

GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG Ở MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI VÀ KHUYẾN NGHỊ CHO VIỆT NAM

Nguyễn Công Thịnh^a, Nguyễn Đức Lượng^{b,*}

^aVụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Bộ Xây dựng, 37 Lê Đại Hành, Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa 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 19/10/2022, Sửa xong 06/01/2023, Chấp nhận đăng 12/01/2023

Tóm tắt

Phát triển công trình cân bằng năng lượng là một trong những giải pháp tiềm năng có thể góp phần tăng cường việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng, giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ các công trình xây dựng ở Việt Nam. Mục tiêu chính của bài báo này là nghiên cứu tổng quan kinh nghiệm thực tiễn liên quan đến các chính sách, giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng ở các quốc gia trên thế giới và từ đó đưa ra một số đề xuất cho Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy để đạt được công trình cân bằng năng lượng, cần kết hợp thực hiện đồng thời 03 nhóm giải pháp kỹ thuật bao gồm: (i). Thiết kế thụ động; (ii). Thiết kế chủ động; (iii). Lựa chọn các loại vật liệu xây dựng, thiết bị, hệ thống. Trên cơ sở này, một số đề xuất nhằm phát triển công trình cân bằng năng lượng ở Việt Nam đã được đưa ra, trong đó tập trung vào đẩy mạnh thực hiện việc áp dụng QCVN 09:2017/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả. Đồng thời, cần đẩy mạnh phát triển và ứng dụng điện mặt trời áp mái như là một giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo tại chỗ nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng cho các công trình xây dựng.

Từ khóa: công trình cân bằng năng lượng; hiệu quả năng lượng; các giải pháp kỹ thuật; điện mặt trời áp mái; giảm thiểu phát thải khí nhà kính.

SOLUTIONS FOR DEVELOPING ZERO ENERGY BUILDING FROM OTHER COUNTRIES AND RECOMMENDATIONS FOR VIETNAM

Abstract

Developing zero energy building is one of the potential solutions that can contribute to enhanced energy savings and energy efficiency and reduced greenhouse gas emissions from the building sector in Vietnam. The main objective of this study was to review the practical experiences related to policies and solutions to develop zero energy buildings from other countries and provide recommendations for Vietnam. The study results showed that in order to achieve zero energy buildings, it is necessary to concurrently implement 03 groups of technical solutions including: (i). Passive design; (ii). Active design; and (iii). Selection of building materials, equipment and systems. On this basis, recommendations for the development of zero energy buildings in Vietnam have been made, with a focus on promoting the implementation of QCVN 09:2017/BXD - National Technical Regulation on Energy Efficiency Buildings. At the same time, it is necessary to promote the development and application of rooftop solar power as an on-site renewable energy solution to meet the energy demand of buildings.

Keywords: zero energy building; energy efficiency; technical solutions; rooftop solar power; greenhouse gas emission mitigation.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2023-17\(1V\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2023-17(1V)-08) © 2023 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: luongnd@huce.edu.vn (Lượng, N. Đ.)

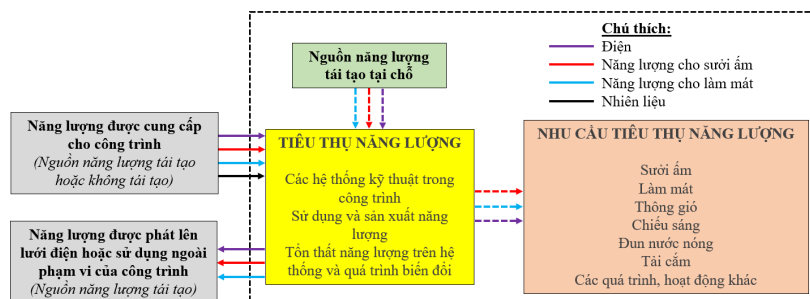
1. Mở đầu

Ở Việt Nam, ngành xây dựng giữ một vai trò quan trọng trong cơ cấu nền kinh tế và có sự liên quan đến nhiều ngành, lĩnh vực khác. Theo báo cáo của Bộ Xây dựng [1], tốc độ tăng trưởng ngành xây dựng trong những năm qua trung bình đạt khoảng 9%/năm và tỷ lệ đô thị hóa tính đến thời điểm cuối năm 2021 đạt khoảng 40,5%, đã kéo theo những áp lực liên quan đến sự gia tăng nhu cầu năng lượng sử dụng trong lĩnh vực xây dựng. Tiêu thụ năng lượng trong lĩnh vực xây dựng bao gồm khu vực công nghiệp và dân dụng (trong đó phần lớn là tiêu thụ năng lượng trong các công trình xây dựng) chiếm từ 37-40% tổng tiêu thụ năng lượng quốc gia [2, 3]. Do đó, xây dựng và thực hiện các chính sách, giải pháp nhằm tăng cường sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các công trình xây dựng đóng vai trò quan trọng trong việc giảm tổng mức tiêu thụ năng lượng và giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực xây dựng, đồng thời đóng góp vào việc thực hiện cam kết của Việt Nam tại Hội nghị lần thứ 26 Các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (Hội nghị COP26) về mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050.

Trong những năm gần đây, đặc biệt là sau Hội nghị COP26, phát triển các công trình cân bằng năng lượng (Zero Energy Buildings) đã và đang được thúc đẩy ở nhiều quốc gia trên thế giới như là một trong những giải pháp trọng tâm, quan trọng của ngành xây dựng nhằm hướng tới mục tiêu sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ các công trình xây dựng nói riêng và ngành xây dựng nói chung. Tuy nhiên, công trình cân bằng năng lượng là một lĩnh vực mới ở Việt Nam, do đó hiện còn thiếu các quy định pháp lý, giải pháp cụ thể để phát triển công trình cân bằng năng lượng. Xuất phát từ bối cảnh trên, mục tiêu chính của bài báo này là nghiên cứu, phân tích và đánh giá kinh nghiệm thực hiện các chính sách, giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng ở các quốc gia trên thế giới với việc sử dụng phương pháp kế thừa, từ đó đưa ra một số khuyến nghị phù hợp với điều kiện thực tiễn nhằm thúc đẩy việc phát triển các công trình cân bằng năng lượng ở Việt Nam.

2. Khái niệm về công trình cân bằng năng lượng

Theo Bộ Năng lượng Hoa Kỳ (U.S DOE) [4], công trình cân bằng năng lượng được định nghĩa là một công trình có hiệu quả sử dụng năng lượng, trong đó trên cơ sở năng lượng nguồn, lượng năng lượng cung cấp thực tế cho công trình hàng năm nhỏ hơn hoặc bằng lượng năng lượng tái tạo sản xuất tại chỗ. Việc xác định phạm vi địa điểm của công trình đối với sự truyền tải năng lượng để tính toán cân bằng năng lượng được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Xác định phạm vi địa điểm của công trình đối với sự truyền tải năng lượng để tính toán cân bằng năng lượng (đường nét liền thể hiện sự truyền tải năng lượng đi vào/đi ra khỏi phạm vi địa điểm của công trình; đường nét đứt thể hiện sự truyền tải năng lượng bên trong phạm vi địa điểm của công trình)

Phạm vi địa điểm của một công trình cân bằng năng lượng có thể được xác định là khu vực xung quanh “dấu chân công trình” (building footprint) nếu nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ được đặt trong dấu chân công trình hoặc là khu vực xung quanh địa điểm của công trình nếu nguồn năng lượng tái tạo được xác định là nguồn tại chỗ nhưng không nằm trong dấu chân công trình. Năng lượng được cung cấp cho công trình (delivered energy) và năng lượng được phát lên lưới điện hoặc sử dụng ngoài phạm vi của công trình (exported energy) được xác định trong phạm vi địa điểm của công trình. Một công trình cân bằng năng lượng có thể cân bằng năng lượng tiêu thụ của nó, nhờ đó năng lượng được phát lên lưới điện hoặc sử dụng ngoài phạm vi của công trình sẽ bằng hoặc lớn hơn năng lượng được cung cấp cho công trình hàng năm [4].

Trong phạm vi địa điểm của một công trình cân bằng năng lượng, năng lượng được cung cấp cho công trình có thể bao gồm bất kỳ loại năng lượng nào được mua hoặc bán để sử dụng trong công trình như điện, hơi nước, nước nóng hoặc nước lạnh, khí tự nhiên, khí sinh học, khí bãi rác, than đá, than cốc, dầu mỏ và các chất dẫn xuất của dầu mỏ, dầu nhiên liệu thải, nhiên liệu có nguồn gốc từ cồn, gỗ, sinh khối và bất kỳ loại vật liệu nào khác được sử dụng làm nhiên liệu. Năng lượng được phát lên lưới điện (ví dụ năng lượng được phát lên lưới điện từ hệ thống điện mặt trời nối lưới sử dụng trong phạm vi địa điểm của công trình) hoặc sử dụng cho các đối tượng bên ngoài phạm vi địa điểm của công trình (ví dụ sử dụng cho các khu vực, công trình lân cận). Năng lượng tái tạo tại chỗ bao gồm bất kỳ loại năng lượng tái tạo nào được thu nhận và được sản xuất từ các nguồn tái tạo đặt trong phạm vi địa điểm của công trình, cung cấp năng lượng tiêu thụ cho các hệ thống thiết bị của công trình (điều hòa không khí, thông gió, đun nước nóng, chiếu sáng, động cơ, tải phích cắm – là tải của các thiết bị dùng điện thông qua ổ cắm), nhờ đó giúp giảm thiểu nhu cầu năng lượng từ các nguồn năng lượng cung cấp cho công trình. Năng lượng tái tạo được sản xuất từ các nguồn bên ngoài phạm vi địa điểm của công trình và được cung cấp cho công trình không được xem là nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ, mà chỉ được xét là đối tượng thuộc năng lượng cung cấp cho công trình [4].

Ở các nước châu Âu, trước đây khái niệm “công trình gần cân bằng năng lượng” (Nearly Zero Energy Buildings) thường được sử dụng. Theo Ủy ban Châu Âu [5], công trình gần cân bằng năng lượng là công trình có hiệu suất năng lượng rất cao, với lượng năng lượng cần thiết gần như bằng không hoặc rất thấp được cung cấp chủ yếu bởi năng lượng được sản xuất từ các nguồn tái tạo tại chỗ hoặc gần địa điểm của công trình. Tuy nhiên, gần đây vào tháng 12/2021, theo Dự thảo sửa đổi Chỉ thị về hiệu suất năng lượng của các công trình của Ủy ban Châu Âu, công trình gần cân bằng năng lượng sẽ được chuyển thành “công trình phát thải bằng không” (Zero-Emission Building) đối với các công trình xây dựng mới nhằm hướng tới đạt được mục tiêu dài hạn về trung hòa các-bon. Theo [6], công trình phát thải bằng không là một công trình có hiệu suất năng lượng rất cao, với một lượng năng lượng rất nhỏ cần thiết được cung cấp hoàn toàn bởi năng lượng từ các nguồn tái tạo và không có phát thải các-bon tại chỗ từ các nhiên liệu hóa thạch. Yêu cầu đạt được công trình phát thải bằng không dự kiến được áp dụng từ ngày 1/1/2027 đối với tất cả các công trình xây dựng mới từ vốn đầu tư công và từ ngày 1/1/2030 đối với tất cả các công trình xây dựng mới [6].

3. Chính sách và giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng ở các quốc gia trên thế giới

Cho đến nay, một số quốc gia trên thế giới đã đặt ra các mục tiêu, thực hiện các chính sách và giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng (tóm tắt ở Bảng 1) nhằm hiện thực hóa lộ trình hướng tới đạt được phát thải ròng bằng không vào năm 2050.

Bảng 1. Mục tiêu, chính sách và giải pháp phát triển công trình cân bằng năng lượng ở một số quốc gia trên thế giới

Quốc gia	Mục tiêu	Chính sách và giải pháp	Nguồn tham khảo
Các nước thuộc liên minh châu Âu (EU)	Đến năm 2021, tất cả các công trình xây dựng mới phải gần đạt công trình cân bằng năng lượng;	Bắt buộc xây dựng kế hoạch quốc gia để gia tăng số lượng công trình cân bằng năng lượng; quy định sử dụng nguồn năng lượng tái tạo cho các công trình xây dựng mới và công trình xây dựng thực hiện cải tạo; tăng cường chứng nhận hiệu năng cho các công trình xây dựng; miễn và giảm thuế, hỗ trợ lắp đặt các hệ thống năng lượng tái tạo cho công trình xây dựng; tăng cường nhận thức cho người dân.	[5, 7]
Bi (Vùng thủ đô Brussels)	Đến năm 2020, tất cả các công trình xây dựng mới phải gần đạt công trình cân bằng năng lượng	Thực hiện hệ thống kiểm toán năng lượng một cách có hiệu quả; thiết lập kế hoạch hành động cấp địa phương để quản lý năng lượng cho các công trình quy mô lớn; chứng nhận công trình bền vững cho các công trình công.	[8]
Hoa Kỳ	Đến năm 2040, 50% các công trình thương mại phải đạt công trình cân bằng năng lượng; đến năm 2050, tất cả các công trình thương mại phải đạt công trình cân bằng năng lượng	Ban hành các Hướng dẫn thiết kế cân bằng năng lượng cho các công trình văn phòng quy mô nhỏ và vừa, công trình nhà ở, trường học; Hướng dẫn cho các nhà ở lắp đặt tấm pin năng lượng mặt trời; Hướng dẫn ưu đãi tín dụng, thuế cho các nhà ở lắp đặt tấm pin năng lượng mặt trời; Phát triển các dự án sử dụng tua-bin gió quy mô vừa và nhỏ cho các công trình xây dựng.	[9]
Úc	Đến năm 2030, tất cả các công trình nhà ở và thương mại nên đạt công trình cân bằng năng lượng	Ban hành các Hướng dẫn thiết kế và xây dựng công trình phát thải các-bon thấp đối với các công trình thương mại, nhà ở xây dựng mới và thực hiện cải tạo.	[10]

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu các giải pháp ở các quốc gia trên thế giới cho thấy để đạt được công trình cân bằng năng lượng, cần kết hợp thực hiện đồng thời các nhóm giải pháp bao gồm: (i). Thiết kế thụ động; (ii). Thiết kế chủ động; (iii). Lựa chọn các loại vật liệu xây dựng, thiết bị, hệ thống, cụ thể như sau:

3.1. Thiết kế thụ động:

Các chiến lược thiết kế thụ động đóng vai trò quan trọng trong việc đạt được các công trình sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, với việc xem xét tận dụng tối đa các lợi thế của điều kiện khí hậu đặc trưng tại địa phương và đặc điểm công trình xây dựng, giảm nhu cầu tiêu thụ năng lượng cho công trình và cung cấp điều kiện tiện nghi cho môi trường bên trong công trình. Một số nguyên tắc

thiết kế thụ động điển hình bao gồm:

- Hướng công trình, kích thước và hình dạng công trình; bố trí mặt bằng công năng;
- Lớp vỏ bao che công trình và lựa chọn vật liệu;
- Sử dụng thông gió tự nhiên;
- Sử dụng tối đa hệ thống sưởi hoặc hệ thống làm mát tự nhiên;
- Thiết kế chiếu sáng tự nhiên;
- Thiết kế hệ thống thu gom nước mưa.

3.2. Thiết kế chủ động:

a. Các đối tượng sử dụng năng lượng

Các hệ thống chủ động điển hình trong công trình là các hệ thống cơ điện như điều hòa không khí, sưởi ấm, thông gió cơ khí, chiếu sáng, thang máy, thang cuốn, máy bơm và các thiết bị khác. Các hệ thống này chiếm phần lớn mức tiêu thụ năng lượng trong một công trình. Các chiến lược thiết kế chủ động trọng tâm để đạt được một công trình có mức tiêu thụ năng lượng thấp bao gồm:

- Xác định chính xác quy mô công suất của các thiết bị như hệ thống điều hòa không khí và hệ thống sưởi ấm: Chiến lược này nhằm đảm bảo sự phân bổ hợp lý năng lượng cho phụ tải của công trình, tránh cung cấp thừa hoặc thiếu sẽ làm giảm hiệu quả vận hành của các thiết bị.

- Lựa chọn các hệ thống và công nghệ có hiệu năng cao: Sử dụng các hệ thống thiết bị có hiệu năng cao đối với hệ thống chiếu sáng, sưởi ấm và làm mát; hệ thống thông gió cơ khí; thang máy, thang cuốn; hệ thống nước nóng. Các thiết bị này phải được dán nhãn năng lượng và có thông tin về hiệu năng đã được kiểm tra, chứng nhận. Các hệ thống điều khiển sử dụng cảm biến cũng được xem là thiết bị có hiệu năng cao.

- Lựa chọn các hệ thống có hiệu suất cao trong phạm vi hoạt động: Ví dụ, các hệ thống điều hòa không khí nên hoạt động với hiệu suất cao trong một phạm vi của tải trong điều kiện có thể điều khiển công suất (ví dụ: áp dụng công nghệ biến tần cho các máy nén). Máy quạt và máy bơm nên hoạt động ở các chế độ có thể thay đổi lưu lượng và thay đổi tốc độ.

- Sử dụng các hệ thống thu hồi năng lượng: Chuyển đổi năng lượng thải thành năng lượng hữu ích giúp giảm tải cho các hệ thống khác. Ví dụ sử dụng thiết bị thu hồi nhiệt cho các hệ thống điều hòa không khí, hệ thống sưởi ấm hoặc hệ thống thông gió.

b. Hệ thống quản lý năng lượng, hệ thống quản lý tòa nhà

Hệ thống quản lý năng lượng (EMS) hoặc hệ thống quản lý tòa nhà (BMS) có thể giám sát và quản lý tất cả các hệ thống cơ điện trong một công trình. Các hệ thống này góp phần cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng thông qua điều chỉnh sự vận hành của các thiết bị phù hợp với nhu cầu thực tế, tiết kiệm chi phí vận hành và bảo trì, đồng thời cải thiện điều kiện tiện nghi cho người sử dụng. Hiện nay, các công nghệ tòa nhà thông minh đóng vai trò quan trọng trong việc đạt được công trình cân bằng năng lượng. Việc áp dụng các công nghệ thông minh như internet vạn vật (IoT), cảm biến hiện đại, phân tích dữ liệu lớn, có thể mang lại tiềm năng tiết kiệm năng lượng đáng kể thông qua kiểm soát nhu cầu, tối ưu hóa và thực hiện điều chỉnh dựa trên các kết quả dự đoán. Các chiến lược cho hệ thống quản lý năng lượng bao gồm:

- Giám sát và trực quan hóa thông tin tiêu thụ năng lượng: Chiến lược này cung cấp cho người sử dụng hình ảnh trực quan, dễ tiếp cận về các chỉ số tiêu thụ năng lượng theo diện tích sàn và mức sử dụng/tải, xu hướng, chi phí và chỉ tiêu/định chuẩn tiêu thụ năng lượng. Với khả năng tiếp cận các thông tin này, sự nhận thức và thay đổi hành vi của người sử dụng hướng tới sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả sẽ được thúc đẩy.

- Các hệ thống kiểm soát nhu cầu: Các giải pháp kiểm soát dựa trên mức độ sử dụng, chiếm chỗ trong công trình có thể thúc đẩy tiết kiệm năng lượng và tối ưu hóa sự vận hành của các hệ thống trong công trình, đồng thời vẫn duy trì được điều kiện chất lượng môi trường bên trong công trình. Ví dụ: các hệ thống thông gió sử dụng cảm biến CO₂ sẽ giúp điều chỉnh lượng không khí ngoài (gió tươi) cần thiết và thực hiện thông gió phù hợp với các yêu cầu về không gian.

- Các hệ thống tích hợp và phân tích: Các hệ thống này tích hợp dữ liệu cảm biến để tối ưu hóa quy trình vận hành hoặc duy trì hiệu suất cao và hiệu quả năng lượng trong công trình, đảm bảo sự vận hành hiệu quả trong công trình. Bằng cách sử dụng dữ liệu tự động hóa và dữ liệu về hành vi của người sử dụng, người quản lý công trình có thể tối ưu hóa thiết bị và các quy trình vận hành có liên quan của thiết bị để duy trì hiệu quả vận hành của thiết bị và các yêu cầu về điều kiện tiện nghi trong công trình.

c. Hệ thống năng lượng tái tạo

Các nguồn năng lượng tái tạo có thể được sử dụng để tạo ra hoặc bù đắp năng lượng tiêu thụ bởi các hệ thống trong công trình. Các nguồn năng lượng tái tạo phổ biến bao gồm năng lượng mặt trời (quang điện) và năng lượng gió.

Công nghệ quang điện (PV) hiện là giải pháp công nghệ năng lượng tái tạo tại chỗ được ứng dụng rộng rãi nhất trong các công trình xây dựng nhằm góp phần đạt được công trình cân bằng năng lượng [11]. Đặc tính kỹ thuật, hiệu suất và các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống PV đã được nghiên cứu và đánh giá [12]. Công nghệ này đã nhận được sự quan tâm lớn từ các nhà hoạch định chính sách ở nhiều quốc gia nhờ có mức độ sẵn sàng ứng dụng cao [13]. Công nghệ PV được đánh giá là có nhiều lợi ích từ góc độ năng lượng [14] và bảo vệ môi trường [15]. Những ưu điểm của công nghệ PV cùng với khung pháp lý đầy đủ đã góp phần thúc đẩy sự phát triển nhanh chóng của thị trường PV ở nhiều nước trên thế giới. Bên cạnh công nghệ PV truyền thống, một số công nghệ mới đã được phát triển để tối đa hóa tiềm năng của chúng và cho phép ứng dụng phổ biến trong các bối cảnh khác nhau. Công nghệ quang điện-nhiệt (PVT) sử dụng các mô-đun làm mát bằng nhiệt điện, cho phép quản lý nhiệt độ của tấm pin mặt trời (một tham số quan trọng trong đánh giá hiệu suất của PV), tận dụng nhiệt thải thu được để sản xuất nước nóng - là hệ thống được thiết kế để giữ cho các tấm PV ở điều kiện nhiệt độ tối ưu cho sự hấp thụ bức xạ mặt trời, làm tăng hiệu suất chuyển đổi tổng thể [16]. Công nghệ quang điện tích hợp trong công trình (BIPV) đã ngày càng được quan tâm do tính linh hoạt của nó [17]. Các mô-đun BIPV này được thiết kế để tích hợp vào lớp vỏ của công trình nhằm thay thế các kết cấu thụ động truyền thống, như tấm lợp mái và mặt tiền, cửa sổ, rèm và các bộ phận che nắng, để chuyển đổi chúng thành các nguồn sinh ra năng lượng một cách chủ động. Hiệu suất năng lượng của mô-đun BIPV chịu ảnh hưởng bởi một số yếu tố như nhiệt độ môi trường xung quanh, hiệu ứng đổ bóng, chế độ cài đặt và vị trí lắp đặt. Mặc dù các đặc tính kỹ thuật và hiệu suất của BIPV đã được cải thiện trong vài năm gần đây, nhưng chi phí sản xuất cao và giá thành cao là những rào cản chính đối với sự ứng dụng phổ biến của công nghệ này [18].

Năng lượng gió có thể được ứng dụng như là một nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ, cung cấp bổ sung cho nhu cầu năng lượng để đạt được công trình cân bằng năng lượng. Tuabin gió có thể biến đổi năng lượng cơ học thành năng lượng điện, đóng góp đáng kể vào sự cân bằng năng lượng của công trình. Các yếu tố quan trọng nhất tác động đến hiệu quả của hệ thống năng lượng gió là đặc tính kỹ thuật của tuabin, hình dạng của công trình và điều kiện môi trường xung quanh tác động đến sự hình thành gió. Các tuabin gió thường có hai dạng chính là hệ thống đứng tự do và hệ thống cố định. Hệ thống tuabin cố định tích hợp trong các công trình xây dựng, nếu được thiết kế phù hợp có thể tạo ra một lượng năng lượng gấp đôi so với tuabin đứng tự do [19].

3.3. Lựa chọn các loại vật liệu xây dựng, thiết bị, hệ thống:

Các loại vật liệu xây dựng, thiết bị và hệ thống nên được lựa chọn một cách phù hợp trong giai đoạn thiết kế công trình. Các vật liệu, thiết bị và hệ thống được chọn nên có các chứng nhận hiệu suất, ví dụ: chứng nhận hiệu quả năng lượng, chứng nhận phù hợp với điều kiện khu vực, hoặc phù hợp với các tiêu chuẩn ở quốc gia sở tại. Để đáp ứng mục tiêu của công trình cân bằng năng lượng, cần lựa chọn sử dụng các thiết bị và hệ thống hiệu suất cao. Bên cạnh đó, để đạt được sự cân bằng tổng thể, các vật liệu, thiết bị và hệ thống được chọn cũng cần đáp ứng yêu cầu về tối ưu hóa các chi phí.

a. Lựa chọn các loại vật liệu xây dựng

Các loại vật liệu xây dựng có thể được lựa chọn dựa trên việc xem xét các yêu cầu sau:

- Giảm tải: tăng cường cách nhiệt cho bề mặt bên ngoài của công trình và kiểm soát bức xạ mặt trời; vật liệu có tính năng cách nhiệt cao cho các kết cấu tường ngoài, mái, sàn, cửa sổ và các khoảng hở khác của công trình; sử dụng cho các bộ phận của cửa sổ để kiểm soát bức xạ mặt trời (kính có hiệu suất che nắng cao, rèm cửa sổ, mái che cửa sổ).

- Sử dụng năng lượng tự nhiên: Tận dụng thông gió tự nhiên (ví dụ: sử dụng cửa sổ tự động đóng mở, giếng trời tự động); tận dụng ánh sáng tự nhiên (ví dụ: sử dụng các ô cửa, hệ thống ống dẫn sáng...).

b. Lựa chọn thiết bị, hệ thống

Các thiết bị điều hòa không khí

- Lựa chọn loại nguồn nhiệt: Hệ thống nguồn nhiệt có thể là loại trung tâm hoặc phân tán. Các công nghệ tiết kiệm năng lượng có thể xem xét sử dụng cho hệ thống nguồn nhiệt trung tâm bao gồm: hệ thống làm mát tự nhiên, hệ thống cấp nước có sự chênh lệch nhiệt độ lớn, điều khiển thay đổi lưu lượng cho máy bơm nước lạnh, điều khiển công suất máy bơm (sử dụng biến tần) và hiệu suất nồi hơi.

- Lựa chọn loại thiết bị có thể điều chỉnh tải từng phần để phù hợp với sự thay đổi của tải (ví dụ: máy nén có biến tần và các thiết bị khác). Các công nghệ tiết kiệm năng lượng có thể xem xét sử dụng cho các thiết bị phía phụ tải bao gồm: Điều khiển thay đổi lưu lượng cấp không khí cho các máy điều hòa không khí, bộ trao đổi nhiệt toàn phần, hệ thống điều hòa không khí tách nhiệt ẩn và nhiệt hiện, kiểm soát lưu lượng không khí ngoài (gió tươi) lấy vào tương ứng với nồng độ khí CO₂ trong công trình, các nguồn năng lượng chưa được sử dụng như địa nhiệt, nước ngầm ...

Các thiết bị chiếu sáng

- Sử dụng các hệ thống chiếu sáng hiệu suất cao: Lựa chọn, sử dụng các hệ thống chiếu sáng thể rắn (hệ thống chiếu sáng bằng điốt phát sáng LED).

- Tích hợp các thiết bị điều khiển ánh sáng để có thể điều chỉnh sự hoạt động của hệ thống chiếu sáng tùy theo mức độ ánh sáng tự nhiên, tín hiệu của cảm biến chiếm chỗ, sự suy giảm quang thông và nhu cầu của người sử dụng.

- Sử dụng các hệ thống chiếu sáng có độ rọi phù hợp: Lựa chọn, sử dụng các hệ thống chiếu sáng có giá trị độ rọi được khuyến nghị theo các tiêu chuẩn ANSI/IES/CIE và các khuyến nghị về tiện nghi thị giác.

Các thiết bị đun nước nóng

Giảm mức tiêu thụ năng lượng bằng cách sử dụng các hệ thống tiết kiệm nước nóng sau: sử dụng bơm nhiệt hiệu suất cao cho hệ thống cung cấp nước nóng, thiết bị đun nước nóng có khả năng thu hồi nhiệt ẩn, tấm pin mặt trời để làm nóng nước, vòi tự động cho chậu rửa.

Các thiết bị thang máy, thang cuốn

- Đối với thang máy: sử dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng như điều khiển sử dụng thiết bị biến tần, điều khiển sự tái sinh năng lượng, điều khiển nhóm.
- Đối với thang cuốn: tự động vận hành (khởi động và dừng dựa trên cảm biến).

Hệ thống phân phối dòng điện một chiều (DC)

Giảm thiểu tổn thất bảo toàn năng lượng từ dòng điện một chiều (DC) sang dòng điện xoay chiều (AC) bằng cách sử dụng hệ thống phân phối DC cùng với các nguồn điện DC, tải DC và tải AC được điều khiển bởi nguồn DC.

4. Một số đề xuất nhằm phát triển công trình cân bằng năng lượng ở Việt Nam

Phát triển các công trình cân bằng năng lượng là một xu hướng phát triển gần đây và trong những năm tới ở các nước trên thế giới, hướng tới việc cắt giảm tiêu thụ năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ các công trình xây dựng. Để đạt được công trình cân bằng năng lượng cần có sự kết hợp giữa thiết kế tối ưu nhu cầu sử dụng năng lượng và hệ thống năng lượng tái tạo tại chỗ nhằm đáp ứng nhu cầu tiêu thụ năng lượng của các công trình xây dựng. Việc tích hợp hai yếu tố này cũng giúp các công trình xây dựng đạt hiệu quả về mặt chi phí đầu tư và vận hành, thông qua việc giảm thiểu các chi phí năng lượng của công trình xây dựng.

Đối với Việt Nam, phát triển các công trình cân bằng năng lượng là một lĩnh vực mới. Những kết quả nghiên cứu và kinh nghiệm thực tiễn ở các nước trên thế giới đã cho thấy để đạt được công trình cân bằng năng lượng cần kết hợp thực hiện đồng thời ba nhóm giải pháp bao gồm: (i). Thiết kế thụ động; (ii). Thiết kế chủ động; (iii). Lựa chọn các loại vật liệu xây dựng, thiết bị, hệ thống. Liên quan đến các nhóm giải pháp này, Việt Nam đã có cơ sở pháp lý đó là QCVN 09:2017/BXD [20], với một số quy định cụ thể về thiết kế, xây dựng mới và cải tạo các công trình đối với một số loại hình công trình có diện tích sàn lớn hơn hoặc bằng 2500 m² bao gồm văn phòng, khách sạn, bệnh viện, trường học, thương mại, dịch vụ, chung cư. Những quy định trong QCVN 09:2017/BXD là các quy định tối thiểu phải tuân thủ được áp dụng đối với các bộ phận của công trình xây dựng bao gồm: lớp vỏ bao che công trình, hệ thống thông gió và điều hòa không khí, hệ thống chiếu sáng, hệ thống cấp nước nóng, các thiết bị điện. Do đó, trong những năm tới cần tiếp tục đẩy mạnh thực hiện việc áp dụng QCVN 09:2017/BXD để tăng cường việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng trong các công trình xây dựng, là yếu tố quan trọng trước tiên góp phần đạt được công trình cân bằng năng lượng. Đồng thời, cần thực hiện rà soát và cập nhật các yêu cầu kỹ thuật trong QCVN 09:2017/BXD đối với lớp vỏ bao che công trình và các hệ thống, thiết bị sử dụng năng lượng được lắp đặt trong công trình, nhằm đáp ứng xu hướng phát triển và các tiến bộ kỹ thuật mới có liên quan để đạt được công trình cân bằng năng lượng. Một số quốc gia trên thế giới như các nước EU, Mỹ đã ban hành các tiêu chuẩn, hướng dẫn thiết kế đối với công trình cân bằng năng lượng. Theo đó, với Việt Nam, có thể xem xét tiếp cận theo hai hướng:

(1) Nghiên cứu rà soát và điều chỉnh, nâng cao các yêu cầu kỹ thuật trong QCVN 09:2017/BXD và bổ sung thêm các yêu cầu kỹ thuật đặc thù đối với công trình cân bằng năng lượng trong Quy chuẩn.

(2) Nghiên cứu xây dựng mới Tiêu chuẩn và/hoặc Quy chuẩn riêng cho công trình cân bằng năng lượng.

Mặt khác, tăng cường sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ, ví dụ sử dụng điện mặt trời áp mái, là một trong những giải pháp quan trọng góp phần đạt được công trình cân bằng năng lượng, như được thực hiện ở một số quốc gia (các nước EU, Mỹ, Úc). Việt Nam có tiềm năng lớn để phát

triển điện mặt trời áp mái và lĩnh vực này cũng đã và đang thu hút sự quan tâm của các nhà đầu tư trong nước và quốc tế. Gần đây, Việt Nam đã xây dựng và ban hành một số chính sách, cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời áp mái [21–23]. Do đó, trong thời gian tới cần tiếp tục đẩy mạnh phát triển và ứng dụng điện mặt trời áp mái cho các công trình xây dựng. Đồng thời, xem xét xây dựng và ban hành các hướng dẫn kỹ thuật thực hiện công trình cân bằng năng lượng với việc tích hợp các nội dung có liên quan đến thiết kế, thi công, lắp đặt hệ thống điện mặt trời áp mái. Bên cạnh giải pháp sử dụng điện mặt trời áp mái, cần xem xét nghiên cứu phát triển và ứng dụng các giải pháp năng lượng tái tạo khác (năng lượng gió, địa nhiệt, sinh khối, hydro...) trong việc phát triển các công trình cân bằng năng lượng.

5. Kết luận

Đẩy mạnh phát triển công trình cân bằng năng lượng là một trong những giải pháp quan trọng nhằm tăng cường sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng, giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ các công trình xây dựng. Để phát triển công trình cân bằng năng lượng ở Việt Nam, dựa trên việc tham khảo kinh nghiệm ở các nước trên thế giới và phân tích hiện trạng cơ sở pháp lý ở Việt Nam, nghiên cứu này đã đưa ra một số khuyến nghị nhằm phát triển công trình cân bằng năng lượng ở Việt Nam, trong đó tập trung vào đẩy mạnh thực hiện việc áp dụng QCVN 09:2017/BXD [20], trong đó có các giải pháp liên quan đến thiết kế thụ động đối với lớp vỏ bao che công trình và thiết kế, vận hành các hệ thống kỹ thuật trong công trình để tăng cường việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng trong các công trình xây dựng. Đồng thời, cần đẩy mạnh phát triển và ứng dụng điện mặt trời áp mái như là một giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo tại chỗ nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng cho các công trình xây dựng. Bên cạnh đó, nhà nước cũng cần có những chính sách ưu đãi, khuyến khích cụ thể cho các chủ công trình trong việc đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo các công trình theo tiêu chuẩn công trình cân bằng năng lượng.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Xây dựng (2021). *Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ năm 2021, phương hướng, nhiệm vụ trọng tâm năm 2022 ngành Xây dựng*.
- [2] Thịnh, N. C., Lương, N. D. (2022). Solutions for promoting green building development: Experiences from other countries and recommendations for Viet Nam. *Vietnam Journal of Construction*, 9:64–69.
- [3] 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) - ĐHXDHN*, 13(2V):86–95.
- [4] U.S DOE (2015). *A Common Definition for Zero Energy Buildings*.
- [5] Commission Recommendation (EU) (2016). *Guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings*.
- [6] European Commission (2021). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast)*.
- [7] *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*.
- [8] Belgian National Plan Nearly Zero Energy Buildings (2012). *Implementation European Energy Performance of Building Directive*.
- [9] Pless, S., Scheib, J., Torcellini, P., Hendron, B., Slovinsky, M. (2014). *NASA Net Zero Energy Buildings Roadmap*. Technical report, National Renewable Energy Laboratory.
- [10] Trajectory for low energy buildings (2019). <http://www.coagenergycouncil.gov.au/sites/prod.energycouncil/files/publications/documents/Trajectory%20for%20Low%20Energy%20Buildings.pdf>.

- [11] Chou, C.-C., Chiang, C.-T., Wu, P.-Y., Chu, C.-P., Lin, C.-Y. (2017). [Spatiotemporal analysis and visualization of power consumption data integrated with building information models for energy savings](#). *Resources, Conservation and Recycling*, 123:219–229.
- [12] Good, C., Andresen, I., Hestnes, A. G. (2015). [Solar energy for net zero energy buildings – A comparison between solar thermal, PV and photovoltaic–thermal \(PV/T\) systems](#). *Solar Energy*, 122:986–996.
- [13] Parida, B., Iniyar, S., Goic, R. (2011). [A review of solar photovoltaic technologies](#). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3):1625–1636.
- [14] Gul, M., Kotak, Y., Muneer, T. (2016). [Review on recent trend of solar photovoltaic technology](#). *Energy Exploration & Exploitation*, 34(4):485–526.
- [15] Madessa, H. B. (2015). [Performance Analysis of Roof-mounted Photovoltaic Systems – The Case of a Norwegian Residential Building](#). *Energy Procedia*, 83:474–483.
- [16] Rachoutis, E., Koubogiannis, D. (2016). [Energy Payback Time of a Rooftop Photovoltaic System in Greece](#). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161:012092.
- [17] Babu, C., Ponnambalam, P. (2017). [The role of thermoelectric generators in the hybrid PV/T systems: A review](#). *Energy Conversion and Management*, 151:368–385.
- [18] Belussi, L., Mariotto, M., Meroni, I., Zevi, C., Svaldi, S. D. (2015). [LCA study and testing of a photovoltaic ceramic tile prototype](#). *Renewable Energy*, 74:263–270.
- [19] Bobrova, D. (2015). [Building-Integrated Wind Turbines in the Aspect of Architectural Shaping](#). *Procedia Engineering*, 117:404–410.
- [20] QCVN 09:2017/BXD. [Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả](#).
- [21] Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg. [Cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời tại Việt Nam](#). Ngày 06 tháng 04 năm 2020 của Thủ tướng Chính phủ.
- [22] Thông tư số 18/2020/TT-BCT. [Quy định về phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện mặt trời](#). Ngày 17 tháng 07 năm 2020 của Bộ Công Thương.
- [23] Văn bản số 7088/BCT-ĐL. [Hướng dẫn thực hiện phát triển điện mặt trời mái nhà](#). Ngày 22 tháng 9 năm 2020 của Bộ Công Thương.