

BỘ TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG CÔNG TRÌNH TRƯỜNG HỌC PHỤC VỤ CẢI TẠO NHẪM CẢI THIẾN HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG VÀ TIỆN NGHI MÔI TRƯỜNG TRONG PHÒNG

Lê Hồng Hà^{a,*}, Trần Quang Dũng^a, Nguyễn Văn Cao^b, Phan Quốc Khánh^c, Trương Đình Thái^d

^a*Khoa 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*

^b*Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, 23 phố Quang Trung, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội, Việt Nam*

^c*Ban Quản lý dự án chuyên ngành xây dựng công trình Y tế - Bộ Y tế,
138 phố Giảng Võ, quận Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam*

^d*Ban Quản lý và Đào tạo Kỹ sư chất lượng cao (PFIEV), Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 02/8/2021, Sửa xong 09/10/2021, Chấp nhận đăng 19/10/2021

Tóm tắt

Chất lượng môi trường trong phòng học ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả dạy học và sức khỏe của học sinh. Bên cạnh đó, vấn đề tiêu thụ năng lượng trong các công trình trường học cũ cũng đang trở thành một thách thức cần được giải quyết. Thực tế, Việt Nam hiện có số lượng rất lớn công trình trường học cần được cải tạo, nâng cấp để cải thiện đồng thời tiện nghi môi trường trong phòng học và hiệu quả sử dụng năng lượng. Nghiên cứu này tập trung xây dựng bộ tiêu chí đánh giá thực trạng tòa nhà phòng học để làm công cụ hỗ trợ cho hoạt động cải tạo các công trình này. Dựa trên nghiên cứu tổng quan, nghiên cứu nhóm tập trung và phỏng vấn sâu chuyên gia, một bộ tiêu chí đánh giá thực trạng tòa nhà phòng học đã được xây dựng bao gồm bốn khía cạnh đánh giá: (1) khả năng chịu lực, (2) kiến trúc và công năng không gian, (3) hiệu quả sử dụng năng lượng, và (4) tiện nghi môi trường trong phòng học. Các khuyến nghị, hướng dẫn áp dụng bộ tiêu chí cũng đã được thảo luận trình bày.

Từ khoá: cải tạo trường học; hiệu quả năng lượng; tiện nghi môi trường trong phòng; tiêu chí đánh giá thực trạng.

SCHOOL BUILDING ASSESSMENT CRITERIA FOR RENOVATION PROGRAMS AIMING TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY AND INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY

Abstract

Indoor environmental quality significantly affects the efficiency of learning-teaching activities and pupils' health. Besides, high energy consumption at old school buildings is a problem that needs to be solved. In reality, there is a large number of old school buildings in Vietnam, which need to be renovated to improve both the indoor environmental quality and energy consumption. This research focuses on determining assessment criteria of existing classroom blocks of those schools, which will be an effective supporting tool for renovation projects. Based on the research methods of intensive literature review, focus group discussions and depth interviews with experts, a set of school's classroom-block assessment criteria should be established. The criteria focus on four aspects: (1) load bearing capacity of structure, (2) architecture and function, (3) used-energy efficiency, (4) indoor environmental quality. Recommendations and guidelines for the assessment criteria were also discussed.

Keywords: school building renovation; energy efficiency; indoor environmental quality; building assessment criteria.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(5V\)-14](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(5V)-14) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

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

1. Giới thiệu

Chất lượng môi trường trong phòng học là một yếu tố quan trọng tác động trực tiếp đến sức khỏe học sinh và hiệu quả dạy học của thầy và trò [1, 2]. Hiện nay ở Việt Nam còn tồn tại số lượng rất lớn các công trình trường học cũ có tuổi thọ lớn, xuống cấp, và chất lượng môi trường phòng học thấp cần cải tạo. Hơn nữa, do nhu cầu lấp đặt bổ sung điều hòa và các thiết bị hỗ trợ dạy học cho phòng học ngày càng tăng, đặc biệt ở các thành phố lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, ... đã tạo ra thách thức về việc cải tạo phòng học để cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng. Ở Việt Nam, chưa có nghiên cứu thống kê về mức tiêu thụ năng lượng điện của cơ sở trường học; tuy nhiên, ví dụ ở Hong Kong, một nghiên cứu của Chung [3] đã cho thấy rằng các cơ sở trường học tiểu học và trung học cơ sở có mức tiêu thụ điện cho đèn, quạt trần, và điều hòa trong phòng (không điều hòa trung tâm) là rất lớn, khoảng 529.925 kWh/1 cơ sở/1 năm/ và khoảng 105,61 kWh/m²/1 năm. Lý do nữa thúc đẩy hoạt động cải tạo trường học ở Việt Nam là do sự tăng nhanh về dân số và sự thay đổi về chương trình đào tạo cũng như phương pháp dạy học đã đòi hỏi phòng học cần được cải tạo, nâng cấp để hỗ trợ tốt hơn hoạt động dạy học mới. Thực tế, nhu cầu cải tạo trường học là rất lớn; ví dụ, tại Hà Nội, theo báo cáo nghiên cứu đánh giá tình hình triển khai đầu tư xây dựng trường học giai đoạn 2016-2020 và xây dựng kế hoạch đầu tư xây mới, cải tạo giai đoạn 2021-2025 của Sở Giáo dục Đào tạo Hà Nội, cần xây mới 393 trường và sửa chữa, cải tạo 591 trường học [4]. Tuy nhiên, tất cả các dự án cải tạo trường học ở Việt Nam hiện nay chỉ dừng lại ở mức nâng cấp điều kiện trường học để đạt được các tiêu chuẩn thiết kế trường học “thường” mà chưa lưu tâm đến mục tiêu kép là đảm bảo tiện nghi “xanh” và hiệu quả sử dụng năng lượng. Bởi vậy, nghiên cứu các giải pháp công nghệ cải tạo trường học để đảm bảo được đồng thời đa mục tiêu như cung cấp đủ không gian học, phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế hiện hành, phù hợp với hoạt động dạy học mới đồng thời cải thiện chất lượng tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng là thực sự có nhu cầu cấp thiết.

Đã có nhiều nghiên cứu thực nghiệm cải tạo, nâng cấp trường học cho mục tiêu cải thiện tiện nghi môi trường phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trên Thế giới như dự án nghiên cứu “Trường học tương lai” của Liên minh Châu Âu [2], dự án “BRITA in PuBs” - “Từ khảo sát tới thực tiễn trong việc cải tạo công trình công” của Châu Âu [5], dự án “Hướng tới hiệu quả năng lượng trong các công trình văn phòng nhà nước” của Chính phủ Úc [6], và dự án “Chương trình năng lượng trong công trình và cộng đồng” của Cơ quan Năng lượng Quốc tế [7]. Theo đó, khác với hoạt động xây dựng công trình trường học mới, việc cải tạo công trình cũ để đạt được cùng lúc đa mục tiêu sẽ phức tạp hơn rất nhiều và phụ thuộc rất lớn vào việc đánh giá, phân tích điều kiện hiện trạng của công trình trường học cũ [8, 9]. Tuy nhiên, hiện nay chưa có công cụ hỗ trợ cho công việc khảo sát, đánh giá, phân tích hiện trạng trường học một cách có hệ thống, toàn diện và rõ ràng.

Bởi vậy, nghiên cứu này tập trung xây dựng bộ tiêu chí đánh giá hiện trạng công trình trường học cũ phục vụ cải tạo, nâng cấp nhằm cải thiện tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Đối tượng nghiên cứu là các tòa nhà phòng học của các trường mầm non, tiểu học và trung học ở Việt Nam.

2. Tổng quan vấn đề nghiên cứu

2.1. Bản chất cải tạo, nâng cấp trường học nhằm cải thiện chất lượng tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng

Công trình trường học có nhiều đặc điểm rất khác so với công trình nhà ở hay nhà văn phòng. Nhìn chung, mật độ và thời gian tập trung người ở trường học là rất lớn; hơn nữa, học sinh của trường học thuộc nhiều lứa tuổi với nhu cầu học tập, phương pháp và kỹ thuật dạy học khác nhau [9]. Về mặt

không gian, trường học yêu cầu nhiều không gian với công năng sử dụng đa dạng như lớp học, văn phòng, phòng tập thể thao, nhà thi đấu đa năng, nhà ăn, khu vực vệ sinh, thư viện, phòng thí nghiệm, và sân vườn cảnh quan, ... Các không gian chức năng này cần đáp ứng nhu cầu sử dụng cụ thể với yêu cầu về mức độ tiện nghi, thời gian sử dụng khác nhau; do vậy mức tiêu thụ năng lượng cũng khác nhau [9]. Thêm nữa, công trình trường học ở mỗi quốc gia cũng có tính rất đa dạng về mặt kết cấu và kỹ thuật xây dựng như kết cấu khung bê tông cốt thép, kết cấu thép, kết cấu gạch, kết cấu gỗ, kết cấu nhà cao tầng, nhà thấp tầng, ... Những đặc điểm này sẽ tạo ra những điều kiện hạn chế có tính đặc trưng đối với việc cải tạo, nâng cấp công trình trường học cũ.

Về bản chất, hoạt động cải tạo, nâng cấp tòa nhà phòng học nhằm cải thiện chất lượng, tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng là việc đánh giá hiện trạng, xác định mục tiêu, lựa chọn và triển khai các giải pháp cải tạo, nâng cấp về các mặt kiến trúc công trình, kết cấu bao che, các chi tiết cách âm cách nhiệt, hệ thống kỹ thuật công trình, thiết bị sử dụng và nguồn năng lượng tái tạo (Hình 1) [10, 11].

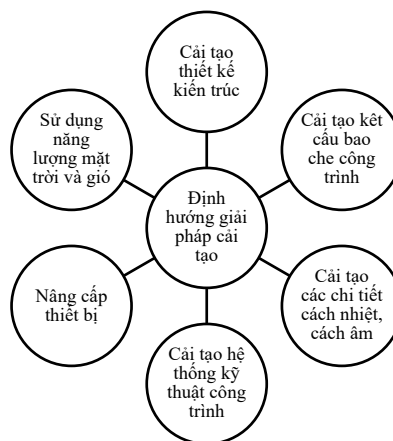
Cải thiện tiện nghi môi trường trong tòa nhà phòng học là việc đảm bảo môi trường dạy học đạt được đồng thời sự thỏa mãn kỹ thuật về mặt không gian (cho nhu cầu mỗi cá nhân, cho từng hoạt động dạy học khác nhau, và sự kết nối không gian bên ngoài), đảm bảo sự an toàn, tiện nghi nhiệt, tiện nghi âm học, tiện nghi thị giác, chất lượng không khí trong phòng học, chất lượng dịch vụ sinh hoạt, và phù hợp với giá trị văn hóa, truyền thống của địa phương trong suốt thời gian dạy học trong năm [11].

Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong tòa nhà phòng học là việc đảm bảo đồng thời các khía cạnh như hiệu suất cao của mỗi thiết bị, kiểm soát tiêu thụ năng lượng, tăng cường sử dụng ánh sáng tự nhiên, thông gió tự nhiên, giảm thất thoát năng lượng, và tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo (như năng lượng gió, năng lượng mặt trời, và địa nhiệt) [12].

Như vậy, có thể nói rằng, hoạt động cải tạo, nâng cấp công trình nhằm cải thiện tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng là một bài toán đa mục tiêu phức tạp, tìm kiếm sự phù hợp, thích ứng giữa mục tiêu cải tạo, giải pháp cải tạo với đặc điểm hiện trạng công trình, nhu cầu sử dụng đa dạng của học sinh thể hệ hiện tại và tương lai, và ngân sách dự án.

2.2. Các nghiên cứu, dự án thực nghiệm cải tạo, nâng cấp trường học nhằm cải thiện tiện nghi môi trường trong phòng và hiệu quả sử dụng năng lượng trên thế giới

Đến nay đã có nhiều nghiên cứu về cải tạo, nâng cấp các công trình công cộng nhằm đạt được các mục tiêu xanh, bền vững như nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, sử dụng nước, cải thiện tiện nghi môi trường trong nhà, bảo tồn di sản, ...; ví dụ Dung và cs. [13], Ferreira và cs. [14], Ghose và cs. [15], Hammond và cs. [16], Masrom và cs. [17], Havinga và cs. [18], Hashempour và cs. [19], Tan và cs. [20], Tran [21], Tran và cs. [22] và Lee [23]. Bên cạnh đó, cũng có một số nghiên cứu tập trung lên chủ đề cải tạo, nâng cấp công trình trường học để đạt được mục tiêu xanh; ví dụ Di Giuda và cs. [24], Habibi và cs. [25], Mohelniková và cs. [26], Balasbaneh và cs. [27], Çakır và Taygun [28]. Mặc dù với các mục tiêu khác nhau, những nghiên cứu đều đồng ý rằng các dữ liệu hiện trạng công trình



Hình 1. Các chiến lược cải tạo công trình [10]

về kết cấu, vị trí, kiến trúc hình học, kích thước, hình dạng và dữ liệu về điều kiện môi trường, tiêu hao năng lượng, nước, ... luôn là dữ liệu quan trọng; việc thu thập những dữ liệu này là điểm khởi đầu cho việc xây dựng kế hoạch cải tạo, nâng cấp công trình [24, 27, 29, 30]. Theo Le và cs. [9], công việc thu thập dữ liệu hiện trạng công trình trường học đảm bảo tính chính xác, đúng và đầy đủ là một thách thức lớn trong dự án cải tạo, nâng cấp công trình theo hướng đạt được các mục tiêu xanh, bền vững, cải thiện tiện nghi môi trường, nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.

Hiện nay đã có một số dự án thực nghiệm cải tạo, nâng cấp trường học cho mục tiêu cải thiện tiện nghi môi trường trong phòng và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng tại các nước như Đức, Anh, Ý, Pháp, Áo [2, 7], Latvia và Hy Lạp [5], và Úc [6]. Các báo cáo nghiên cứu cho thấy các loại dữ liệu thông tin thực trạng đã được thu thập, phân tích để phục vụ công việc cải tạo, nâng cấp công trình gồm:

(1) Dữ liệu thực trạng chung: Vị trí địa lý của công trình và khí hậu của khu vực; Đặc điểm lịch sử công trình; Hệ thống hạ tầng và cảnh quan, môi trường ngoài;

(2) Kiến trúc và công năng: Đặc điểm kiến trúc của công trình bao gồm quy hoạch, vị trí các tòa nhà, hướng tòa nhà, thiết kế mặt bằng, mặt đứng, mặt cắt, giao thông trong trường, ...; Đặc điểm công năng các không gian, phòng;

(3) Kết cấu công trình: Hệ kết cấu chịu lực; Hệ kết cấu bao che công trình;

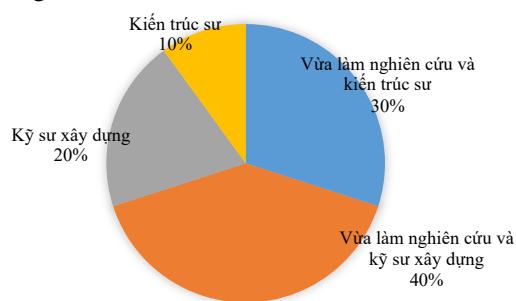
(4) Tiện nghi môi trường trong phòng: Đặc điểm về điều kiện môi trường trong nhà: mức độ tiện nghi âm học, tiện nghi nhiệt, điều kiện ánh sáng, thông gió, chất lượng không khí (nồng độ bụi, CO₂, ...);

(5) Tiêu thụ năng lượng và nước: Mức tiêu thụ năng lượng, nước của trường học; Hệ thống kỹ thuật công trình.

3. Phương pháp nghiên cứu

Để xây dựng được bộ chỉ tiêu đánh giá thực trạng công trình trường học phục vụ cải tạo, nâng cấp nhằm cải thiện tiện nghi môi trường trong phòng học và hiệu quả sử dụng năng lượng, nghiên cứu này đã áp dụng tiếp cận nghiên cứu định tính sử dụng phương pháp kế thừa, phương pháp chuyên gia, và phương pháp phân tích và tổng hợp. Quá trình nghiên cứu gồm ba bước chính sau:

Bước 1: Nghiên cứu tổng quan. Các từ khóa “green renovation”, “sustainable refurbishment”, “energy efficiency retrofit”, “energy performance” và “zero emission schools” đã được sử dụng để tìm kiếm các bài báo khoa học và các báo cáo nghiên cứu liên quan qua hai cơ sở dữ liệu Elsevier and Google Scholar. Sau khi rà soát, nhóm tác giả sử dụng phương pháp phân tích các nội dung của 24 tài liệu để làm rõ cơ sở khoa học và thực tiễn; từ đó, tổng hợp và phát triển được một tập sơ bộ gồm 72 tiêu chí đánh giá thực trạng trường học.



Hình 2. Tỷ lệ chuyên gia tham gia nghiên cứu

Bước 2: Nghiên cứu nhóm tập trung với 10 chuyên gia từ Trường Đại học Xây dựng Hà Nội và Sở Khoa học công nghệ Hà Nội (gồm các nhà nghiên cứu, kỹ sư xây dựng, kiến trúc sư, họ là những người có kiến thức, có kinh nghiệm về xây dựng công trình có đặc tính “xanh”, hiệu quả năng lượng) (Hình 2). Nghiên cứu nhóm tập trung được triển khai hai lần; lần thứ nhất trực tiếp với sáu chuyên

gia, lần thứ hai trực tuyến với bốn chuyên gia vào tháng 8/2021. Nội dung của nghiên cứu nhóm tập trung thảo luận lên các vấn đề sau:

(1) Thống nhất nguyên tắc xây dựng bộ tiêu chí đánh giá thực trạng công trình;

(2) Chuyên gia được yêu cầu lựa chọn mức độ quan trọng của các tiêu chí là “cần thiết” hay “khuyến khích” hay “loại bỏ”, và đề xuất thêm tiêu chí. Khi một tiêu chí được đánh giá “cần thiết” nghĩa là tiêu chí đó cần được đánh giá và dữ liệu thực trạng tương ứng cần thu thập. Ngược lại, nếu mức độ là “khuyến khích” thì tiêu chí đó có thể được đánh giá hoặc không, phụ thuộc vào điều kiện mỗi dự án cụ thể. Tiêu chí được xếp loại “cần thiết” nếu nhận được trên 5/10 ý kiến “cần thiết”;

(3) Thảo luận và đánh giá tính phù hợp của thang đo cho mỗi tiêu chí.

Bước 3: Phỏng vấn sâu với hai chuyên gia. Các chuyên gia được đề nghị cho ý kiến về tính tổng thể, toàn diện của bộ chỉ số; tính cần thiết và khả thi của việc thu thập dữ liệu và đánh giá các tiêu chí. Sau bước 3, bộ tiêu chí đánh giá thực trạng trường học đã được hoàn thiện.

4. Kết quả và bàn luận

Kết quả nghiên cứu nhóm tập trung và phỏng vấn chuyên sâu với các chuyên gia đã thống nhất và đưa ra kết luận về nguyên tắc xây dựng bộ tiêu chí, thang đo, cấu trúc và nội dung bộ tiêu chí.

4.1. Nguyên tắc xây dựng bộ tiêu chí

- Bộ tiêu chí cần tối giản nhưng phải đánh giá hết được các khía cạnh thực trạng quan trọng của công trình gồm: (1) khả năng chịu lực; (2) kiến trúc và công năng không gian; (3) hiệu quả sử dụng năng lượng, và (4) bảo đảm sức khỏe, tiện nghi môi trường trong nhà;

- Bộ tiêu chí cần có tính hệ thống nhưng đảm bảo tính riêng biệt của mỗi tiêu chí;

- Mỗi tiêu chí đảm bảo tính có thể đánh giá được, nghĩa là dữ liệu để đánh giá tiêu chí phải có thể dễ thu thập được đầy đủ và chính xác.

4.2. Thang đo và cấu trúc bộ tiêu chí

a. Thang đo đánh giá tiêu chí

Tất cả các tiêu chí đều sử dụng thang đo: “Đạt” và “Không đạt”. Tiêu chuẩn (định mức) để đánh giá tiêu chí là “Đạt” hay “Không đạt” sẽ viện dẫn từ các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật thiết kế trường học hiện hành, QCVN 09/2019/BXD, và các định mức quy định trong hệ thống đánh giá công trình xanh LOTUS.

Đối với một tiêu chí có kết quả đánh giá “Đạt” thì đội dự án có thể xem xét không cải tạo nhằm cải thiện tiêu chí này; trong khi đó, nếu kết quả “Không đạt” thì đội dự án nên xem xét cải tạo nhằm cải thiện tiêu chí này. Còn mức độ cải thiện bao nhiêu thì đó là quyết định của đội dự án dựa trên mục tiêu cải tạo của dự án và các yếu tố về mặt kỹ thuật, công nghệ và chi phí.

b. Về cấu trúc bộ tiêu chí

Bộ tiêu chí được phát triển gồm 67 tiêu chí chia vào trong 13 nội dung đánh giá thể hiện trong Bảng 1. Các nội dung đánh giá thực trạng được xác định là phù hợp với bản chất và nguyên tắc cải tạo, nâng cấp trường học nhằm cải thiện chất lượng tiện nghi môi trường trong phòng học và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng đã được làm rõ ở mục 2.

Bảng 1. Các nội dung đánh giá thực trạng trong bộ tiêu chí đánh giá

Khía cạnh đánh giá	Nội dung đánh giá thực trạng
Khả năng chịu lực	Chất lượng kết cấu chịu lực chính
Kiến trúc và công năng không gian	Kích thước các không gian Công năng các không gian
Hiệu quả sử dụng năng lượng	Thực trạng lớp vỏ công trình Thực trạng làm mát công trình Thực trạng chiếu sáng nhân tạo Thực trạng giám sát tiêu thụ năng lượng Thực trạng sử dụng năng lượng tái tạo
Đảm bảo sức khỏe và tiện nghi môi trường trong phòng	Thực trạng thông gió trong nhà Thực trạng chất lượng không khí trong nhà Thực trạng chất lượng chiếu sáng tự nhiên Thực trạng tiện nghi nhiệt Thực trạng tiện nghi âm học

4.3. Nội dung bộ tiêu chí đánh giá thực trạng tòa nhà phòng học

a. Dữ liệu thực trạng chung

Để phục vụ việc đánh giá các tiêu chí thực trạng, các dữ liệu thực trạng chung dưới đây cần được thu thập (Bảng 2).

Bảng 2. Dữ liệu thực trạng chung

STT	Dữ liệu thực trạng chung
1	Vị trí địa lý của công trình và khu vực: Khu vực đồng bằng vs miền núi; Khu vực đô thị, nông thôn
2	- Điều kiện khí hậu, thời tiết của khu vực: + Thời gian có khí hậu nóng, lạnh trong năm; Nhiệt độ trung bình hàng năm; + Số ngày, giờ có nhiệt độ cao, độ chói lớn, cường độ chiếu sáng lớn;
3	- Lịch sử xây dựng và cải tạo của tòa nhà: + Tuổi công trình; + Hạng mục đã được cải tạo, thời điểm cải tạo, công nghệ cải tạo; + Các hạng mục, kiến trúc có tính lịch sử, văn hóa, nghệ thuật cần gìn giữ, bảo tồn.
4	- Đặc điểm hệ kết cấu chịu lực, kết cấu bao che; - Kích thước, mặt bằng, hướng của tòa nhà cải tạo: + Kích thước công trình (chiều dài, rộng, cao); + Bố trí mặt bằng các tầng của tòa nhà; + Hướng chính của công trình; + Số tầng.
5	- Đặc điểm khu vực xung quanh khuôn viên của tòa nhà cần cải tạo: + Đặc điểm chiều cao những công trình, tòa nhà xung quanh lân cận; + Mức độ che chắn nắng, gió, mức phát thải (ồn, bụi) của công trình, tòa nhà lân cận

b. Bộ tiêu chí đánh giá

Bộ tiêu chí đánh giá được thể hiện trong các Bảng 3–6, bao gồm có 67 tiêu chí tương ứng với 4 khía cạnh đánh giá thực trạng. Trong đó có 56 tiêu chí là “cần thiết” đánh giá và 11 tiêu chí là “khuyến khích” đánh giá.

Trong Bộ tiêu chí này, các tiêu chí tương ứng với mỗi loại trường học cấp khác nhau gồm mầm non, tiểu học và trung học đã được phân tách. Hơn nữa, các tiêu chí được đánh giá sử dụng giá trị chuẩn quy định trong QCVN 09/2017 chỉ nên được áp dụng đối với các công trình có quy mô diện tích sàn sử dụng không bé hơn 2.500 m².

Bảng 3. Nhóm tiêu chí đánh giá khả năng chịu lực của tòa nhà phòng học

STT	Dữ liệu thực trạng chi tiết	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá		
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá			Cần thiết	Khuyến khích	
Chất lượng kết cấu chịu lực chính								
1	Thực trạng chất lượng kết cấu xây gạch (tường, cột)	KCCL1	Các kết cấu tường, cột được kiểm tra về khả năng chịu lực, vết nứt và biến dạng theo quy định trong TCVN 9381:2012 [31] (*)	[31]	• Cấp nguy hiểm của từng kết cấu [31]: - Cấp a: không nguy hiểm; - Cấp b: có nguy hiểm; - Cấp c: nguy hiểm cục bộ; - Cấp d: tổng thể nguy hiểm; • Cấp nguy hiểm của cả tòa nhà [31]: - Cấp A: kết cấu nhà an toàn; - Cấp B: tòa nhà đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường; - Cấp C: Khả năng chịu lực của một bộ phận kết cấu không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, xuất hiện tình trạng nguy hiểm cục bộ; - Cấp D: Khả năng chịu lực của kết cấu chịu lực không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, nhà xuất hiện tình trạng nguy hiểm tổng thể.	×		
2	Thực trạng kết cấu chịu lực BTCT, kết cấu thép (cột, dầm, sàn, mái)	KCCL2	Các kết cấu BTCT, kết cấu thép được kiểm tra về khả năng chịu lực, cấu tạo, vết nứt và biến dạng theo quy định trong TCVN 9381:2012 [31] (**)	[31]			×	

(*) Kết cấu được kiểm tra về khả năng chịu lực của cấu kiện chịu nén, kiểm tra bề rộng và chiều dài vết nứt thẳng đứng, kiểm tra tiết diện cấu kiện khi bị phong hóa, bong tróc, kiểm tra độ nghiêng, độ võng của cấu kiện kết cấu không vượt quá các giá trị cho phép.

(**) Kết cấu cột, dầm sàn được kiểm tra về độ võng, bề rộng vết nứt thẳng đứng, nứt nằm ngang, nứt xiên, kiểm tra tiết diện cấu kiện, kiểm tra độ nghiêng, chuyển vị ngang của kết cấu không vượt quá các giá trị cho phép, kiểm tra hệ giằng của kết cấu mái, cấu tạo các nút khung BTCT.

Bảng 4. Nhóm tiêu chí đánh giá thực trạng về kiến trúc và công năng của tòa nhà phòng học cần cải tạo

STT	Dữ liệu thực trạng chi tiết	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
I	Kích thước các không gian						
Trường mầm non							
1	+ Tổng diện tích sàn sử dụng; + Các loại phòng, số phòng; + Kích thước cao, dài, rộng mỗi phòng; + Kích thước hành lang; + Diện tích mặt đứng hướng Tây	KT1	Diện tích phòng học phải đảm bảo từ 48 m ² đến 54 m ²	[32]	Đ/KĐ	×	
2		KT2	Chiều cao phòng học không được thấp hơn 3,30 m		Đ/KĐ	×	
3		KT3	Số tầng không nên lớn hơn 3 tầng	[32]	Đ/KĐ	×	
4		KT4	Hành lang có chiều rộng thông thủy không nhỏ hơn 2,10 m	[32]	Đ/KĐ	×	
5		KT5	Khối phòng học cần được đặt ở vị trí ưu tiên:	[32]	Đ/KĐ	×	
			a. trực tiếp nhận ánh sáng tự nhiên;		Đ/KĐ	×	
			b. đón gió mát về mùa hè, tránh gió lùa và hạn chế gió lạnh về mùa đông;		Đ/KĐ	×	
			c. có biện pháp tránh mưa hắt, tránh bức xạ mặt trời hướng Tây;		Đ/KĐ	×	

STT	Dữ liệu thực trạng chi tiết	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
6		KT6	Phòng sinh hoạt chung được thiết kế từ 1,50 m ² /trẻ đến 1,80 m ² /trẻ nhưng không được nhỏ hơn 24 m ² /phòng đối với nhóm trẻ và 36 m ² /phòng đối với lớp mẫu giáo	[32]	Đ/KĐ	×	
7		KT7	Đối với phòng ngủ đảm bảo tiêu chuẩn diện tích từ 1,20 m ² /trẻ đến 1,50 m ² /trẻ nhưng không được nhỏ hơn 18 m ² /phòng đối với nhóm trẻ và 30 m ² /phòng đối với lớp mẫu giáo	[32]	Đ/KĐ	×	
Trường tiểu học							
8		KT8	Diện tích phòng học tiêu chuẩn 1,25 m ² /học sinh	[33]	Đ/KĐ	×	
9		KT9	Chiều cao phòng học không quá 3,90 m	[33]	Đ/KĐ	×	
10		KT10	Phòng học bộ môn (PHBM) có diện tích tối thiểu 50 m ² , diện tích tối thiểu cho một học sinh là 1,50 m ² (Tin học, Ngoại ngữ, Đa chức năng), 1,85 m ² (Khoa học-Công nghệ, Âm nhạc, Mĩ thuật)	[34]	Đ/KĐ	×	
11		KT11	Chiều rộng PHBM không nhỏ hơn 5,70 m. Chiều dài không lớn hơn 2 lần chiều rộng	[34]	Đ/KĐ	×	
12		KT12	Chiều cao PHBM từ 3,30 m trở lên. Trong trường hợp sử dụng nền/sàn giả, không nhỏ hơn 2,80 m	[34]	Đ/KĐ	×	
Trường trung học							
13		KT13	Chiều rộng phòng học và phòng học bộ môn không nhỏ hơn 7,20 m. Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng phòng học bộ môn không lớn hơn 2	[34, 35]	Đ/KĐ	×	
14		KT14	PHBM phải có phòng chuẩn bị có diện tích từ 12 m ² đến 27 m ² được bố trí liền kề, có cửa liên thông với phòng học bộ môn	[34, 35]	Đ/KĐ	×	
15		KT15	Trường THCS: PHBM có diện tích tối thiểu 60 m ² , diện tích tối thiểu cho một học sinh là 1,85 m ² (Tin học, Ngoại ngữ, Đa chức năng), 2,25 m ² (Khoa học-Công nghệ, Âm nhạc, Mĩ thuật), 1,5 m ² (KHXH)	[34, 35]	Đ/KĐ	×	
16		KT16	Trường THPT: PHBM có diện tích tối thiểu 60 m ² , diện tích tối thiểu cho một học sinh là 2 m ² (Tin học, Ngoại ngữ, Đa chức năng), 2,45 m ² (Khoa học-Công nghệ, Âm nhạc, Mĩ thuật), 1,5 m ² (KHXH)	[34, 35]	Đ/KĐ	×	

STT	Dữ liệu thực trạng chi tiết	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KD: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
II	Công năng các không gian						
17	- Công năng của tòa nhà; + Sơ đồ bố trí mặt bằng tòa nhà; + Công năng chính của mỗi không gian; + Thực trạng sử dụng công năng mỗi không gian theo thiết kế ban đầu.	CN1	Tòa nhà phòng học của Trường có đủ các không gian chức năng cần thiết được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế trường học không? (thường gồm các phòng học; các phòng phục vụ học tập; khu vệ sinh; các phòng phục vụ sinh hoạt khác nếu có)	[32, 33, 35]	Đ/KD	×	
18		CN2	Tất cả không gian tòa nhà đang được sử dụng đúng công năng thiết kế		Đ/KD	×	

Bảng 5. Nhóm tiêu chí đánh giá thực trạng hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình trường học cần cải tạo

STT	Dữ liệu thực trạng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá		
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích	
I	Thực trạng lớp vỏ công trình							
1	Kết cấu và vật liệu của tường không chịu lực bao công trình: - Tổng diện tích tường không chịu lực bao công trình;	LVCT1	% diện tích tường không chịu lực bao tòa nhà là các loại kết cấu sau: Hệ vách kính; tấm ốp tường kim loại; tường nhiều lớp với lớp độn ở giữa.	Tiêu chí MR-1 [36]	Đ: $\geq 90\%$ KĐ: $< 90\%$	×		
2	- Tổng diện tích tường bao không chịu lực làm bằng vách kính, tấm ốp tường kim loại, và tường nhiều lớp với lớp độn ở giữa.	LVCT2	Có sử dụng vật liệu hoàn thiện bề mặt có hệ số phản xạ bức xạ mặt trời cao	Tiêu chí E-3 [36]	Đ: $\geq 0,4$ (tường); 0,7 (mái) KĐ: $< 0,4$ (tường); 0,7 (mái)		×	
3	- Diện tích các mặt tường bao che; - Diện tích kính trên từng mặt đứng;	LVCT3	Tỉ lệ tường - kính (WWR) của mặt đứng hướng Tây và mặt đứng hướng Đông	Tiêu chí E-3 [36]	Đ: $< 30\%$ KĐ: $\geq 30\%$	×		
4	- Loại kết cấu chắn nắng cho tường và cửa sổ (lam, trồng cây, ...).	LVCT4	Tỷ lệ diện tích mặt đứng hướng Tây so với tổng diện tích mặt đứng của công trình	Tiêu chí E-3 [36]	Đ: $\leq 20\%$ KĐ: $> 20\%$	×		
5		LVCT5	Có sử dụng các biện pháp giảm thiểu sự hấp thụ bức xạ mặt trời qua các bề mặt tường không trong suốt và cửa sổ (ví dụ kết cấu chắn nắng, trồng cây leo tường, ...)	Tiêu chí E-3 [36]	Đ: Có sử dụng KĐ: Không sử dụng	×		

STT	Dữ liệu thực trạng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
6	Kết cấu và đặc điểm vật liệu làm mái nhà: - Tổng diện tích mái; - Tổng diện tích mái được sử dụng vật liệu hệ số phản xạ bức xạ mặt trời lớn hoặc có kết cấu chắn nắng phía trên, mái xanh, hoặc các tấm pin năng lượng mặt trời.	LVCT6	% diện tích mái có sử dụng các biện pháp giảm thiểu sự hấp thụ bức xạ mặt trời (ví dụ sử dụng vật liệu mái có hệ số phản xạ bức xạ mặt trời lớn hơn 0,7, kết cấu chắn nắng cố định trên mái, mái xanh, lắp các tấm pin mặt trời trên mái, ...)	Tiêu chí E-3 [36]	Đ: $\geq 90\%$ KĐ: $< 90\%$	×	
II Thực trạng thông gió, làm mát công trình							
7	- Tổng diện tích sàn sử dụng; - Tổng diện tích sảnh, hành lang, cầu thang bộ;	TGCT1	% diện tích sàn sử dụng được thông gió tự nhiên	Tiêu chí E-4 [36]	Đ: $\geq 10\%$ KĐ: $< 10\%$	×	
8	- Diện tích sàn được thông gió tự nhiên; - Tổng diện tích sảnh, hành lang, cầu thang bộ được thông gió tự nhiên.	TGCT2	% diện tích sảnh, hành lang và cầu thang bộ được thông gió tự nhiên	Tiêu chí E-4 [36]	Đ: $\geq 80\%$ KĐ: $< 80\%$	×	
9	- Vị trí cửa, lỗ đón gió và thoát gió; - Chiều sâu mặt bằng không gian sử dụng; - Tổng diện tích các cửa, lỗ đón gió; - Tổng diện tích các cửa, lỗ thoát gió trên tường và mái;	TGCT3	Các lỗ mở đón gió được đặt tại mặt đón gió của tòa nhà	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ	×	
	- Tổng diện tích các cửa, lỗ thoát gió trên tường và mái; - Có đường thông gió trực tiếp hay không? Có cản trở từ cửa đón gió đến cửa thoát gió hay không?		Tỷ lệ tổng diện tích các lỗ thông gió có thể mở ra bên ngoài (diện tích cửa đón gió) so với diện tích sàn	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ: $\geq 5\%$ KĐ: $< 5\%$	×	
10		TGCT4	Cửa thoát gió: a. Các lỗ mở thoát gió được đặt tại mặt khuất gió của tòa nhà	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ	×	
			b. Tổng diện tích cửa thoát gió trên tường hoặc mái đối diện với cửa đón gió không nhỏ hơn diện tích cửa đón gió	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ	×	
11		TGCT5	Các lỗ mở cần được phân chia đồng đều trên toàn diện tích không gian để hỗ trợ thông gió xuyên phòng	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ		×
12		TGCT6	Chiều sâu mặt bằng của không gian sử dụng	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ: ≤ 15 m KĐ: > 15 m	×	
13		TGCT7	Các cửa thoát gió có vị trí không thấp hơn các cửa đón gió	[37]; Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ	×	

STT	Dữ liệu thực trạng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
14	Điều khiển biến tần	TGCT8	Hệ thống HVAC của tòa nhà có lắp đặt một số hệ thống điều khiển biến tần.	Tiêu chí E-4 [36]	Đ/KĐ		×
III Thực trạng chiếu sáng nhân tạo							
15	Chủng loại các thiết bị chiếu sáng	CSNT1	Có sử dụng các thiết bị chiếu sáng (đèn huỳnh quang T5, đèn LED, v.v.) và chấn lưu có hiệu suất cao;	Tiêu chí E-5 [36]	Đ/KĐ	×	
16		CSNT2	Có sử dụng đèn phản xạ hoặc gắn bộ phận phản xạ ánh sáng vào trong các bộ đèn		Đ/KĐ	×	
17	Chất làm bề mặt trần và tường	CSNT3	Bề mặt tường và trần có tính chất phản xạ ánh sáng cao	Tiêu chí E-5 [36]	Đ/KĐ	×	
18	- Hệ thống điều khiển chiếu sáng không gian trong nhà; - Diện tích sàn có hệ thống điều khiển chiếu sáng kiểm soát; - Tổng diện tích sàn.	CSNT4	% diện tích sàn có hệ thống điều khiển chiếu sáng kiểm soát so với tổng diện tích sàn (cảm biến người, thiết bị hẹn giờ giúp tự động tắt thiết bị chiếu sáng; cảm biến ánh sáng giúp giảm mức độ chiếu sáng và/hoặc tự động tắt thiết bị chiếu sáng; thiết bị điều khiển chiếu sáng cho phép người sử dụng tự điều chỉnh mức độ chiếu sáng; tự động cắt giảm nhu cầu tiêu thụ điện trong công trình bằng cách giảm tải chiếu sáng một cách linh hoạt, ...)	Tiêu chí E-5 [36]	Đ: $\geq 50\%$ KĐ: $< 50\%$	×	
19		CSNT5	Mật độ công suất chiếu sáng LPD cho bên trong công trình trường học	[37]	Đ: $\leq 12 \text{ W/m}^2$ KĐ: $> 12 \text{ W/m}^2$	×	
IV Thực trạng giám sát tiêu thụ năng lượng							
20	Hệ thống giám sát tiêu thụ năng lượng	GSNL1	Có lắp đặt công tơ cố định để ghi nhận mức tiêu thụ điện năng cho tất cả các phụ tải (gồm thiết bị HVAC; hệ thống chiếu sáng nhân tạo; hệ thống hoặc tải lớn hơn 100 kVA)	Tiêu chí E-6 [36]	Đ/KĐ	×	
V Thực trạng sử dụng năng lượng tái tạo							
21	- Loại năng lượng tái tạo đang được sử dụng; - Tổng năng lượng tái tạo thu được;	NLTT1	Có sử dụng một hay nhiều các loại năng lượng tái tạo sau: năng lượng mặt trời; địa nhiệt; năng lượng gió	Tiêu chí E-8 [36]	Đ/KĐ	×	
22	- Tổng năng lượng tiêu thụ.	NLTT2	% tổng mức năng lượng tiêu thụ của công trình có nguồn gốc là năng lượng tái tạo	Tiêu chí E-8 [36]	Đ: $\geq 1\%$ KĐ: $< 1\%$		×

Bảng 6. Nhóm tiêu chí đánh giá thực trạng đảm bảo sức khỏe và tiện nghi môi trường trong phòng

STT	Dữ liệu thực trạng riêng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
I. Thực trạng thông gió trong nhà							
1	- Tổng diện tích sàn sử dụng; - Tổng diện tích sàn chỉ được thông gió tự nhiên; - Tổng diện tích sàn chỉ được thông gió cơ khí; - Tổng diện tích sàn được thông gió hỗn hợp; - Hướng gió chính.	TGTN1	% diện tích sàn sử dụng được thông gió tự nhiên hoặc thông gió cơ khí hoặc thông gió hỗn hợp	Tiêu chí H-1 [36]	Đ: ≥ 95% KĐ: < 95%	×	
2	Thực trạng hệ thống thông gió tự nhiên	TGTN2	Hệ thống thông gió tự nhiên cần đạt các yêu cầu: a. Tất cả các không gian thông gió tự nhiên đều nằm trong phạm vi 8 m (và luôn kết nối) tới một cửa sổ có thể đóng mở được trên mái hoặc tường	[37]; Phần 5.1.1 [38]; Tiêu chí H-1 [36]	Đ/KĐ	×	
			b. Tỷ lệ tổng diện tích các khoảng mở thông gió trên tường hoặc mái phải so với tổng diện tích sàn của không gian thông gió tự nhiên		Đ: ≥ 5% KĐ: < 5%	×	
			c. Không gian bên trong công trình không thể mở trực tiếp ra bên ngoài cần được thông gió tự nhiên thông qua phòng kế bên với tiêu chí các khoảng mở thông hai phòng bằng ít nhất 8% diện tích sàn (tối thiểu 2,3 m ²)		Đ/KĐ	×	
3	Thực trạng hệ thống thông gió cơ khí hoặc hỗn hợp	TGTN3	Có sử dụng hệ thống HVAC	[39]	Đ/KĐ	×	
4		TGTN4	Có sử dụng thiết bị điều khiển thông gió cơ khí cảm biến nồng độ CO ₂ tại mỗi lớp học, phòng họp	Tiêu chí H-1 [36]	Đ/KĐ		×
5		TGTN5	Có sử dụng thiết bị lọc không khí tại cửa lấy gió tươi của hệ thống thông gió cơ khí nhằm làm sạch nguồn không khí đưa vào bên trong công trình	Tiêu chí H-1 [36]	Đ/KĐ	×	
6	Thực trạng hệ thống thông gió cho các khu vực nhà vệ sinh	TGTN6	% tổng diện tích các khoảng mở thông gió trên tường so với diện tích sàn của khu vực vệ sinh nếu không lắp hệ thống quạt thông gió	Tiêu chí H-1 [36]	Đ: ≥ 5% KĐ: < 5%	×	

STT	Dữ liệu thực trạng riêng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
7		TGTN7	Lưu lượng trao đổi không khí cho mỗi nhà vệ sinh nếu sử dụng một quạt thông gió	Tiêu chí H-1 [36]	Đ: ≥ 10 L/s KĐ: < 10 L/s	×	
II. Thực trạng chất lượng không khí trong nhà							
8	Nồng độ bụi PM2.5	CLKK1	Nồng độ bụi PM2.5 so với mức tiêu chuẩn mà Bộ Y tế kiến nghị trong phòng học	[39]	Đ: $< 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ KĐ: $\geq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$		×
9	Nồng độ CO ₂	CLKK2	Nồng độ CO ₂ tại thời điểm không gian có số lượng người sử dụng tối đa theo thiết kế	Tiêu chí H-1 [36]	Đ: < 900 ppm KĐ: > 900 ppm	×	
III. Thực trạng chất lượng chiếu sáng tự nhiên							
10	Độ sáng trong phòng vào hai mùa hè và đông	CSTN1	Hệ số độ rọi ánh sáng tự nhiên trong phòng học không được nhỏ hơn 4% (chiều sáng trên và chiều sáng hỗn hợp), 2% (chiều sáng bên) (tính tại cao độ 0,8 m so với mặt sàn)	[40]	Đ/KĐ	×	
11	- Các giải pháp thiết kế lấy sáng tự nhiên; - Tổng diện tích cửa kính trong mỗi phòng (trừ diện tích bị cản sáng);	CSTN2	Có sử dụng các giải pháp như sảnh thông tầng, bố trí cửa sổ, giếng trời, tấm hắt sáng bên trong nhà, và thiết kế không gian mở	Tiêu chí H-4 [36]	Đ/KĐ	×	
12	- Tổng diện tích bề mặt trong của mỗi phòng; - Góc nhìn thấy bầu trời từ tâm điểm của mỗi cửa sổ của mỗi phòng;	CSTN 3	Phòng học phải được chiếu sáng tự nhiên trực tiếp. Hướng lấy ánh sáng tự nhiên chủ yếu phải từ phía tay trái học sinh	[41]	Đ/KĐ	×	
13	- Đánh giá vật liệu kính để xác định độ xuyên sáng.	CSTN 4	% tổng diện tích phòng học có hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình đạt từ 1,5% đến 3,5%	[40]; Tiêu chí H-4 [36]	Đ: $\geq 60\%$ KĐ: $< 60\%$		×
IV. Thực trạng tiện nghi nhiệt							
14	- Nhiệt độ vào hai mùa hè và đông; - Nhiệt độ cao nhất trung bình ngoài trời của tháng nóng nhất trong năm.	TNN1	Đối với thông gió tự nhiên và cơ khí, về mùa hè nhiệt độ không khí bên trong phòng không được vượt quá 3°C so với nhiệt độ cao nhất trung bình ngoài trời của tháng nóng nhất trong năm.	Tiêu chí H-6 [36, 39]	Đ/KĐ	×	
15	Các giải pháp tiện nghi nhiệt	TNN2	Có sử dụng điều hòa trong các phòng học	[35]	Đ/KĐ	×	
16		TNN3	Phòng học có bố trí hệ thống thông gió nhân tạo như quạt trần, quạt thông gió		Đ/KĐ	×	
17		TNN4	Có sử dụng kết cấu che nắng bên ngoài cho tất cả các cửa sổ, tường bao che		Đ/KĐ	×	

STT	Dữ liệu thực trạng riêng	Tiêu chí đánh giá		Tài liệu viện dẫn	Thang đánh giá	Mức độ yêu cầu đánh giá	
		Ký hiệu	Tiêu chí đánh giá		Đ: Đạt, KĐ: Không đạt	Cần thiết	Khuyến khích
18		TNN5	Hệ số phản xạ mặt trời của tường bao che	Tiêu chí H-6 [36]	Đ: > 0,7 KĐ: ≤ 0,7		×
V. Thực trạng tiện nghi âm học							
19	Độ ồn trong phòng học	TNAH1	Độ ồn trong phòng học của nhà trẻ, trường mẫu giáo, trường tiểu học bán trú (theo TCVN 7878-1:2018: Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường)	[42, 43]	Đ: ≤ 45 dB KĐ: > 45 dB	×	
			Độ ồn trong phòng học của trường học cấp cao hơn (theo TCVN 7878-1:2018: Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường)		Đ: ≤ 55 dB KĐ: > 55 dB		
20	Giải pháp đảm bảo tiện nghi âm học	TNAH2	Có sử dụng các vật liệu tường có đặc tính cách âm tốt	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ	×	
			Có sử dụng các vật liệu cửa sổ có đặc tính cách âm tốt		Đ/KĐ	×	
			Có sử dụng các vật liệu mái có đặc tính cách âm tốt		Đ/KĐ	×	
21		TNAH3	Có bố trí các khu vực nhạy cảm với tiếng ồn cách xa các khu vực tạo ra tiếng ồn	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ	×	
22		TNAH4	Có đặt các loại nút, vật liệu cách âm ở các vị trí cần thiết, như hành lang, sảnh, cầu thang, giữa các không gian tạo ra tiếng ồn và nhạy cảm với tiếng ồn	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ		×
23		TNAH5	Có sử dụng tấm sàn cách âm hợp lý giữa các tầng	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ		×
24		TNAH6	Có lắp đặt màn che để giảm tác động của tiếng ồn từ các nguồn bên ngoài	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ		×
25		TNAH7	Không bố trí các cửa hút gió bên ngoài, lỗ thoát khí thải, lỗ thông hơi ở phía có tiếng ồn lớn có thể xâm nhập vào tòa nhà	Tiêu chí H-7 [36]	Đ/KĐ	×	

5. Kết luận

Việt Nam hiện có số lượng rất lớn công trình trường học cần được cải tạo, nâng cấp để cải thiện đồng thời tiện nghi môi trường trong phòng học và hiệu quả sử dụng năng lượng. Nhằm góp phần nâng cao hiệu quả hoạt động cải tạo, nâng cấp công trình trường học cho các mục tiêu này, nghiên

cứu đã xây dựng bộ tiêu chí đánh giá thực trạng đối với tòa nhà phòng học gồm 56 tiêu chí “cần thiết” đánh giá và 11 tiêu chí “khuyến khích” đánh giá về 4 khía cạnh thực trạng: (1) khả năng chịu lực; (2) kiến trúc và công năng không gian, (3) hiệu quả sử dụng năng lượng, và (4) đảm bảo sức khỏe và tiện nghi môi trường trong phòng. Bộ tiêu chí này là một công cụ giúp đội dự án cải tạo có thể thu thập dữ liệu, đánh giá thực trạng công trình một cách có tính hệ thống và toàn diện; từ đó hỗ trợ ra quyết định lựa chọn giải pháp và mức độ cải tạo, nâng cấp công trình trường học phù hợp.

Bộ tiêu chí hiện nay mới dừng lại ở nghiên cứu lý thuyết, nên cần được kiểm chứng để đánh giá tính hiệu quả trong các dự án cải tạo thực tiễn. Hơn nữa, việc thu thập dữ liệu thực trạng đảm bảo chính xác, đầy đủ luôn là một thách thức đáng kể trong dự án cải tạo, nâng cấp công trình cũ cho mục tiêu cải thiện tiện nghi môi trường trong nhà và hiệu quả sử dụng năng lượng. Bởi vậy, các nghiên cứu tiếp theo cần tập trung bổ sung nghiên cứu các vấn đề liên quan đến giải pháp công nghệ, kỹ thuật thu thập dữ liệu thực trạng; đặc biệt việc kết hợp công nghệ mô hình thông tin công trình - BIM với các kỹ thuật thu thập dữ liệu như máy quét laze, máy đo cảm biến, hệ thống định vị toàn cầu GPS, ...

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và công nghệ Hà Nội thông qua đề tài mã số 01C-04/01-2020-3 và Quỹ nghiên cứu khoa học công nghệ của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội với đề tài mã số 50-2021/KH XD.

Tài liệu tham khảo

- [1] Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., Contreras-Espinoza, S., Bahnfleth, W. (2020). [The relationships between classroom air quality and children’s performance in school](#). *Building and Environment*, 173: 106749.
- [2] European Union (2011). *The School of the Future Project by 7th Framework Programme*.
- [3] Chung, W., Yeung, I. M. H. (2020). [A study of energy consumption of secondary school buildings in Hong Kong](#). *Energy and Buildings*, 226:110388.
- [4] Sở Giáo dục đào tạo Hà Nội (2020). *Báo cáo nghiên cứu đánh giá tình hình triển khai đầu tư xây dựng trường học giai đoạn 2016-2020 và xây dựng kế hoạch đầu tư xây mới, cải tạo giai đoạn 2021-2025*.
- [5] European Union. *Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings - An Intergrated Project within the 6th Framework Programme of the European Union*.
- [6] US EPA. *Achieving Energy Efficiency in Government Builds*.
- [7] IEA (Cơ quan Năng lượng Quốc tế). *International Energy Agency’s Energy in Buildings and Communities Programme*.
- [8] Österreicher, D., Geissler, S. (2016). [Refurbishment in educational buildings—methodological approach for high performance integrated school refurbishment actions](#). *Energy Procedia*, 96:375–385.
- [9] Le, A. T. H., Park, K. S., Domingo, N., Rasheed, E., Mithraratne, N. (2018). [Sustainable refurbishment for school buildings: a literature review](#). *International Journal of Building Pathology and Adaptation*.
- [10] de Santoli, L., Fraticelli, F., Fornari, F., Calice, C. (2014). [Energy performance assessment and a retrofit strategies in public school buildings in Rome](#). *Energy and Buildings*, 68:196–202.
- [11] Trachte, S., De Herde, A. (2015). [Sustainable refurbishment school buildings](#). *IEA Solar Heating and Cooling Programme: Paris, France*.
- [12] Alam, M., Zou, P. X. W., Sanjayan, J., Stewart, R., Sahin, O., Bertone, E., Wilson, J. (2016). Guidelines for building energy efficiency retrofitting. *Sustainability in public works conference*, 24–26.
- [13] Dũng, T. Q., Tỏi, 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 (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 13(2V):86–95.

- [14] Ferreira, J., Pinheiro, M. D., de Brito, J. (2013). [Refurbishment decision support tools review—Energy and life cycle as key aspects to sustainable refurbishment projects](#). *Energy Policy*, 62:1453–1460.
- [15] Ghose, A., McLaren, S. J., Dowdell, D., Phipps, R. (2017). [Environmental assessment of deep energy refurbishment for energy efficiency-case study of an office building in New Zealand](#). *Building and Environment*, 117:274–287.
- [16] Hammond, R., Nawari, N. O., Walters, B. (2014). [BIM in Sustainable Design: Strategies for Retrofitting/Renovation](#). *Computing in Civil and Building Engineering*, American Society of Civil Engineers.
- [17] Masrom, M. A. N., Rahim, M. H. I. A., Ann, S. C., Mohamed, S., Goh, K. C. (2017). [A Preliminary Exploration of the Barriers of Sustainable Refurbishment for Commercial Building Projects in Malaysia](#). *Procedia Engineering*, 180:1363–1371.
- [18] Havinga, L., Colenbrander, B., Schellen, H. (2020). [Heritage significance and the identification of attributes to preserve in a sustainable refurbishment](#). *Journal of Cultural Heritage*, 43:282–293.
- [19] Hashempour, N., Taherkhani, R., Mahdikhani, M. (2020). [Energy performance optimization of existing buildings: A literature review](#). *Sustainable Cities and Society*, 54:101967.
- [20] Tan, Y., Luo, T., Xue, X., Shen, G. Q., Zhang, G., Hou, L. (2021). [An empirical study of green retrofit technologies and policies for aged residential buildings in Hong Kong](#). *Journal of Building Engineering*, 39:102271.
- [21] Tran, Q. (2021). [Using PLS-SEM to analyze challenges hindering success of green building projects in Vietnam](#). *Journal of Economics and Development*.
- [22] 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.
- [23] Lee, K.-I. (2020). [Improvement of Indoor Thermal Environments through Green Refurbishment](#). *Sustainability*, 12(12):4933.
- [24] Giuda, G. M. D., Villa, V., Piantanida, P. (2015). [BIM and Energy Efficient Retrofitting in School Buildings](#). *Energy Procedia*, 78:1045–1050.
- [25] Habibi, S., Valladares, O. P., Peña, D. (2020). [New sustainability assessment model for Intelligent Façade Layers when applied to refurbish school buildings skins](#). *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 42:100839.
- [26] Mohelníková, J., Novotný, M., Mocová, P. (2020). [Evaluation of School Building Energy Performance and Classroom Indoor Environment](#). *Energies*, 13(10):2489.
- [27] Balasbaneh, A. T., Yeoh, D., Abidin, A. R. Z. (2020). [Life cycle sustainability assessment of window renovations in schools against noise pollution in tropical climates](#). *Journal of Building Engineering*, 32: 101784.
- [28] Çakır, S., Taygun, G. T. (2021). [The Re-Evaluation of Existing School Buildings in Turkey within the Context of 'Green School](#). *ICONARP International Journal of Architecture and Planning*, 9(1):192–219.
- [29] Uotila, U., Saari, A., Junnonen, J.-M. (2021). [Investigating the barriers to laser scanning implementation in building refurbishment](#). *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 26:249–262.
- [30] Kluttig-Erhorn, H., Erhorn, H. (2016). *Solution sets for zero emission/zero energy school buildings: Guidelines for energy retrofitting—Towards zero emission schools with high performance indoor environment*.
- [31] TCVN 9381:2012. *Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [32] TCVN 3907:2011. *Trường mầm non - Yêu cầu thiết kế*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [33] TCVN 8793:2011. *Trường tiểu học - Yêu cầu thiết kế*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [34] Số 14/2020/TT-BGDĐT. *Thông tư ban hành Quy định phòng học bộ môn của cơ sở giáo dục phổ thông*. Bộ Giáo dục và Đào tạo, Việt Nam.
- [35] TCVN 8794:2011. *Trường trung học - Yêu cầu thiết kế*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [36] Hội đồng công trình xanh Việt Nam (VGBC) (2019). *LOTUS Công trình xây mới - Lotus NC V3 - Hướng*

dẫn kỹ thuật.

- [37] QCVN 09:2017/BXD. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả.* Bộ Xây Dựng, Việt Nam.
- [38] Standard 62.1-2007. *Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality.* ASHRAE, USA.
- [39] TCVN 5687:2010. *Thông gió - Điều hòa không khí - Tiêu chuẩn thiết kế.* Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [40] TCXD 29:1991. *Chiếu sáng tự nhiên trong công trình dân dụng - Tiêu chuẩn thiết kế.* Bộ Xây Dựng, Việt Nam.
- [41] TCVN 5719:1993. *Phòng học trường phổ thông cơ sở - Yêu cầu vệ sinh học đường.* Bộ Xây Dựng, Việt Nam.
- [42] TCXDVN 175:2005. *Mức ồn tối đa cho phép trong công trình công cộng - Tiêu chuẩn thiết kế.* Bộ Xây Dựng, Việt Nam.
- [43] TCVN 7878:2008 (ISO 1996:2003). *Âm học - Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường.* Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.