát tương ứng. Quạt gió với động cơ công suất lớn hơn 0,56 kW phải có thiết bị điều khiển tự động cho phép tắt quạt khi không có nhu cầu sử dụng [24].

b) Hệ thống chiếu sáng

- Sử dụng đèn LED giúp tiêu thụ ít năng lượng hơn, tạo ra ít nhiệt không mong muốn và có tuổi thọ cao.

- Các khu vực có nhiều cửa sổ, đặc biệt là ở các phòng bệnh và khu vực tư vấn, cần tận dụng ánh sáng ban ngày. Thực hiện phân vùng chiếu sáng bằng cách bố trí công tắc riêng cho những đèn gần cửa sổ, và công tắc riêng cho những đèn còn lại. Nhờ vậy, ánh sáng tự nhiên được sử dụng nhiều hơn; giảm lượng nhiệt bổ sung do đèn tạo ra, có nghĩa là cần làm mát ít hơn trong mùa hè.

- Cảm biến chiếm chỗ đảm bảo đèn chỉ hoạt động khi có người. Đặc biệt hữu ích khi sử dụng trong các không gian: khu vực văn phòng được sử dụng thường xuyên; nhà vệ sinh; kho và các khu vực được khoanh vùng chiếu sáng. Tuy nhiên, các khu vực hành lang có người đi lại thường xuyên không nên dùng cảm biến để bật/tắt đèn sẽ làm cho đèn phải bật/tắt nhiều lần sẽ làm thiết bị này nhanh hỏng hơn.

- Tắt đèn khi không sử dụng. Kiểm tra vào các khung giờ trong ngày việc sử dụng đèn ở các khu vực.

- Quy định thời gian đóng, cắt điện bằng hiệu, đèn khu vực ngoài trời cho mùa hè và mùa đông.

- Đề nâng cao hiệu quả chiếu sáng và TKNL cho hệ thống chiếu sáng cần thực hiện một số giải pháp như (1) giữ cửa sổ và các thiết bị chiếu sáng trong phòng sạch sẽ; (2) thay thế những bóng đèn cũ, mờ hoặc nhấp nháy; (3) giữ cho các bộ điều khiển luôn hoạt động tốt bằng cách đảm bảo bộ hẹn giờ được đặt chính xác và mọi cảm biến sử dụng đều sạch sẽ và (4) khuyến khích đội ngũ y bác sĩ thường xuyên báo cáo các vấn đề về chiếu sáng để có kế hoạch bảo trì [24].

5. Kết luận

Quản lý vận hành bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả là một thách thức cho các bệnh viện. Phần lớn các bệnh viện ở Việt Nam đều là cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm nên cần xây dựng mô hình QLNL theo yêu cầu của Luật sử dụng năng lượng. Hệ thống quản lý năng lượng EnMS theo TCVN ISO 50001:2019 là một phương pháp xây dựng hệ thống QLNL hiệu quả và có thể giúp cải tiến năng lượng liên tục. Nghiên cứu này đã bàn luận thực trạng mô hình QLNL của 6 bệnh viện ở 3 miền Bắc, Trung, Nam ở Việt Nam. Theo đó các bệnh viện đều chưa áp dụng TCVN ISO 50001:2019, các hoạt động

quản lý cơ bản có tuân theo các hướng dẫn của pháp luật nhưng chưa được thực hiện được một cách hệ thống, chưa đem lại nhiều hiệu quả rõ rệt.

Nghiên cứu này đã trình bày được các hướng dẫn cho từng giai đoạn của chu trình PDCA của hệ thống EnMS áp dụng cho bệnh viện. Theo đó bệnh viện cần ban hành chính sách năng lượng, thành lập phòng/nhóm QLNL chuyên trách, xem xét năng lượng để xác định các hệ thống tiêu thụ năng lượng đáng kể, từ đó xác định được mục tiêu năng lượng và các chỉ số tiêu thụ năng lượng; lập kế hoạch, thực hiện các hành động theo kế hoạch và thực hiện các đánh giá sự hiệu quả của hệ thống EnMS; và thực hiện hành động khắc phục và phòng ngừa nếu cần thiết. Nghiên cứu cũng đã nhận diện được các hệ thống tiêu thụ năng lượng đáng kể bao gồm hệ thống HVAC, chiếu sáng trên cơ sở phân tích dữ liệu khảo sát thực trạng và đề xuất được các định hướng giải pháp TKNL cho các hệ thống này.

Nghiên cứu đã đạt được mục tiêu nghiên cứu ban đầu, tuy nhiên việc nghiên cứu áp dụng các hướng dẫn TCVN ISO 50001:2019 trong thực tế là cần thiết ở bước nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Bộ Xây dựng cho đề tài “Nghiên cứu xây dựng Hướng dẫn thiết kế và vận hành công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở Việt Nam”, mã số RD 22-22.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Tử Hiếu, et al. (2024). Giải pháp cải tạo và vận hành công trình y tế nhằm sử dụng năng lượng hiệu quả: Nghiên cứu điển hình tại một bệnh viện ở Hà Nội. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2V/5-2024(18),
- [2]. Karine Borges de Oliveira, et al. (2021). Guidelines for efficient and sustainable energy management in hospital buildings. Journal of Cleaner Production, 329: 129644,
- [3]. Tao Wang, et al. (2016). Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China: Barriers and drivers. Energy, 103: 588-597,
- [4]. Khaled Bawaneh, et al. Energy Consumption Analysis and Characterization of Healthcare Facilities in the United States. Energies, 2019. 12, DOI: 10.3390/en12193775.
- [5]. A.M. Papadopoulos, Chapter 11. Energy Efficiency in Hospitals: Historical Development, Trends and Perspectives, in Energy Performance of Buildings, S.-N. Boemi, O. Irulegi, and M. Santamouris, Editors. 2016, Springer International Publishing Switzerland
- [6]. Bộ Xây dựng, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09:2017/BXD - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả. 2017.
- [7]. Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả số 50/2010/QH12.
- [8]. Nghị định số 21/2011/NĐ-CP - Quy định chi tiết và biện pháp thi hành Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Chính phủ.
- [9]. Thông tư số 25/2020/TT-BCT: Quy định về việc lập kế hoạch, báo cáo thực hiện kế hoạch sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; thực hiện kiểm toán năng lượng.
- [10]. TCVN ISO 50001:2019 - Hệ thống quản lý năng lượng – Các yêu cầu và hướng dẫn sử dụng.

- [11]. Harish Kanneganti, et al. (2017). Specification of energy assessment methodologies to satisfy ISO 50001 energy management standard. *Sustainable Energy Technologies Assessments*, 23: 121-135.
- [12]. Feng Yuan, et al. (2022). Thermal comfort in hospital buildings – A literature review. *Journal of Building Engineering*, 45: 103463, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103463>.
- [13]. Shih-Cheng Hu, J. Chen, and Yew Chuah (2004). Energy Cost and Consumption in a Large Acute Hospital. *International Journal On Architectural Science*, 5,
- [14]. R. Kappor and S. Kumar (2011). *Energy Efficiency in Hospitals Best Practice Guide*. USAID ECO-III Project, International Resource Group: New Delhi, India.
- [15]. Khaled Bawaneh, et al. (2019). Energy Consumption Analysis and Characterization of Healthcare Facilities in the United States. *Energies*, 12(19): 3775
- [16]. Health Department of Sustainability in Healthcare. 2012.
- [17]. Group International Resources, *Energy Efficiency in Hospitals - Best Practice Guide*. 2009, USAID ECO-III Project, New Delhi, India.
- [18]. Noor Muhammad Abd Rahman, Lim Chin Haw, and Ahmad Fazlizan (2021). A Literature Review of Naturally Ventilated Public Hospital Wards in Tropical Climate Countries for Thermal Comfort and Energy Saving Improvements. *Energies*, 14(2): 435,
- [19]. Noor Muhammad Abd Rahman, Chin Haw Lim, and Ahmad Fazlizan (2021). Optimizing the energy saving potential of public hospital through a systematic approach for green building certification in Malaysia. *Journal of Building Engineering*, 43: 103088, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103088>.
- [20]. R. Saidur, et al. (2010). An end-use energy analysis in a Malaysian public hospital. *Energy*, 35(12): 4780-4785, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.012>.
- [21]. Bộ Xây dựng (2021). Công trình hiệu quả năng lượng - Tài liệu đào tạo nâng cao năng lực thiết kế, thi công, nghiệm thu và quản lý năng lượng (Dự án Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong các tòa nhà thương mại và chung cư cao tầng tại Việt Nam).
- [22]. TCVN ISO 50004:2016 - Hệ thống quản lý năng lượng – Hướng dẫn áp dụng, duy trì và cải tiến hệ thống quản lý năng lượng. 2016.
- [23]. TCVN 4470:2012 - Bệnh viện đa khoa - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [24]. Phạm Văn Tới, et al. (2024). Khảo sát một số bệnh viện ở Hà Nội và đề xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng hiệu quả. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng-Bộ Xây dựng*, 14(01): 48-56.