

GIẢI PHÁP CẢI TẠO VÀ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH Y TẾ NHẪM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI MỘT BỆNH VIỆN Ở HÀ NỘI

Nguyễn Tử Hiếu^a, Lê Hồng Hà^{b,*}, Trần Quang Dũng^b, Hoàng Nguyên Tùng^c,
Phạm Văn Tới^d, Chu Ngọc Huyền^c

^aKhoa Kinh tế và quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^cKhoa Kiến trúc & Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^dKhoa 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 09/11/2023, Sửa xong 30/11/2023, Chấp nhận đăng 19/01/2024

Tóm tắt

Hiện nay, hầu hết công trình y tế ở Việt Nam được xây dựng theo tiêu chuẩn kỹ thuật thông thường, việc cải tạo các công trình hiện hữu nhằm sử dụng năng lượng hiệu quả gặp nhiều thách thức về mặt quản lý và kỹ thuật. Nghiên cứu này có 2 mục tiêu chính gồm (1) nhận diện các khu vực chức năng có mức tiêu thụ năng lượng cao; và (2) đánh giá thực trạng và đề xuất định hướng giải pháp xây dựng cải tạo, quản lý vận hành công trình y tế nhằm sử dụng năng lượng hiệu quả. Tiến hành nghiên cứu điển hình ở Hà Nội với dữ liệu sơ cấp và thứ cấp được tổng hợp thông qua kỹ thuật phỏng vấn bảng hỏi, phân tích hồ sơ hoàn công công trình, khảo sát thực tế và mô phỏng bằng phần mềm Revit và Insight 360/Autodesk. Kết quả nghiên cứu và các giới hạn nghiên cứu đã được bàn luận.

Từ khóa: công trình y tế; cải tạo và vận hành; sử dụng năng lượng hiệu quả; mô phỏng; Hà Nội.

SOLUTIONS FOR RENOVATING AND OPERATING MEDICAL BUILDINGS TOWARDS ENERGY EFFICIENCY: A CASE STUDY IN HANOI

Abstract

Currently, most medical buildings in Vietnam are built according to conventional technical standards; and renovating these existing buildings to use energy effectively and economically facing many managerial and technical challenges. This study seeks (1) to identify functional areas within such medical buildings with high energy consumption; and (2) evaluate the current situation and propose solutions for renovating and operating medical buildings to use energy effectively. A case study in Hanoi was conducting with primary and secondary data collected through questionnaire interviews, analysis of construction completion documents, field surveys and simulations using Revit and Naviswork. The results and limitations of the study were discussed.

Keywords: medical buildings; renovation and operation; energy efficiency; simulation; Hanoi.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2024-18\(2V\)-02](https://doi.org/10.31814/stce.huce2024-18(2V)-02) © 2024 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Vấn đề thiếu hụt năng lượng đang thu hút sự chú ý mạnh mẽ trên toàn Thế giới, bao gồm Việt Nam. Xét trên toàn vòng đời dự án, lĩnh vực xây dựng tiêu thụ khoảng 30%-40% tổng năng lượng tiêu

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: halh@huce.edu.vn (Hà, L. H.)

thụ trên mọi lĩnh vực kinh tế-xã hội [1]. Trong đó, công trình y tế được đánh giá là một trong các loại công trình tiêu thụ năng lượng lớn nhất - là nguyên nhân dẫn đến chi phí vận hành của bệnh viện tăng cao, tác động xấu đến môi trường và tình cạnh tranh giảm [2, 3]. Theo thống kê, bên cạnh việc thải ra lượng chất thải y tế rất lớn ra môi trường [4] thì ngành y tế đang vận hành số lượng lớn các công trình và thiết bị công nghệ với mức tiêu thụ năng lượng rất cao [5]. Ví dụ, các bệnh viện Brazil tiêu thụ 10,6% năng lượng cho mục đích thương mại; ở Ấn Độ, khu vực thương mại, bao gồm lĩnh vực chăm sóc sức khỏe, tiêu thụ 7,58% tổng lượng điện [6]. Lĩnh vực y tế có tiềm năng rất lớn đóng góp giúp nền kinh tế quốc dân đạt được các mục tiêu phát triển bền vững (cả về kinh tế, xã hội, và môi trường) thông qua việc xây dựng và vận hành các công trình y tế sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả [2, 7]. Các nghiên cứu phân tích dữ liệu từ các bệnh viện ở một số nước cho thấy nếu áp dụng các giải pháp quản lý chất thải và sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả sẽ giúp giảm 33%-40% chi phí điện năng, tiết kiệm được khoảng 15 tỷ Đô la trong 10 năm [8]. Tuy nhiên, các vấn đề liên quan đến công trình y tế sử dụng năng lượng hiệu quả chỉ mới được quan tâm nghiên cứu gần đây [3], ở một số góc độ khác nhau như hệ thống tiêu chí đánh giá công trình y tế xanh [9, 10], quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình y tế hiệu quả năng lượng [11], các yếu tố rào cản, khó khăn [12], thiết kế [1, 13] và quản lý vận hành [3] công trình y tế hiệu quả năng lượng...

Tại Việt Nam, Quy hoạch phát triển hệ thống y tế Việt Nam đến năm 2025, định hướng đến năm 2035 cũng nêu rõ mục tiêu bệnh viện phải là nơi khám chữa bệnh có môi trường tiện nghi, cần tối ưu hóa sử dụng năng lượng, nước và các tài nguyên khác thông qua việc ứng dụng các giải pháp, thiết bị tiết kiệm năng lượng, các giải pháp thiết kế kiến trúc công trình xanh và sử dụng năng lượng sạch. Cả nước hiện có trên 13.544 cơ sở khám chữa bệnh trên toàn quốc và con số này ngày càng tăng nhanh đi kèm với việc đầu tư nhiều loại trang thiết bị y tế có nhu cầu điện năng rất lớn [14]. Nếu được quan tâm nghiên cứu và thúc đẩy đầu tư xây dựng mới và/hoặc cải tạo các công trình y tế có xét tới tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả sẽ mang đến lợi ích to lớn cho nền kinh tế và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Hiện nay, Việt Nam đã ban hành Luật 50/2010/QH12 về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; hàng năm đều công bố danh sách các cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm trên toàn quốc, ban hành nhiều quy định về mức tiêu hao năng lượng, dẫn nhãn năng lượng, kiểm toán năng lượng... Những năm gần đây, Việt Nam đã và đang thực hiện nhiều chương trình, dự án nghiên cứu về công trình hiệu quả năng lượng; ví dụ Chương trình Năng lượng sạch Việt Nam của USAID phối hợp với Bộ Xây dựng đã thực hiện khảo sát 280 tòa nhà nhằm giúp xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia đầu tiên về hiệu quả năng lượng trong công trình xây dựng; Dự án EECB đã thu thập được thông tin về tiêu thụ năng lượng của 195 công trình nhà văn phòng, trung tâm thương mại và khách sạn; Dự án “Nghiên cứu vật liệu thích ứng với khí hậu trong bối cảnh kinh tế xã hội của Việt Nam” (CAMaRSEC) đã khảo sát chất lượng môi trường vi khí hậu, kiểm toán năng lượng và lịch trình sử dụng của 80 căn hộ chung cư; nghiên cứu cải tạo trường học hiệu quả năng lượng [15], quản lý dự án xây dựng công trình xanh [16–18], giải pháp thiết kế kiến trúc tiết kiệm, cân bằng năng lượng [19]... Đặc biệt, Việt Nam đã ban hành QCVN 09:2017/BXD [20] quy định các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu đối với lớp vỏ bao che công trình, hệ thống thông gió và điều hòa không khí, hệ thống chiếu sáng, và các thiết bị điện khác áp dụng cho các dự án xây dựng mới hoặc cải tạo công trình có diện tích sử dụng từ 2500m² trở lên (trong đó bao gồm công trình y tế) để đảm bảo sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả. Đối với công trình y tế, khám chữa bệnh nói riêng, Việt Nam hiện đã ban hành các tiêu chuẩn kỹ thuật về thiết kế các cơ sở bệnh viện [21–24]; đây là những tài liệu hướng dẫn thiết kế ở quy mô cơ sở bệnh viện để đảm bảo các yêu cầu về quy hoạch, kiến trúc và các yêu cầu kỹ thuật chuyên môn mà không đưa ra các hướng dẫn về mặt sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả cho công trình. Tuy nhiên, có thể nói chưa có nhiều nghiên cứu trong nước về các vấn đề liên quan đến quản lý

dự án, thiết kế, xây dựng mới, cải tạo và vận hành công trình y tế nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.

Việc vận dụng bài học kinh nghiệm hay các kết quả nghiên cứu nước ngoài cần phù hợp, thích ứng với điều kiện công nghệ, quản lý, khí hậu và văn hóa, thói quen của người sử dụng ở Việt Nam. Hơn nữa, bởi vì có rất nhiều yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng sử dụng năng lượng hiệu quả của công trình như thời tiết, địa điểm xây dựng, hướng, hình khối công trình, tổ chức không gian, lớp vỏ, hệ thống kỹ thuật, văn hóa của người sử dụng, quản lý vận hành...[1] và chúng có tác động qua lại lẫn nhau nên việc cải tạo các công trình xây dựng nhằm cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng đối mặt với rất nhiều thách thức. Nghiên cứu hiện tại đóng góp vào khoảng trống nghiên cứu với hai mục tiêu nghiên cứu chính sau:

(1) Nhận diện các khu vực chức năng có mức tiêu thụ năng lượng cao trong công trình y tế;

(2) Đánh giá thực trạng tiêu thụ năng lượng đối với một công trình y tế và đề xuất định hướng giải pháp xây dựng cải tạo, quản lý vận hành công trình y tế nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.

2. Yếu tố ảnh hưởng đến tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả của công trình y tế

Luật 50/2010/QH12 nêu rõ “sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả là việc áp dụng các biện pháp quản lý và kỹ thuật nhằm giảm tổn thất, giảm mức tiêu thụ năng lượng của các phương tiện, thiết bị, mà vẫn bảo đảm nhu cầu, mục tiêu đặt ra đối với quá trình sản xuất và đời sống” [25]. Nhìn chung, tính năng hiệu quả năng lượng của một công trình nói chung, công trình y tế nói riêng sẽ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố chính sau:

2.1. Đặc điểm, chức năng hoạt động của công trình

Đặc điểm, chức năng hoạt động của công trình ảnh hưởng lớn đến các giải pháp thiết kế, vận hành công trình nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả. Công trình y tế có chức năng chính là thực hiện các hoạt động khám, chữa bệnh do vậy có nhiều đặc điểm rất khác với các loại công trình nhà ở, công trình thương mại, trường học...[26, 27]. Thứ nhất, công trình y tế là tổ hợp của rất nhiều loại phòng không gian chức năng khác nhau, và phần lớn được sử dụng liên tục 24h trong ngày, 7 ngày trong tuần [3, 13]. Thứ hai, công trình y tế có tỷ lệ cao các không gian chức năng có yêu cầu kiểm soát đặc biệt về môi trường trong nhà như nhiệt độ, độ ẩm, thông gió, khử trùng, hạn chế gió hay ánh sáng tự nhiên; ví dụ phòng cấp cứu, phòng mổ, phòng hậu phẫu, phòng điều trị tích cực...[3]. Thứ ba, công trình y tế thường cần sử dụng nhiều thiết bị y tế có mức tiêu thụ năng lượng lớn, ví dụ máy chụp cắt lớp CT, máy chụp cộng hưởng từ MRI ...[28]; hơn nữa, trong số đó có nhiều thiết bị phải được sử dụng trong điều kiện môi trường vi khí hậu được kiểm soát nghiêm ngặt bằng hệ thống điều hòa không khí [1, 3, 26]. Cuối cùng, đối tượng sử dụng công trình y tế có số lượng lớn, đa dạng về tuổi, thói quen, văn hóa, nhận thức và thường xuyên thay đổi...Những đặc điểm như vậy đã làm cho mức tiêu thụ năng lượng ở các cơ sở y tế là rất lớn và cần được xem xét khi lựa chọn giải pháp thiết kế, vận hành nhằm sử dụng năng lượng hiệu quả.

2.2. Vị trí khu đất, vị trí và hướng công trình

Điều kiện khí hậu như bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm không khí, lưu lượng và chế độ gió của địa điểm xây dựng có vai trò rất quan trọng, là cơ sở để lựa chọn và nâng cao tính hiệu quả của các giải pháp công trình sử dụng năng lượng tiết kiệm [29]. Tùy vào đặc điểm khu đất, việc xác định vị trí xây dựng công trình và khoảng cách giữa các tòa nhà có ảnh hưởng đến lượng bức xạ mặt trời trực tiếp, hướng gió và tốc độ lưu thông không khí xung quanh tòa nhà [1, 13, 27]. Hướng tòa nhà có ảnh hưởng lớn đến tổng lượng bức xạ mặt trời nhận được, lượng gió đến, khả năng làm mát tự nhiên và lượng nhiệt thất thoát do đối lưu. Bởi vậy, tùy vào đặc điểm địa lý và khí hậu khu vực và bản thân công trình để lựa chọn được hướng của công trình một cách tối ưu nhằm đảm bảo đạt được hiệu quả

sử dụng năng lượng [1, 29]. Với các khu vực chức năng cần có thông gió tự nhiên và thường xuyên sử dụng thông gió tự nhiên, hướng của mặt đứng ở khu vực đó cần lựa chọn để có thể đón được nhiều gió tốt. Để xác định được các hướng gió tốt cho từng địa điểm xây dựng có thể dựa vào số liệu trong QCVN02:2022 kết hợp với kiểm tra thực tế tại địa phương. Ngược lại các khu vực không cần hoặc ít dùng thông gió tự nhiên nên bố trí ở những hướng ít gió nhằm tránh thất thoát nhiệt. Các giải pháp về hướng của các mặt đứng công trình luôn cần đi kèm với các giải pháp che nắng phù hợp.

2.3. Hình khối công trình

Yếu tố hình khối công trình có thể được xét đến với các yếu tố liên quan đến hình dáng và kích thước công trình; các yếu tố này có ảnh hưởng lớn, trực tiếp đến khả năng thu nhận hay thất thoát nhiệt, và lưu lượng gió đến và đi; từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả năng lượng của công trình [1]. Tùy vào điều kiện khí hậu khu vực và yêu cầu về kiểm soát vi khí hậu của không gian chức năng cụ thể mà hình khối công trình tối ưu về hiệu quả năng lượng cũng khác nhau.

Với các khu vực chức năng hoặc các tòa nhà cần có thông gió tự nhiên và sử dụng nhiều thông gió tự nhiên, giải pháp hình khối công trình cần tăng diện tích mặt ngoài công trình tiếp xúc với môi trường xung quanh đồng thời tăng diện tích các lỗ mở trên mặt đứng và bố trí cửa phù hợp bên trong các hành lang nhằm tạo điều kiện cho lưu thông gió qua các khu vực cần thông gió tự nhiên. Ngược lại với các khu vực chức năng hoặc các tòa nhà cần ít thông gió tự nhiên thì giải pháp hình khối công trình cần hướng tới việc giảm thiểu diện tích mặt ngoài công trình tiếp xúc với môi trường xung quanh. Các trường hợp mà điều hòa không khí hoặc thông gió tự nhiên sẽ cần thiết cho những thời điểm khác nhau, chế độ hoạt động khác nhau thì cần phân tích điều kiện tự nhiên và công năng để lựa chọn hướng ưu tiên trong thiết kế và vận hành.

2.4. Mặt bằng công năng và tổ hợp không gian

Trong khi mặt bằng công năng được tối ưu sẽ giúp cho các hoạt động chuyên môn trong bệnh viện được diễn ra thuận lợi nhất thì tổ hợp không gian phù hợp với mặt bằng đó và thích ứng với các điều kiện tự nhiên của khu đất sẽ giúp tăng hiệu quả sử dụng và hiệu quả năng lượng của các không gian của công trình [27]. Điều này càng có ý nghĩa khi các yêu cầu về tiện nghi nhiệt, về chất lượng thông gió và chiếu sáng trong bệnh viện đều ở mức cao so với các loại công trình khác [13, 26]. Ví dụ các không gian cần làm mát 24/24 giờ hàng ngày vào mùa nóng như khu hậu phẫu, phòng cấp cứu, khu nội trú ... cần được bố trí tại khu vực ít chịu tác động của bức xạ mặt trời nhất vào thời gian tương ứng [27].

2.5. Lớp vỏ công trình

Lớp vỏ của công trình gồm các kết cấu như tường, vách ngoài, cửa sổ, cửa đi, nền, trần tầng trên cùng hay mái có chức năng ngăn cách không gian bên trong và bên ngoài công trình. Cấu tạo các lớp vật liệu, diện tích vật liệu xuyên sáng, hình thức mặt đứng, độ nghiêng/dốc của mái, màu sắc, đặc tính cách nhiệt, độ kín khít của các kết cấu này và các giải pháp chắn nắng có ảnh hưởng rất lớn đến mức tiêu thụ năng lượng của công trình [27, 29, 30]. Trong khi chi phí xây dựng lớp vỏ công trình chiếm 15% đến 40% tổng chi phí xây dựng, thì sự đóng góp của nó vào chi phí vòng đời rất lớn, đặc biệt là chi phí năng lượng là khoảng 60% [27, 29].

2.6. Vật liệu xây dựng có tính năng hiệu quả năng lượng

Xét toàn vòng đời công trình, đặc tính hiệu quả năng lượng của vật liệu xây dựng cần xem xét cả trong giai đoạn sản xuất, thi công và vận hành công trình [29]. Các vật liệu hiệu quả năng lượng trong giai đoạn sản xuất là những vật liệu có năng lượng hàm chứa (embodied energy) thấp; ví dụ vật liệu tái chế, vật liệu nguồn gốc tự nhiên có khả năng tái tạo như tre, gỗ... và các vật liệu được sản xuất với

công nghệ hiện đại như gạch không nung. Các vật liệu hiệu quả năng lượng trong giai đoạn thi công ví dụ như vật liệu địa phương – tiết kiệm năng lượng trong quá trình vận chuyển. Các vật liệu hiệu quả năng lượng trong vận hành công trình gồm những vật liệu có đặc tính cách nhiệt tốt, hạn chế hấp thụ bức xạ mặt trời, ví dụ kính low-E 2 lớp [27, 29].

2.7. Cảnh quan không gian ngoài nhà

Cảnh quan không gian ngoài nhà như sân, cây, cỏ, mặt nước... có ảnh hưởng rất đáng kể đến hiệu quả năng lượng của công trình [27]. Cây xanh, mặt nước có tác dụng tạo bóng râm, hạn chế bức xạ chiếu trực tiếp vào công trình hay giúp làm mát không khí thông qua quá trình chuyển hóa nước thành hơi nước. Thảm cỏ hay các bề mặt sân với các vật liệu lát ít hấp thụ nhiệt bức xạ mặt trời sẽ giúp hạn chế hiện tượng đảo nhiệt đô thị, giúp không khí xung quanh công trình mát về đêm, từ đó giảm được nhu cầu năng lượng cho thông gió, làm mát công trình. Một nghiên cứu cho thấy nếu giải pháp cảnh quan bên ngoài được thiết kế và xây dựng thích hợp với điều kiện môi trường và công trình thì có thể giúp giảm được chi phí năng lượng để làm mát vào mùa hè hay sưởi ấm vào mùa đông cho công trình ở mức khoảng 30% [29].

2.8. Hệ thống kỹ thuật công trình

Hệ thống HVAC, hệ thống chiếu sáng được đánh giá là hệ thống sử dụng năng lượng nhiều nhất trong các cơ sở y tế. Việc thiết kế các hệ thống này bao gồm lựa chọn các thiết bị điều hòa không khí, đèn có công nghệ tiết kiệm năng lượng; phân vùng chiếu sáng, làm mát hợp lý giữa các không gian; quản lý vận hành hiệu quả sẽ giúp cho các cơ sở y tế giảm được lượng tiêu thụ điện năng rất lớn [27, 31].

Vai trò quan trọng của những yếu tố trên đối với tính năng hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình xây dựng đã được khẳng định khi được đề cập trong các yêu cầu kỹ thuật của QCVN 09:2017/BXD. Tiêu chuẩn này nhấn mạnh các yêu cầu kỹ thuật về (1) Lớp vỏ bao che công trình; (2) Hệ thống thông gió và điều hòa không khí; (3) Hệ thống chiếu sáng; và (4) Các thiết bị điện khác (động cơ điện; hệ thống cấp nước nóng). Các hệ thống đánh giá công trình xanh như LOTUS, LEED, LOTUS, Green Star... [32, 33] cũng đề cập đến các yếu tố này. Trong đó LOTUS đưa ra các tiêu chí đánh giá về tính hiệu quả năng lượng đối với công trình phi nhà ở gồm: (1) Lớp vỏ bao che công trình; (2) Hệ thống thông gió tự nhiên và điều hòa không khí; (3) Hệ thống chiếu sáng nhân tạo; (4) Hệ thống quản lý và giám sát năng lượng; và (5) Sử dụng năng lượng tái tạo [20]. Do đó khi xây mới hay cải tạo các công trình cho mục đích nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, chúng ta cần đặc biệt lưu ý đến các yếu tố trên.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Xây dựng tiêu chí đánh giá tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả của công trình y tế

Để đạt mục tiêu nghiên cứu, các tiêu chí đánh giá tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả của công trình y tế cần được xác định. Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng đã trình bày ở mục 2, nghiên cứu này đã thực hiện đánh giá thực trạng các công trình y tế về tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả tập trung vào 04 khía cạnh với 11 nội dung đánh giá chính như trong Bảng 1.

3.2. Kỹ thuật thu thập và phân tích dữ liệu

Nghiên cứu thu thập dữ liệu sơ cấp và thứ cấp thông qua khảo sát bằng bảng hỏi, khảo sát thực địa, phân tích hồ sơ hoàn công và mô phỏng bức xạ mặt trời tác động lên công trình bằng phần mềm.

Bảng 1. Các nội dung đánh giá thực trạng tòa nhà hiện hữu về tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả

Khía cạnh đánh giá	Nội dung đánh giá thực trạng
Quy hoạch và kiến trúc công trình	Vị trí, hình khối, hướng chính công trình Thực trạng dây chuyền công năng và tổ hợp không gian Thực trạng về lớp vỏ công trình Thực trạng về các phòng chức năng và không gian chuyển tiếp
Hệ thống kỹ thuật	Thực trạng hệ thống thông gió, điều hòa không khí Thực trạng hệ thống chiếu sáng nhân tạo Thực trạng hệ thống cấp thoát nước, hệ thống đun nước nóng
Năng lượng tái tạo	Thực trạng hệ thống năng lượng tái tạo
Quản lý vận hành công trình	Thực trạng hệ thống giám sát tiêu thụ năng lượng Thực trạng hoạt động quản lý vận hành, bảo trì bệnh viện Thái độ, nhận thức, hành vi, thói quen của người sử dụng bệnh viện về tiết kiệm năng lượng

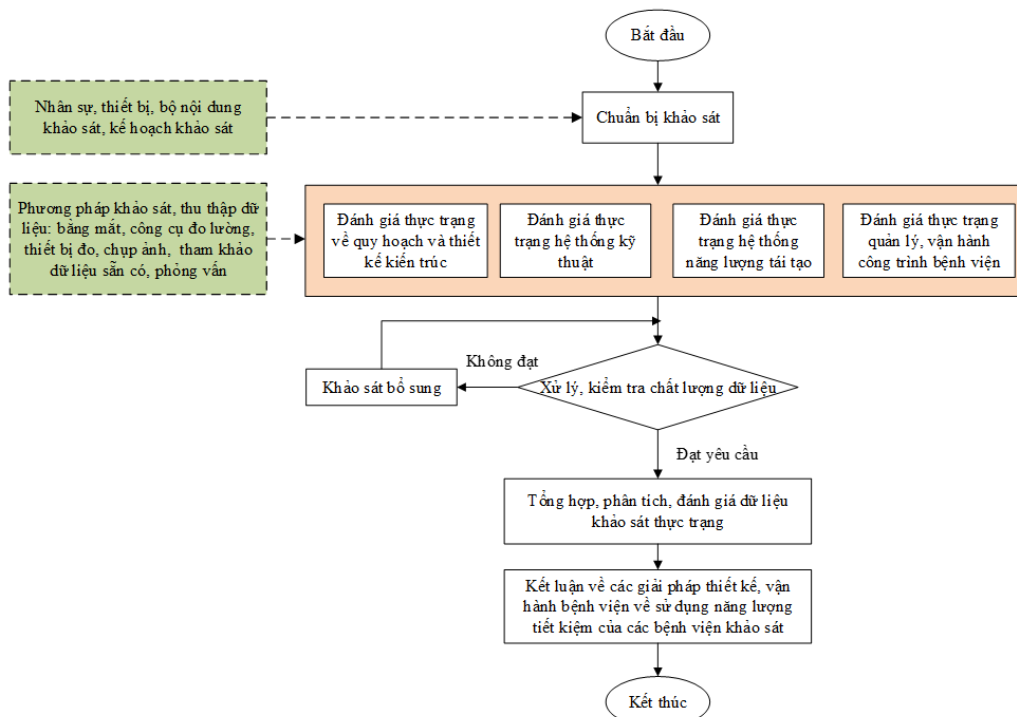
a. Đối với mục tiêu nhận diện khu vực chức năng có mức tiêu thụ năng lượng cao

Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá định tính thông qua khảo sát bảng hỏi với lãnh đạo và nhân viên của các bệnh viện ở Hà Nội. Phương pháp này được lựa chọn vì hiện nay phần lớn các bệnh viện không lắp đặt các công tơ điện riêng cho từng khu vực chức năng chuyên môn nên phương pháp kiểm toán tiêu thụ điện năng cho từng khu vực là không khả thi. Bảng hỏi gồm 3 phần: Phần 1 là các câu hỏi về thông tin người trả lời; Phần 2 là danh mục các khu vực chức năng chính, phổ biến của các bệnh viện. Người tham gia khảo sát được yêu cầu đánh giá mức độ tiêu thụ năng lượng của mỗi khu vực theo nhóm gồm nhóm khu vực tiêu thụ cao, trung bình và thấp và nêu lý do. Với mục tiêu nghiên cứu hiện tại, quy mô mẫu không yêu cầu tối thiểu, chúng tôi đã gửi bảng hỏi thông qua SurveyMonkey. Ban đầu có 22 đối tượng từ 12 cơ sở bệnh viện ở Hà Nội được tiếp cận, sau đó các đối tượng phỏng vấn tiếp theo được tiếp cận thông qua kỹ thuật quả cầu tuyết – mỗi cá nhân tham gia khảo sát được yêu cầu giới thiệu thêm các chuyên gia khác thông qua mối quen biết cá nhân để tham gia vào cuộc khảo sát. Kết quả, nghiên cứu nhận được 93 phản hồi.

b. Đối với mục tiêu đánh giá thực trạng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả của một công trình y tế

Tòa nhà Trung tâm điều hành khám chữa bệnh 5 tầng (Tòa A) của Bệnh viện X tại Hà Nội được lựa chọn để tiến hành nghiên cứu điển hình do tòa nhà này có quy mô lớn, đa dạng khu vực chức năng phục vụ khám chữa bệnh (bao gồm khu vực tiếp nhận bệnh nhân vào, khu vực quầy thuốc, khu vực cấp cứu ban đầu, khoa chẩn đoán hình ảnh, khoa nội thần kinh tiêu hóa, hô hấp, khoa kiểm soát nhiễm khuẩn, khoa y học cổ truyền và phục hồi chức năng, khu vực khoa kiểm soát nhiễm khuẩn, và khoa nội tim mạch – thận – khớp – nội tiết chuyển hóa...). Quy trình đánh giá gồm các bước như Hình 1. Trong quy trình này, các dữ liệu thứ cấp được thu thập gồm các bản vẽ hoàn công công trình, hồ sơ quản lý thiết bị công trình, và mức tiêu thụ năng lượng hàng tháng. Các dữ liệu sơ cấp được thu thập gồm đặc điểm quy hoạch và thiết kế kiến trúc, hệ thống kỹ thuật, hệ thống năng lượng tái tạo và công tác quản lý, vận hành công trình. Để có dữ liệu về lượng bức xạ mặt trời chiếu trực tiếp đến công trình, nghiên cứu đã sử dụng phần mềm Autodesk Insight 360 để tính toán, phân tích dựa trên mô hình kiến trúc được tạo lập bằng Revit. Các dữ liệu về mức tiêu thụ điện năng của các cơ sở, hệ thống trong

bệnh viện được phân tích dựa vào các hóa đơn điện tổng của bệnh viện và hóa đơn điện các tòa nhà, số lượng, công suất và thời gian sử dụng của các máy, thiết bị, hệ thống trong tòa nhà.

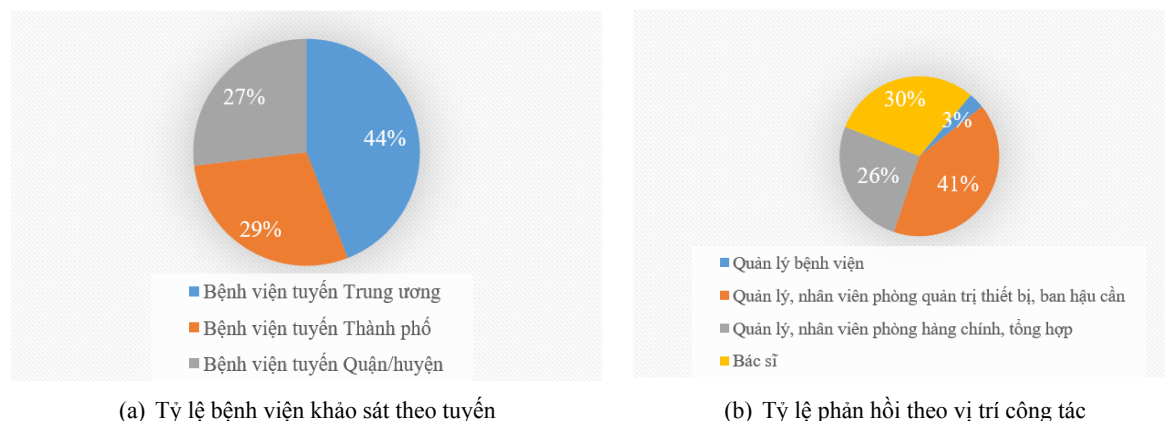


Hình 1. Quy trình khảo sát đánh giá thực trạng công trình y tế

4. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

4.1. Phân nhóm các khu vực chức năng trong cơ sở bệnh viện theo mức tiêu thụ năng lượng

Thông tin về mẫu phản hồi như Hình 2. Thông tin cho thấy mẫu chủ yếu là cán bộ quản lý, nhân viên các phòng quản trị thiết bị và phòng hành chính – đây là những phòng có chức năng quản lý về vận hành và kiểm toán năng lượng; bởi vậy dữ liệu thu được có độ tin cậy cao. Kết quả phân tích dữ liệu được trình bày như Bảng 2.



Hình 2. Thông tin mẫu khảo sát

Bảng 2. Đánh giá mức tiêu thụ điện năng của các khu vực chức năng

TT	Khu chức năng	Mức tiêu thụ năng lượng			Tổng hợp các lý do
		Cao	Trung bình	Thấp	
1	Khu cấp cứu	90*	3*	0*	Hoạt động 24/7; điều hòa, quạt liên tục; khu vực mở do người di chuyển vào ra liên tục.
2	Khu điều trị hồi sức tích cực, chống độc	93	0	0	Hoạt động 24/7; sử dụng điều hòa, quạt liên tục; sử dụng nhiều thiết bị y tế công suất liên tục.
3	Khu chẩn đoán hình ảnh, xét nghiệm, thăm dò chức năng	93	0	0	Hoạt động khoảng 15-20h/ngày; sử dụng điều hòa, quạt trong phần lớn thời gian trong ngày; sử dụng nhiều thiết bị y tế công suất lớn liên tục.
4	Khu phẫu thuật	89	4	0	Hoạt động khoảng 12h/ngày; điều hòa, quạt liên tục;
5	Khu khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú	87	3	3	Hoạt động khoảng 10-12h/ngày; sử dụng điều hòa, quạt liên tục.
6	Khu điều trị nội trú	83	5	5	Hoạt động 24/7; sử dụng điều hòa, quạt nhiều; ý thức sử dụng điều hòa của người bệnh và người nhà chưa cao, còn lãng phí.
7	Khu hành chính	91	2	0	Hoạt động chủ yếu vào ban ngày; sử dụng điều hòa, quạt liên tục.
8	Khu dịch vụ tổng hợp	0	91	2	Hoạt động chủ yếu vào ban ngày; sử dụng điều hòa, quạt liên tục; hướng Tây.
9	Khu tang lễ và giải phẫu bệnh	10	72	11	Hoạt động 24/7; sử dụng điều hòa liên tục; hướng Tây Nam.

Ghi chú: (*) là con số người phản hồi đánh giá mức tiêu thụ năng lượng cho từng không gian chức năng (trên tổng 93 người tham gia đánh giá)

Kết quả cho thấy trong 9 khu vực chức năng được khảo sát, có tới 7 khu vực được đánh giá ở mức tiêu thụ năng lượng cao với tỷ lệ đồng thuận rất cao từ 93,5% đến 100%. Có 2 khu vực được phần lớn phản hồi (từ 79% đến 98%) xếp vào nhóm mức tiêu thụ năng lượng trung bình gồm khu dịch vụ tổng hợp và khu tang lễ và giải phẫu bệnh. Trong khi đó, có 3 khu vực gồm khu khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú, khu điều trị nội trú, và khu dịch vụ tổng hợp có nhận được một số ít phản hồi đánh giá ở mức độ tiêu thụ năng lượng thấp; điều lưu ý là tất cả những phiếu phản hồi này đều từ cơ sở bệnh viện tuyến huyện nơi mà thực tế thì các khu vực chức năng này có hệ thống làm mát bằng quạt, chưa được lắp điều hòa hoặc rất hạn chế dùng điều hòa.

Nhìn chung, kết quả phân tích dữ liệu phần nào phản ánh rằng tại Tòa A thì các khu vực sau có mức tiêu thụ năng lượng cao gồm: khu cấp cứu, khu điều trị hồi sức tích cực và chống độc, khu chẩn đoán hình ảnh, xét nghiệm, thăm dò chức năng, khu phẫu thuật, khu khám bệnh đa khoa và điều trị

ngoại trú, khu điều trị nội trú, và khu hành chính. Kết quả này là khá tương thích với các nghiên cứu trước, ví dụ Shi, Yan [1] trích dẫn rằng khu vực trung tâm lồng ngực, khu vực điều trị hồi sức, khu vực điều trị nội trú, và khu vực điều trị ngoại trú và cấp cứu là những khu vực có mức tiêu thụ điện năng lớn trong bệnh viện của Changsha, Trung Quốc.

4.2. Kết quả phân tích dữ liệu và bàn luận về thực trạng Tòa nhà A

a. Đặc điểm vị trí, hình khối và hướng công trình

Tòa nhà A (Trung tâm điều hành khám chữa bệnh) được đặt tại vị trí trung tâm của phần trước khu đất, phía Bắc giáp sân đỗ xe, gần cổng chính; phía Đông giáp đường nội bộ, ranh giới phía đông của khu đất; phía Nam giáp tòa nhà 3 tầng; phía Tây giáp tòa nhà khối cơ quan 4 tầng và tòa nhà 12 tầng. Về mặt cảnh quan xung quanh, tòa A sát tòa nhà 12 tầng ở phía Tây và Nam (một phần), giữa chúng có khe thoáng tương đối nhỏ (gần 6 m) có dạng hình chữ L; xung quanh tòa A có trồng cây xanh chiều cao thấp để tạo tán, bóng mát, không gian xanh và phần lớn nền sân bị bê tông hóa (Hình 3).

Về khía cạnh hình khối công trình, tòa nhà A cao 5 tầng, tổ hợp không gian dạng phân khu theo cánh nhà và có sân trong, nhằm vừa đáp ứng các yêu cầu về công năng vừa thích ứng với điều kiện khí hậu của địa điểm xây dựng. Việc dùng hành lang bên để liên hệ các phòng tại khu vực này một mặt giúp tăng thông gió và chiếu sáng tự nhiên, mặt khác sẽ làm tăng khả năng thất thoát nhiệt. Cánh nhà không tiếp giáp với sân trong của tòa nhà A dùng hành lang giữa để liên hệ các phòng chức năng với nhau, tạo nên một khu vực đặc hơn về hình khối. Về khía cạnh hướng, tòa nhà A có đa số mặt đứng hướng về phía Bắc và phía Nam; các mặt dài nhất của tòa nhà là hướng Bắc và Nam, các mặt còn lại của tòa nhà có hướng Đông, Tây, Đông Nam và Tây Bắc.

Để đánh giá tính thích ứng của cửa tòa nhà A với điều kiện khí hậu của khu vực qua các khía cạnh hình khối, hướng và quan hệ với các công trình xung quanh, nghiên cứu tiến hành tạo lập và chạy mô phỏng đánh giá tác động bức xạ mặt trời lên công trình bằng phần mềm Autodesk Insight 360 và Revit. Theo QCVN 02:2022/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng thì tổng bức xạ trên mặt phẳng ngang tại Hà Nội cao nhất vào tháng 6 và 7 (khoảng 6299-6198 kWh/m²) và thấp nhất vào tháng 1 và 2 (khoảng 2687-2741 kWh/m²) [34]. Do đó nghiên cứu lựa chọn hai khoảng thời gian này để tính toán. Số liệu khí hậu của các chương trình nói trên lấy từ Global Typical Meteorological Years (TMYx) được phát triển và cập nhật bởi Linda K Lawrie và Drury B Crawley. Giá trị trung bình tổng bức xạ một ngày (từ khi mặt trời mọc tới khi mặt trời lặn) của các ngày trong hai khoảng thời gian trên cho kết quả mô phỏng bức xạ mặt trời của tòa nhà A. Kết quả mô hình (Hình 4) cho thấy:

- Vào thời gian tháng 6 và 7, phần mặt đứng (không được chắn bởi tòa nhà 12 tầng) ở hướng Tây, các mảng tường nhô ra ở hướng Đông Bắc, các bề mặt nằm ngang, bao gồm một phần của sân trong

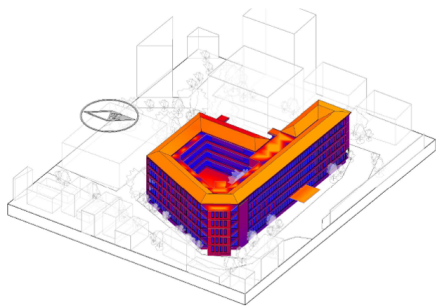


Hình 3. Tổng mặt bằng khuôn viên cơ sở của Bệnh viện X

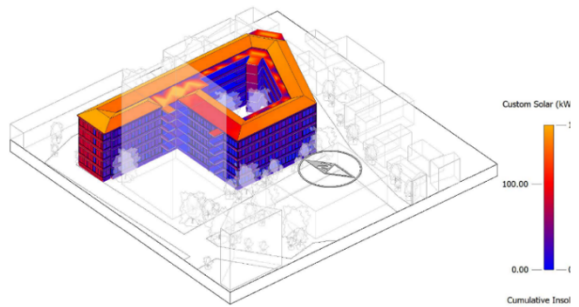
và các bề mặt mái nhận tổng bức xạ mặt trời ở mức cao nhất (đạt khoảng 169 kWh/m^2); tiếp theo là mặt đứng hướng Đông Nam; còn mặt đứng hướng Bắc và phần mặt đứng hướng Tây được che bởi toà nhà 12 tầng tiếp nhận mức độ bức xạ thấp nhất;

- Vào thời gian tháng 1 và 2, các mặt đứng hướng Nam, Đông Nam và các mái tòa nhà nhận được lượng bức xạ nhiệt khá tốt; tuy nhiên mặt đứng hướng Bắc và Tây nhận được lượng bức xạ rất thấp.

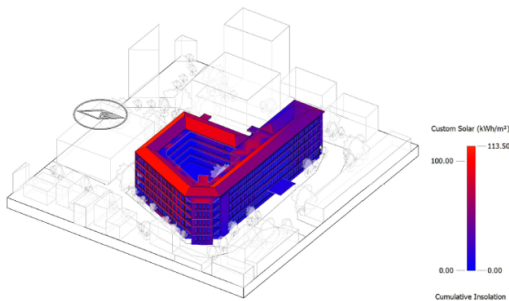
Như vậy, có thể thấy hình khối và hướng của tòa nhà hiện nay giúp tăng diện tích tiếp xúc mặt ngoài hướng Nam, Đông Nam, tạo điều kiện thuận lợi cho chiếu sáng tự nhiên nhưng vẫn còn một vài điểm chưa tối ưu. Đó là khu vực sân trong chưa khai thác được hướng gió tốt Đông Nam vào mùa hè; vào mùa đông và mùa xuân một cánh nhà bị che bởi khối nhà 12 tầng nên không được sưởi ấm bằng bức xạ mặt trời trực tiếp ...



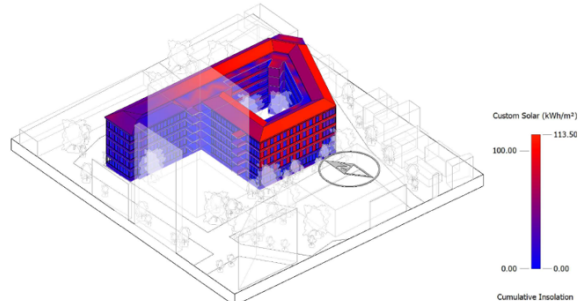
(a) Bức xạ mặt trời Nhà 5 tầng tháng cao nhất (nhìn từ hướng Đông Bắc)



(b) Bức xạ mặt trời Nhà 5 tầng tháng cao nhất (nhìn từ hướng Tây Nam)



(c) Bức xạ mặt trời Nhà 5 tầng tháng thấp nhất (nhìn từ hướng Đông Bắc)



(d) Bức xạ mặt trời Nhà 5 tầng tháng thấp nhất (nhìn từ hướng Tây Nam)

Hình 4. Kết quả chạy mô phỏng đánh giá lượng bức xạ mặt trời trực tiếp lên công trình

b. Giải pháp kiến trúc tổ hợp không gian chức năng và không gian chuyển tiếp

Nghiên cứu tiếp tục đánh giá, phân tích tính thích ứng của các giải pháp kiến trúc về dây chuyền công năng, tổ hợp không gian, phòng chức năng và không gian chuyển tiếp, lớp vỏ công trình với đặc điểm vị trí, hình khối và hướng của tòa nhà xét trên khía cạnh hiệu quả năng lượng. Đối với công trình y tế, dây chuyền công năng, tổ hợp không gian, phòng và không gian chuyển tiếp trước hết cần được thiết kế theo tiêu chuẩn riêng đảm bảo yêu cầu kỹ thuật về chuyên môn đặc thù [21–24]. Xét đến tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả, phân tích bản vẽ hoàn công và dữ liệu khảo sát thực tế cho thấy:

- Các không gian cùng nhóm công năng hoặc có chức năng phối hợp với nhau được liên kết theo phương ngang thông qua các hành lang; trong đó hơn 2/3 là hành lang bên giúp tận dụng thông gió và chiếu sáng tự nhiên nhưng lại làm tăng thất thoát nhiệt vào mùa đông (Hình 4(a));

- Tại tòa nhà A, các khối chức năng được bố trí xung quanh nút giao thông chính theo chiều đứng là cụm thang máy và thang bộ ở giao điểm của ba cánh nhà; giải pháp này giúp tăng hiệu quả di chuyển và tạo điều kiện thuận lợi trong việc bố trí hệ thống kỹ thuật chiếu sáng và thông gió, gián tiếp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình;

- Các không gian chức năng chính cần nhiều sự phối hợp, hỗ trợ như khu cấp cứu, trung tâm thí nghiệm (Labo), khu điều trị tích cực, khu vực chạy thận được bố trí tập trung ở khu vực hành lang giữa của cánh nhà nhằm đảm bảo yêu cầu hạn chế thông gió tự nhiên, đồng thời tính kết nối và “nén” không gian cũng đạt được; từ đó giúp hệ thống chiếu sáng và thông gió điều hòa không khí (HVAC) được vận hành hiệu quả hơn. Hơn nữa, những không gian chức năng này có nhu cầu tiêu thụ điện năng rất lớn, việc chúng được bố trí ở cánh nhà tiếp nhận lượng bức xạ nhiệt mặt trời thấp vào mùa nóng (Hình 4(a), (b)) được đánh giá là rất phù hợp;

- Có khoảng thông tầng giữa tầng 1 và 2, phía bên trên của sảnh chính giúp tăng khả năng lấy ánh sáng tự nhiên, giảm nhu cầu sử dụng chiếu sáng nhân tạo ở khu vực xung quanh này (Hình 5).



Hình 5. Không gian thông tầng

- Hầu hết các phòng chức năng khám bệnh và làm việc của y bác sĩ đều đặt ở khu vực hành lang bên, nâng cao hiệu quả sử dụng ánh sáng và thông gió tự nhiên;

- Khu vực hành lang bên ở sân trong để thoáng giúp tăng khả năng thu nhận ánh sáng tự nhiên nhưng do không được kết nối với bên ngoài tối ưu (có 2 khoảng không kết nối nhưng lại được bố trí cùng trên mặt hướng Tây) dẫn đến tình trạng thiếu thông gió (Hình 6). Để khắc phục nhược điểm này, giải pháp hiện nay là bố trí các phòng điều trị nội trú (yêu cầu hạn chế tiếp xúc gió tự nhiên) có cửa sổ mở về phía các hành lang này, đồng thời được cách ly với mặt đứng ngoài bằng lớp không gian nhà vệ sinh đã được lựa chọn – đây là giải pháp tốt vì vừa có khả năng đảm bảo nhận đủ ánh sáng tự nhiên, hạn chế ảnh hưởng bức xạ nhiệt vào mùa hè, từ đó nâng cao hiệu quả về sử dụng năng lượng, đồng thời đáp ứng yêu cầu hạn chế gió tự nhiên của khu vực chức năng điều trị nội trú;



Hình 6. Kiến trúc khoảng giếng trời

- Các giải pháp bố trí cầu thang và các phòng phụ trợ ở đầu hồi phía Tây của tòa A, sử dụng các hành lang cầu ở các tầng 2, 3, 4 nối liền kết ngang giữa tòa A với tòa nhà 12 tầng ở phía Tây Nam đã

giúp giảm tác hại của bức xạ mặt trời vào mùa hè, từ đó cũng giúp tăng hiệu quả sử dụng hệ thống HVAC.

c. Giải pháp lớp vỏ công trình

Bước tiếp theo, nghiên cứu tiến hành đánh giá sự phù hợp của giải pháp lớp vỏ công trình so với các đặc điểm về quy hoạch mặt bằng và kiến trúc không gian đã phân tích ở trên để đảm bảo tính năng sử dụng hiệu quả năng lượng. Dữ liệu từ bản vẽ hoàn công và khảo sát thực tế cho thấy:

- Về mặt đứng:

+ Tổng diện tích mặt đứng công trình 5757 m^2 , gồm 4386 m^2 tường gạch đặc 220 mm (hệ số dẫn nhiệt $0,81$) và khung bê tông cốt thép, 1335 m^2 diện tích cửa sổ - vách kính trắng 1 lớp dày 5 mm và $6,38 \text{ mm}$ (để giảm bức xạ nhiệt mặt trời, Tòa A sử dụng giải pháp dán film chống nắng cho toàn bộ kính) (Hình 7). Trong đó riêng hướng Tây, tổng diện tích phần mặt đứng là 350 m^2 , diện tích mặt đứng sử dụng vật liệu kính là $38,4 \text{ m}^2$; tỉ lệ tường - kính mặt đứng hướng này WWR là 11% và tỷ lệ diện tích mặt đứng hướng Tây so với tổng diện tích mặt đứng toàn tòa nhà là $6,1\%$. Đây là những tỷ lệ rất tốt xét về tính năng hiệu quả năng lượng theo LOTUS [33];



Hình 7. Lớp vỏ công trình

+ Phần mặt đứng hướng Tây còn lại tiếp giáp với tòa nhà 12 tầng nên được hạn chế tối đa diện tích tiếp xúc trực tiếp bức xạ mặt trời, tuy nhiên đặc điểm này cũng đem lại hạn chế về chiếu sáng tự nhiên, đặc biệt là các phòng chức năng bố trí ở những tầng phía dưới;

+ Hiện nay toàn bộ tòa nhà đang áp dụng cùng kết cấu và vật liệu cho toàn bộ vỏ bao công trình; kết quả mô phỏng cho thấy mặt đứng các hướng khác nhau đón nhận mức độ bức xạ nhiệt rất khác nhau và đối với mỗi khu vực chức năng lại có yêu cầu kỹ thuật khác nhau về thông gió và nhu cầu làm mát; bởi vậy dùng chung một giải pháp lớp vỏ cho toàn công trình như hiện nay được đánh giá là không thích hợp xét về tính hiệu quả năng lượng;

+ Mặt đứng phía tiếp giáp sân trong được tạo thành bởi các hành lang bên để thoáng, không tường hay vách bao che dẫn tới bị ảnh hưởng trực tiếp bởi điều kiện tự nhiên, nóng về mùa hè và lạnh về mùa đông và giảm khả năng kiểm soát tiện nghi nhiệt;

+ Kết cấu lam nhôm chắn nắng ngang chỉ được lắp đặt ở mặt đứng hướng Bắc tòa nhà để che chắn các thiết bị kỹ thuật trên mặt đứng và phòng vệ sinh; không có hệ lam chắn nắng cho các phòng chức năng (Hình 8). Bởi vậy, hệ lam hiện tại có ít đóng góp vào hiệu quả tiêu thụ năng lượng của công trình.

- Về mái công trình:

+ Diện tích mái bao che tòa nhà là 2230 m², toàn bộ là mái bằng BTCT có lợp tôn bên trên. Vật liệu tôn mạ kẽm dập sóng dày 0,45 mm, sơn tối màu và không có lớp vật liệu cách nhiệt;

+ Tòa nhà sử dụng giải pháp lợp cách nhiệt không khí với chiều cao thông thủy lớn nhất (giữa mái lợp tôn và mái bằng BTCT) là 2,4 m.

d. Hệ thống kỹ thuật công trình

Phân tích hồ sơ hoàn công và dữ liệu khảo sát thực tế cho thấy:

- Hệ thống làm mát công trình:

+ Mỗi phòng được bố trí 3-4 cửa sổ và các lỗ thông gió với diện tích đủ lớn; khoảng 30% diện tích sử dụng được thông gió tự nhiên; đặc biệt toàn bộ diện tích sảnh hành lang và cầu thang được thông gió tự nhiên. Đây là ưu điểm rất đáng ghi nhận của Tòa nhà A;

+ Tòa nhà A hiện đang sử dụng hầu hết hệ thống điều hòa không khí cục bộ một chiều loại tích hợp biến tần (Inverter) của hãng LG và Reetech (công suất 8500, 12000, 17100, 22860 Btu/h) được dán nhãn năng lượng 3 sao của Bộ Công thương;

+ Nhược điểm là các cục nóng điều hòa được lắp đặt treo trên tường ngoài hoặc tại các khu vực hành lang bên trở thành nguồn nhiệt ảnh hưởng tới các không gian kế cận.

- Hệ thống chiếu sáng nhân tạo:

+ Hiện nay tòa nhà chủ yếu sử dụng bóng đèn LED âm trần, có máng phản ánh sáng giúp tăng hiệu quả điện năng; tuy nhiên, tòa nhà A chưa sử dụng hệ thống điều khiển chiếu sáng nhân tạo tự động;

+ Hệ thống chiếu sáng nhân tạo được phân vùng cục bộ cho mỗi khu vực chức năng, không gian chuyển tiếp giúp tăng cường khả năng kiểm soát sử dụng điện tiết kiệm.

- Hệ thống điện tái tạo và nước nóng:

Tòa nhà A hiện nay chưa lắp đặt hệ thống năng lượng tái tạo. Hệ thống nước nóng và sưởi ấm của tòa nhà vẫn đang sử dụng nguồn năng lượng điện.

e. Quản lý vận hành

Phân tích dữ liệu khảo sát cho thấy (Hình 9):

- Hiện nay, tòa nhà A không sử dụng hệ thống giám sát tiêu thụ năng lượng (Energy Management System - EMS) mà đo điện năng tiêu thụ thủ công cuối mỗi tháng qua một công tơ điện chung của tòa nhà;

- Phân tích dữ liệu về công suất thiết bị và thời gian vận hành chúng/1 ngày/1 tuần cho thấy rằng mức tiêu thụ điện năng của hệ thống điều hòa chiếm tỷ trọng lớn nhất là 27,4% so với tổng mức tiêu thụ toàn tòa nhà trong cả năm. Thứ 2 là hệ thống thiết bị y tế với tỷ trọng 16,6%, tiếp theo là các hệ thống thiết bị văn phòng, hệ thống tủ làm mát, đông lạnh, thông gió và chiếu sáng nhân tạo (chiếm khoảng 11,7%, 10,6%, 8,7% và 8,4% tương ứng) (Hình 9). Kết quả này là khá tương đồng với kết quả nghiên cứu trước được trích dẫn bởi Yuan, Yao [26], Shi, Yan [1] là hệ thống điều hòa luôn tiêu thụ lượng điện năng lớn nhất trong các trường hợp nghiên cứu ở Thái Lan, Trung Quốc.

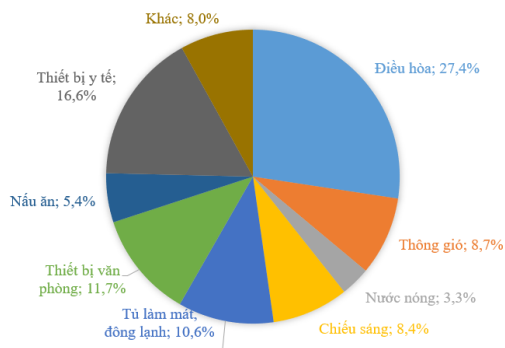


Hình 8. Kết cấu lam che chắn nắng

- Hiện nay, tòa nhà có ban hành quy định về sử dụng các thiết bị điện nhưng không có bộ phận chuyên trách về quản lý tiêu thụ năng lượng;

- Chưa có kế hoạch quản lý nhằm cải tiến liên tục mức tiêu thụ năng lượng, tiêu thụ nước và cải thiện chất lượng môi trường trong nhà;

- Khảo sát thực tế nhận thấy còn tồn tại thái độ, hành vi, thói quen sử dụng điện không an toàn, hiệu quả, tiết kiệm của một bộ phận cán bộ, nhân viên, khách đến làm việc, người bệnh và người nhà bệnh nhân.



Hình 9. Mức tiêu thụ điện năng của các hệ thống, thiết bị

4.3. Đề xuất định hướng giải pháp cải tạo, vận hành Tòa nhà A

Qua phân tích ở trên, có thể thấy mặc dù Tòa nhà A được đầu tư xây dựng theo tiêu chuẩn thông thường hiện hành nhưng đã đạt được tính năng sử dụng năng lượng hiệu quả nhất định. Nhằm nâng cao tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả của công trình, các định hướng giải pháp cải tạo, vận hành sau đây được đề xuất:

a. Định hướng tiếp cận tổng thể

- Do các yếu tố vị trí, hình khối và hướng chính của công trình rất khó để thay đổi trong dự án xây dựng cải tạo, bởi vậy giải pháp cải tạo nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng nên tập trung vào các yếu tố gồm: tổ chức không gian, mặt bằng; lớp vỏ; hệ thống kỹ thuật công trình; sử dụng năng lượng tái tạo và quản lý vận hành công trình. Để có thể lựa chọn được giải pháp cải tạo tối ưu, cần đặt các yếu tố này trong mối quan hệ mật thiết với yếu tố vị trí, hình khối, hướng công trình, điều kiện địa hình và thời tiết khu vực (đặc biệt là đặc điểm về nguồn gió và bức xạ mặt trời). Hơn nữa, việc lập và đánh giá mô hình mô phỏng năng lượng và mô phỏng thông gió tự nhiên đối với công trình là cần thiết;

- Cần đánh giá, nhận diện các khu vực chức năng trong công trình mà có nhu cầu tiêu thụ năng lượng lớn; các giải pháp cải tạo cần tập trung ở các tòa, phòng, khu vực chức năng này. Cụ thể, đối với Tòa nhà A, dự án cải tạo cần tập trung triển khai các biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng tại khu cấp cứu, khu điều trị hồi sức tích cực và chống độc, khu chẩn đoán hình ảnh, xét nghiệm, thăm dò chức năng, khu phẫu thuật, khu khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú, khu điều trị nội trú và khu hành chính;

- Do mỗi khu vực chức năng có các yêu cầu chuyên môn riêng, dẫn tới có các yêu cầu kỹ thuật về điều kiện môi trường và mức tiêu thụ năng lượng rất khác nhau. Các giải pháp cải tạo, vận hành nên được thiết kế “khu vực chức năng hóa”; nghĩa là cần xem xét các giải pháp ở mức độ mỗi phòng, mỗi khu vực chức năng riêng. Ví dụ, giải pháp đối với lớp vỏ công trình không nên giống nhau trên toàn bộ mặt đứng công trình, tùy vào từng khu vực và hướng nhà cần có giải pháp lớp vỏ thích ứng riêng;

- Khi cải tạo về tổ chức mặt bằng, bên cạnh yêu cầu tiên quyết đảm bảo yêu cầu dây chuyền chuyên môn, cần ưu tiên vị trí có điều kiện thuận lợi về bức xạ nhiệt mặt trời cho các phòng, khu vực chức năng có thể có mức tiêu thụ năng lượng cao.

b. Định hướng giải pháp cải tạo lớp vỏ Tòa nhà A

- Với điều kiện khí hậu nóng ẩm của Hà Nội, lớp vỏ công trình cần được cải tạo theo hướng giảm hấp thụ bức xạ nhiệt mặt trời vào mùa hè và cách nhiệt tốt;

- Xem xét bổ sung hệ kết cấu lam che nắng ngang ở mặt đứng phía ngoài hướng Tây và Tây Bắc, ở đó bố trí khu cấp cứu, trung tâm thí nghiệm (Labo), khu điều trị tích cực, khu vực chạy thận – những khu vực có nhu cầu tiêu thụ điện năng cao (Hình 10);

- Giải pháp trồng cây cao, tán rậm xung quanh công trình để tạo bóng râm cho mặt ngoài công trình ở các tầng thấp, điều hòa vi khí hậu, đặc biệt hướng Tây và Đông vào mùa hè; cây xanh vẫn cho phép ánh nắng xuyên qua để làm ấm công trình vào mùa đông;

- Với thực tế là các mái nhà lớn và liên tục nhận bức xạ mặt trời vào ban ngày đã có ảnh hưởng cực kỳ đáng kể đến tải điều hòa không khí và môi trường nhiệt của tòa nhà, đặc biệt là trên các phòng ở tầng trên cùng. Có thể áp dụng các giải pháp cải tạo mái như: sử dụng hệ thống mái lợp sơn màu sáng; bổ sung thêm lớp cách nhiệt.



Hình 10. Giải pháp kết cấu lam che nắng hướng Tây

c. Giải pháp cải tạo hệ thống kỹ thuật và năng lượng tái tạo cho Tòa nhà A

- Sử dụng thiết bị y tế có mức tiêu thụ năng lượng thấp;
- Lắp đặt hệ thống cảm biến điều khiển chiếu sáng không gian tòa nhà;
- Thiết kế và lắp đặt hệ thống điện mặt trời áp mái với quy mô phù hợp với nhu cầu thực tế.

d. Giải pháp quản lý vận hành

Dưới đây là một số giải pháp định hướng về quản lý vận hành đề xuất cho Tòa nhà A nói riêng, các cơ sở bệnh viện nói chung:

- Xây dựng hệ thống quản lý năng lượng theo Tiêu chuẩn TCVN ISO 50001:2019 [3]. Hệ thống cần thiết lập rõ ràng các mục tiêu cải tiến năng lượng, kế hoạch hành động và các chỉ số đánh giá. Cần đo lường và giám sát mức tiêu thụ, từ đó đánh giá các chỉ số, lập bản đồ thực trạng tiêu thụ năng lượng hàng tháng. Giám sát mức tiêu thụ năng lượng đóng vai trò là điểm khởi đầu cho các hành động nhằm cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng liên tục. Ngoài ra, cơ sở bệnh viện nên thành lập 01 bộ phận chuyên trách quản lý vấn đề tiêu thụ năng lượng.

- Cần triển khai các chương trình, hoạt động, chính sách thúc đẩy văn hóa sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả trong toàn bệnh viện; trong đó vai trò của tập thể cán bộ từ quản lý các cấp đến đội ngũ y bác sĩ, cán bộ, nhân viên là tuyệt đối quan trọng. Để thúc đẩy, nâng cao nhận thức, hành vi, sự tham gia của tất cả nhân viên vào việc sử dụng năng lượng hợp lý và bền vững, các bệnh viện cần tiến hành đào tạo, tuyên truyền, thường xuyên trao đổi giao tiếp nội bộ, công khai các dữ liệu về tiêu thụ năng lượng thông qua các hình thức khác nhau [3].

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đạt được các kết quả chính gồm:

(1) Nhận diện sơ bộ 07 khu vực chức năng có mức tiêu thụ năng lượng cao trong công trình y tế gồm khu cấp cứu, khu điều trị hồi sức tích cực và chống độc, khu chẩn đoán hình ảnh, xét nghiệm, thăm dò chức năng, khu phẫu thuật, khu khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú, khu điều trị nội trú và khu hành chính;

(2) Đánh giá tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả của Tòa nhà A thông qua phân tích đặc điểm về quy hoạch tổng mặt bằng khu đất, vị trí, hướng, hình khối công trình, tổ chức mặt bằng

và tổ hợp không gian chuyên môn, lớp vỏ công trình, hệ thống kỹ thuật công trình và công tác quản lý vận hành;

(3) Đề xuất được các định hướng cải tạo, quản lý vận hành Tòa nhà A nhằm đảm bảo sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.

Nghiên cứu có đóng góp về mặt lý thuyết khi bước đầu cung cấp được kết quả thực nghiệm, làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về lĩnh vực hiệu quả năng lượng trong công trình y tế ở Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung. Các giải pháp định hướng về cải tạo và quản lý vận hành có thể giúp các nhà quản lý của cơ sở y tế có thêm những tham khảo giá trị trong quá trình thiết lập dự án cải tạo, quản lý công trình nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.

Nghiên cứu đạt được mục tiêu nghiên cứu ban đầu nhưng còn một số giới hạn như mẫu khảo sát phỏng vấn nhỏ, chỉ mới tiến hành một nghiên cứu điển hình ở Hà Nội. Thu thập dữ liệu với quy mô mẫu lớn hơn, đa dạng về loại hình công trình y tế ở các khu vực có điều kiện khí hậu khác nhau trên toàn quốc là cần thiết trong các 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] Shi, Y., Yan, Z., Li, C., Li, C. (2021). [Energy consumption and building layouts of public hospital buildings: A survey of 30 buildings in the cold region of China](#). *Sustainable Cities and Society*, 74:103247.
- [2] Buonomano, A., Calise, F., Ferruzzi, G., Palombo, A. (2014). [Dynamic energy performance analysis: Case study for energy efficiency retrofits of hospital buildings](#). *Energy*, 78:555–572.
- [3] Borges de Oliveira, K., dos Santos, E. F., Neto, A. F., de Mello Santos, V. H., de Oliveira, O. J. (2021). [Guidelines for efficient and sustainable energy management in hospital buildings](#). *Journal of Cleaner Production*, 329:129644.
- [4] Murtagh, N., Roberts, A., Hind, R. (2016). [The relationship between motivations of architectural designers and environmentally sustainable construction design](#). *Construction Management and Economics*, 34(1): 61–75.
- [5] Chung, J. W., Meltzer, D. O. (2009). [Estimate of the Carbon Footprint of the US Health Care Sector](#). *JAMA*, 302(18):1970.
- [6] Salem Szklo, A., Borghetti Soares, J., Tiomno Tolmasquim, M. (2004). [Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector](#). *Energy Conversion and Management*, 45 (13–14):2075–2091.
- [7] Alexis, G. K., Liakos, P. (2013). [A case study of a cogeneration system for a hospital in Greece. Economic and environmental impacts](#). *Applied Thermal Engineering*, 54(2):488–496.
- [8] Tsai, A. (2009). Green Initiatives Growing Among Healthcare Facilities. *Managed Healthcare Executive*, 19(11):27–28.
- [9] Sahamir, S. R., Zakaria, R., Alqaifi, G., Abidin, N. I. A., Rooshdi, R. R. R. M. (2017). Investigation of green assessment criteria and sub-criteria for public hospital building development in Malaysia. *Chemical Engineering Transactions*, 56:307–312.
- [10] Kim, S., Osmond, P. (2013). [Analyzing green building rating tools for healthcare buildings from the building user's perspective](#). *Indoor and Built Environment*, 23(5):757–766.
- [11] Moro Visconti, R., Martiniello, L., Morea, D., Gebennini, E. (2019). [Can Public-Private Partnerships Foster Investment Sustainability in Smart Hospitals?](#) *Sustainability*, 11(6):1704.
- [12] Wang, T., Li, X., Liao, P.-C., Fang, D. (2016). [Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China: Barriers and drivers](#). *Energy*, 103:588–597.
- [13] Gaspari, J., Fabbri, K., Gabrielli, L. (2019). [A Study on Parametric Design Application to Hospital Retrofitting for Improving Energy Savings and Comfort Conditions](#). *Buildings*, 9(10):220.

- [14] Bộ Y tế. *Báo cáo quy hoạch mạng lưới cơ sở y tế thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
- [15] Hà, L. H., Dũng, T. Q., Cao, N. V., Khánh, P. Q., Thái, T. Đ. (2021). *Bộ tiêu chí đánh giá thực trạng công trình trường học phục vụ cải tạo nhằm cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng và tiện nghi môi trường trong phòng*. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXDHN*, 15(5V):169–185.
- [16] Tran, Q., Huang, D. (2021). *Using PLS-SEM to analyze challenges hindering success of green building projects in Vietnam*. *Journal of Economics and Development*, 24(1):47–64.
- [17] Tran, Q., Nazir, S., Nguyen, T.-H., Ho, N.-K., Dinh, T.-H., Nguyen, V.-P., Nguyen, M.-H., Phan, Q.-K., Kieu, T.-S. (2020). *Empirical Examination of Factors Influencing the Adoption of Green Building Technologies: The Perspective of Construction Developers in Developing Economies*. *Sustainability*, 12 (19):8067.
- [18] Dũng, T. Q., Tới, P. T., Chinh, K. T., Nam, T. P., Thoan, N. N. (2019). *Sự phát triển của thị trường công nghệ nhà xanh tại Việt Nam: Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức*. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD*, 13(2V):86–95.
- [19] Thịnh, N. C., Lượng, N. Đ. (2023). *Giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng ở một số quốc gia trên thế giới và khuyến nghị cho Việt Nam*. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXDHN*, 17(1V):91–100.
- [20] QCVN 09:2019. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả*. Bộ Xây dựng.
- [21] TCVN 4470:2012. *Bệnh viện đa khoa - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng.
- [22] TCVN 9212:2012. *Bệnh viện đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng.
- [23] TCVN 9213:2012. *Bệnh viện quận huyện - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng.
- [24] TCVN 9214:2012. *Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng.
- [25] Luật số 50/2010/QH12 (2010). *Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả*. Quốc hội Việt Nam.
- [26] Yuan, F., Yao, R., Sadrizadeh, S., Li, B., Cao, G., Zhang, S., Zhou, S., Liu, H., Bogdan, A., Croitoru, C., Melikov, A., Short, C. A., Li, B. (2022). *Thermal comfort in hospital buildings – A literature review*. *Journal of Building Engineering*, 45:103463.
- [27] Butera, F., Adhikari, R. S., Aste, N. (2015). *Sustainable building design for tropical climates*. UN-Habitat-UNON, Publishing Services Section.
- [28] Report COCIR (2011). *MRI - Measurement of energy consumption*. Draft report for discussion with the Ecodesign Consultation Forum.
- [29] Yükses, I., Karadayi, T. T. (2017). *Energy-Efficient Building Design in the Context of Building Life Cycle*. *Energy Efficient Buildings*, 10:93–123.
- [30] Kheiri, F. (2018). *A review on optimization methods applied in energy-efficient building geometry and envelope design*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92:897–920.
- [31] Belussi, L., Barozzi, B., Bellazzi, A., Danza, L., Devitofrancesco, A., Fanciulli, C., Ghellere, M., Guazzi, G., Meroni, I., Salamone, F., Scamoni, F., Scrosati, C. (2019). *A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions*. *Journal of Building Engineering*, 25:100772.
- [32] U.S. Green Building Council (2021). *LEED v4.1 Building Design and Construction*.
- [33] Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) (2021). *Hệ thống tiêu chí Công trình xanh LOTUS*.
- [34] QCVN 02:2021/BXD. *Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng*. Bộ Xây dựng.