



TÍCH HỢP DỮ LIỆU VẬN HÀNH VÀO THIẾT KẾ KIẾN TRÚC NHÀ Ở TẠI VIỆT NAM: GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG HỘ GIA ĐÌNH HƯỚNG TỚI NET ZERO

Integration of operating data into housing architectural design in Vietnam:
Solutions to controlling household energy consumption for achieving Net Zero target



TS. KTS. Nguyễn Đông Giang¹

Tóm tắt: Trước áp lực ngày càng tăng về an ninh năng lượng, biến đổi khí hậu và tốc độ đô thị hóa nhanh tại Việt Nam, nhu cầu nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong khu vực nhà ở đang trở nên cấp thiết. Tuy nhiên, phần lớn nỗ lực hiện tại vẫn dừng ở cấp độ tuyên truyền, thiếu nền tảng dữ liệu vận hành thực tế và chưa có cơ chế phản hồi thiết kế hiệu quả. Bài viết tập trung phân tích các rào cản trong việc kiểm soát tiêu thụ năng lượng, làm rõ mối quan hệ giữa hành vi người dùng, khoảng trống trong chuẩn hóa dữ liệu và sự thiếu hụt tích hợp trong quy trình thiết kế kiến trúc. Trên cơ sở đó, đề xuất mô hình tiếp cận tích hợp hệ thống quan sát dữ liệu năng lượng – sử dụng công nghệ thông minh, cảm biến IoT và nền tảng AI – để phản hồi trực tiếp vào thiết kế kiến trúc theo thời gian thực. Mục tiêu là chuyển từ mô hình thiết kế cảm tính sang thiết kế dữ liệu hóa (data-informed design), hướng tới chiến lược công trình Net Zero.

Từ khóa: Tiêu thụ năng lượng hộ gia đình, thiết kế dữ liệu hóa, hành vi sử dụng điện, phản hồi vận hành, công nghệ thông minh, kiến trúc Net Zero.

Abstract: Faced with increasing pressure on energy security, climate change and rapid urbanization in Vietnam, the need to improve energy efficiency in the housing area is becoming urgent. However, most of the current efforts are still at the propaganda

level, lacking a real operational data platform and an effective design feedback mechanism. The article focuses on analyzing the barriers to controlling energy consumption, clarifying the relationship between user behavior, gaps in data standardization and the lack of integration in the architectural design process. On that basis, a model of an integrated approach to energy data monitoring system - using smart meters, IoT sensors and AI platforms - is proposed to directly feedback on architectural design in real time. The goal is to move from an emotional design model to a data-informed design, towards a Net Zero building strategy.

Keywords: Household energy consumption, data-informed design, electricity usage behavior, operational feedback, smart meters, Net Zero architecture.

Nhận bài ngày 18/12/2024, chỉnh sửa ngày 26/1/2025, chấp nhận đăng ngày 25/2/2025.

1. MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh chi phí năng lượng ngày càng gia tăng và mức độ sử dụng thiết bị điện ở gia đình không ngừng mở rộng, hộ gia đình ở các đô thị Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức trong việc kiểm soát tiêu thụ năng lượng. Tuy nhiên, phần lớn người tiêu dùng hiện nay chỉ tiếp cận việc tiết kiệm điện theo hướng cảm tính và phản ứng tức thời - chẳng hạn như

¹ Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Kiến trúc
Email: giangnd@hau.edu.vn

tắt bớt thiết bị khi thấy hóa đơn tăng cao - mà chưa có nền tảng hiểu biết rõ ràng về cách năng lượng thực sự được tiêu thụ trong không gian sống.

Điều này xuất phát không chỉ từ sự thiếu kiến thức kỹ thuật của người dùng phổ thông, mà còn từ thực trạng thiết kế nhà ở hiện nay chưa hỗ trợ hành vi kiểm soát năng lượng một cách chủ động. Theo khảo sát của EVN và một số đề tài khoa học cấp ngành (2020–2023), hơn 80% các căn hộ tại đô thị không được bố trí thiết bị đo lường mức tiêu thụ theo từng khu vực chức năng, và chưa đến 10% công trình nhà ở tích hợp giải pháp tự động hóa cơ bản. Đa số thiết kế vẫn tuân theo các mẫu nhà ống truyền thống – thiếu linh hoạt trong tổ chức không gian, không tích hợp hệ quan trắc và hoàn toàn không có phản hồi giữa người dùng – thiết bị – môi trường. Do đó, việc điều chỉnh hành vi tiết kiệm năng lượng không thể tách rời khỏi thiết kế ban đầu của công trình. Nếu thiết kế không tạo điều kiện cho quan sát và điều chỉnh hành vi – ví dụ như không có vùng cảm ứng nhiệt, không chia khu vực chiếu sáng, hoặc không bố trí mặt bằng gắn với điều kiện vi khí hậu – thì người dùng khó có cơ sở để ra quyết định sử dụng hiệu quả.

Bài viết này nhằm lấp đầy khoảng trống đó bằng cách đưa ra cái nhìn toàn diện, thực tiễn và gần gũi: Giúp người tiêu dùng hiểu rõ hơn về quy trình tiêu thụ năng lượng trong hộ gia đình; nhận diện các sai lệch trong hành vi sử dụng thiết bị; đồng thời giới thiệu những tiếp cận hiệu quả từ cả hai góc độ, thiết kế kiến trúc và sử dụng thiết bị. Trọng tâm không nằm ở chính sách vĩ mô hay công nghệ cao cấp, mà là ở những giải pháp cụ thể, dễ áp dụng và có thể thực hiện ngay trong từng gia đình, nhằm tiến đến một lối sống tiện nghi nhưng tiết kiệm và chủ động hơn trong quản lý năng lượng hàng ngày.

2. THỰC TRẠNG TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG TRONG NHÀ Ở TẠI VIỆT NAM

Phân tích thực trạng tiêu thụ năng lượng trong khu vực nhà ở tại Việt Nam cho thấy sự gia tăng đáng kể cả về quy mô lẫn cường độ sử dụng, trong khi nền tảng dữ liệu để định hướng thiết kế kiến trúc hiệu quả vẫn còn rất hạn chế. Các khảo sát hiện nay chủ yếu dừng ở mức độ mô tả hiện tượng tổng thể, chưa đủ độ phân giải để phục vụ việc xây dựng các mô hình đánh giá hiệu suất sử dụng năng lượng phù hợp theo từng loại hình nhà ở, vùng khí hậu hay hành vi tiêu dùng đặc thù.

Một nghiên cứu đăng tải trên Tạp chí Khoa học và Công nghệ Năng lượng (Trường Đại học Điện lực, 2021), đã khảo sát mức tiêu thụ điện bình quân tại các hộ gia đình khu vực Hà Nội và các tỉnh lân cận, dựa trên các tiêu chí diện tích, thu nhập và quy mô hộ. Kết quả cho thấy:

Tại khu vực đô thị, tiêu thụ điện trung bình trong tháng cao điểm đạt khoảng 375 kWh/hộ, tương đương 5,0 kWh/m²/tháng hoặc 95 kWh/người/tháng (~1.140 kWh/năm).

Tại khu vực nông thôn, mức tiêu thụ trung bình vào mùa cao điểm là 240 kWh/hộ, tương đương 4,3 kWh/m²/tháng hoặc 66 kWh/người/tháng (~792 kWh/năm).



Các chiến lược tiết kiệm năng lượng ở cấp độ hộ gia đình vẫn chủ yếu dừng lại ở các giải pháp hành vi – tuyên truyền, dán nhãn thiết bị

Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng chi phí điện chiếm từ 2–5% tổng thu nhập hộ, không phụ thuộc rõ rệt vào mức sống. Phân bố phụ tải theo thời gian cho thấy giai đoạn 17h–21h có mức tiêu thụ điện cao nhất, gấp 6–10 lần trung bình ngày, trong đó các thiết bị sinh nhiệt (điều hòa, đun nước, bếp điện, tủ lạnh) chiếm 65–75% tổng điện năng, phần còn lại là chiếu sáng, máy bơm, thiết bị giải trí và giặt giũ.

Ngoài số liệu toàn quốc, một khảo sát thực địa tại thành phố Tuy Hòa (Le & Pitts, 2019) cho thấy mức tiêu thụ điện trung bình của hộ gia đình đạt khoảng 3340 kWh/năm, trong đó làm mát chiếm đến 31.9% tổng điện năng – tỷ lệ vượt trội so với nấu nướng (25.6%) và thiết bị nhà bếp (18.5%). Tỷ lệ hộ sở hữu điều hòa lên tới 82%, trong đó gần 40% có từ 2 máy trở lên. Đặc biệt, thời điểm sử dụng điều hòa tập trung cao độ vào khung giờ 12h–13h và 22h–2h sáng, phản ánh rõ sự nhạy cảm về nhiệt và thói quen sinh hoạt của người dân đô thị quy mô vừa.

Các đặc điểm này khẳng định nhu cầu cấp thiết của việc tái cấu trúc không gian và thiết bị nhà ở để kiểm soát phụ tải giờ cao điểm, tối ưu hóa hiệu suất vận hành và hỗ trợ tích hợp các nguồn năng lượng phân tán trong hộ gia đình. Đồng thời, nó cũng cho thấy sự phân tầng sâu sắc về tiêu thụ giữa các khu vực và loại hình cư trú – yếu tố quan trọng nhưng chưa được phản ánh trong các công cụ thiết kế đương đại.

Theo Báo cáo Năng lượng Việt Nam 2023 (Bộ Công thương), khu vực dân dụng hiện chiếm khoảng 30–35% tổng tiêu thụ điện năng quốc gia, với tốc độ tăng trưởng trung bình 7–10% mỗi năm trong vòng một thập kỷ. Tổng sản lượng điện tiêu thụ trong khu vực này năm 2023 ước đạt gần 82 tỷ kWh (số liệu EVN). Đáng chú ý, vẫn chưa tồn tại một hệ thống cơ sở dữ liệu tập trung nào cung cấp thông tin chi tiết theo loại hình căn hộ (1–3 phòng ngủ), cấu trúc vỏ công trình hay điều kiện vi khí hậu, khiến việc xây dựng mô hình hiệu quả năng lượng trở nên thiếu cơ sở khoa học. Trong khi đó, các chiến lược tiết kiệm năng lượng ở cấp độ hộ gia đình hiện vẫn chủ yếu dừng lại ở các giải pháp hành vi – tuyên truyền, dán nhãn thiết bị – mà chưa có cơ chế phản hồi định lượng từ vận hành thực tế vào thiết kế. Các công cụ mô phỏng năng lượng (như

EnergyPlus, DesignBuilder) cũng chưa được nội địa hóa phù hợp với điều kiện dữ liệu Việt Nam, dẫn tới tình trạng các mô hình đánh giá không bám sát thực tiễn tiêu thụ.

Ở cấp độ chính sách, Việt Nam đã ban hành các văn bản khung như Chương trình VNEEP3 (2019–2030) và Quy chuẩn QCVN 09:2017/BXD về hiệu quả năng lượng trong công trình xây dựng. Tuy nhiên, các chính sách này vẫn chủ yếu tập trung vào công trình công cộng, thương mại và công nghiệp, chưa có cơ chế cụ thể đối với nhà ở dân dụng – phân khúc chiếm tỷ trọng cao nhất nhưng ít được mô hình hóa nhất.

Việc đặt Việt Nam vào bối cảnh so sánh với các quốc gia trong khu vực ASEAN cho thấy nhiều nước đã tiến xa hơn trong việc thiết lập các nền tảng đánh giá và dữ liệu năng lượng cho khu dân cư. Singapore triển khai Green Mark cho nhà ở, trong đó tích hợp dữ liệu đo lường thực tế vào tiêu chí đánh giá. Thái Lan áp dụng MEPS và Building Energy Code bắt buộc với dự án nhà ở quy mô lớn. Malaysia và Indonesia cũng đã hình thành hệ cơ sở dữ liệu năng lượng chuẩn hóa cho từng loại hình nhà. Tình trạng thiếu cơ sở dữ liệu phân tầng, vắng công cụ mô phỏng hành vi và thiếu nền tảng thiết kế dựa trên hiệu suất đang là những rào cản đáng kể khiến kiến trúc sư Việt Nam không thể tiếp cận thiết kế hiệu quả năng lượng một cách thực chất. Do đó, việc số hóa, đo lường, phân tích và tích hợp dữ liệu vận hành vào quy trình thiết kế là điều kiện tiên quyết để chuyển từ tư duy thiết kế kinh nghiệm sang mô hình hóa năng lượng nhà ở dựa trên dữ liệu – hướng tới mục tiêu Net Zero tại Việt Nam.

3. KHOẢNG TRỐNG TRONG VIỆC THỰC HIỆN CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ KIẾN TRÚC HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG

3.1. Phân tích khoảng trống: chuẩn hóa số liệu – Bài học từ các mô hình quốc tế

Dù đã có nhiều thống kê từ EVN, Bộ Công thương và các nghiên cứu học thuật, Việt Nam vẫn thiếu một hệ cơ sở dữ liệu tập trung cho hiệu quả năng lượng theo loại hình nhà ở hoặc vùng khí hậu, gây khó khăn trong so sánh nội địa và quốc tế. Báo cáo Ngành điện 2023 cho thấy tiêu thụ điện khu dân cư tăng 8,5%/năm (2012–2022), đặc biệt vượt 10% tại đô thị hậu COVID-19 do xu hướng làm việc tại nhà và gia tăng thiết bị. Mùa hè 2023 ghi nhận mức tiêu thụ kỷ lục: TP. Hồ Chí Minh hơn 930 triệu kWh/ngày, Hà Nội 75,4 triệu – tăng lần lượt 20% và 22,5%.

Tốc độ gia tăng diện tích nhà ở (1,3 triệu m²/năm) đồng hành với nhu cầu tiêu thụ điện, nhưng Việt Nam vẫn thiếu dữ liệu liên kết giữa diện tích ở và cường độ tiêu thụ (kWh/m²/năm) – một chỉ số quan trọng trong thiết kế bền vững. Trong khi đó, Singapore (Green Mark), Thái Lan (BEC 2021) và Malaysia (GBI) đều có hệ thống EUI chuẩn hóa cho nhà ở.

Việc Việt Nam chưa đo lường hoặc công bố EUI dân cư gây khó khăn ở ba khía cạnh: (1) Thiết kế không có chỉ số chuẩn để đặt mục tiêu hiệu quả; (2) Chính sách thiếu cơ sở xây dựng quy chuẩn và chứng nhận công trình; (3) Dự báo phụ tải thiếu phân tầng nên kém chính xác theo vùng hoặc loại nhà. Điều này càng khẳng định nhu cầu cấp thiết về một cơ sở dữ liệu năng lượng thống nhất cho lĩnh vực nhà ở.

Bảng 1. So sánh mức tiêu thụ năng lượng nhà ở tại một số quốc gia Đông Nam Á

Quốc gia	Tiêu thụ năng lượng nhà ở (EUI)	Chương trình/Tiêu chuẩn liên quan	Tình trạng dữ liệu vận hành thực tế
Việt Nam*	~ 60 kWh/m²/năm (chưa chính thức)	VNEEP3,QCVN 09:2017/BXD	Thiếu chuẩn hóa và công bố dữ liệu rộng rãi
Singapore	130–160 kWh/m²/năm	Green Mark for Residential Buildings	Có hệ thống dữ liệu đo thực tế và mô phỏng đầy đủ
Thái Lan	Khoảng 180–200 kWh/m²/năm	BEC 2021, MEPS	Áp dụng rộng rãi cho nhà ở mới quy mô lớn
Malaysia	~170 kWh/m²/năm (ước tính theo GBI)	Green Building Index (GBI)	Dữ liệu chủ yếu từ dự án mẫu
Indonesia	140–180 kWh/m²/năm (dự báo bởi Greenship)	Greenship Residential (BGI) – bản dự thảo	Giai đoạn triển khai thử nghiệm, chưa thống kê đủ

(*) Ghi chú: Số liệu ước tính từ khảo sát 2019 – Tạp chí KH&CN Năng lượng – ĐH Điện Lực

3.2. Khoảng trống trong việc thực hiện các giải pháp thiết kế kiến trúc hiệu quả năng lượng

Hiện nay, quy trình thiết kế công trình nhà ở vẫn chủ yếu dựa trên các giả định tiêu chuẩn hoặc kinh nghiệm, chưa có sự kết nối trực tiếp với dữ liệu vận hành thực tế sau khi công trình đi vào sử dụng. Các phần mềm mô phỏng năng lượng (EnergyPlus, DesignBuilder...) thường hoạt động độc lập, không tích hợp dòng dữ liệu theo thời gian thực từ công tơ hoặc cảm biến năng lượng. Khoảng trống này dẫn tới các hậu quả như: (1) Sự chênh lệch đáng kể giữa giá trị mô phỏng và tiêu thụ thực tế; (2) Không có phản hồi ngược từ vận hành tới thiết kế; (3) Thiếu các thuật toán điều chỉnh hành vi người dùng dựa trên dữ liệu thực; (4) Không xây dựng được cơ sở dữ liệu nền cho chính sách hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

3.3. Hạn chế của hệ thống đo lường và nền tảng phân tích

Các hệ thống đo lường hiện tại vẫn manh mún, thiếu tính liên kết và không có chuẩn hóa về cấu trúc dữ liệu, định dạng truyền nhận, hoặc nền tảng phân tích. Điều này khiến dữ liệu không thể sử dụng được trong các phần mềm thiết kế kiến trúc hoặc quy hoạch năng lượng.

3.4. Thiếu tích hợp “design for data” trong thiết kế nhà ở

Việc thiết kế nhà ở tại Việt Nam cũng chưa gắn với nguyên lý 'design for data' – tức thiết kế để tích hợp khả năng đo lường, phản hồi và điều chỉnh. Công trình được thiết kế như một hệ tĩnh, trong khi nhu cầu hiện đại đòi hỏi khả năng tương tác theo thời gian thực giữa công trình và người sử dụng.

Chất lượng môi trường trong nhà (Indoor Environmental Quality – IEQ) là một trong những yếu tố then chốt tác động trực tiếp đến hành vi sử dụng thiết bị điện trong không gian sống. Nhiều khảo sát thực nghiệm đã chứng minh rằng khi điều kiện nhiệt độ, độ ẩm và thông gió tự nhiên được tối ưu, người dùng có xu hướng giảm tần suất và thời lượng sử dụng các thiết bị làm mát nhân tạo như điều hòa hoặc quạt điện.



Quy trình thiết kế nhà ở vẫn chủ yếu dựa trên giả định tiêu chuẩn hoặc kinh nghiệm, chưa có sự kết nối trực tiếp với dữ liệu vận hành thực tế sau khi đi vào sử dụng

Ví dụ, nghiên cứu tại Singapore và Thái Lan chỉ ra rằng căn hộ có thiết kế tối ưu thông gió tự nhiên có thể giảm phụ tải làm mát tới 15–25% so với nhà ở cùng khu vực nhưng không có giải pháp tác động. Tương tự, việc gia tăng diện tích chiếu sáng tự nhiên có thể giảm đến 30% điện năng chiếu sáng ban ngày, giúp tiết kiệm đáng kể tổng phụ tải điện. Điều này cho thấy, việc thiết kế cải thiện IEQ không chỉ nâng cao chất lượng sống mà còn là một chiến lược kiểm soát hành vi sử dụng thiết bị – yếu tố gián tiếp nhưng cực kỳ quan trọng đối với tiêu thụ năng lượng hộ gia đình.

Từ thực trạng phân tích, có thể thấy rằng các rào cản lớn trong tiêu chuẩn hóa dữ liệu, chiến lược quan sát hành vi, và thiếu công cụ thiết kế dựa trên phản hồi vận hành thực tế đang kìm hãm nỗ lực tiếp cận mô hình nhà ở hiệu quả năng lượng. Vì vậy, cần một cách tiếp cận mới, trong đó dữ liệu trở thành thành phần đầu vào ngay từ giai đoạn ý tưởng, và công trình được xem như một thực thể có khả năng học hỏi và thích nghi (adaptive building).

4. TÍCH HỢP HỆ THỐNG QUAN SÁT DỮ LIỆU VẬN HÀNH TRONG THIẾT KẾ NHÀ Ở: MỘT CÁCH TIẾP CẬN DỰA TRÊN KHOA HỌC DỮ LIỆU

Để khắc phục tình trạng thiếu hụt dữ liệu và phản hồi thiết kế, cần phát triển hệ thống kỹ thuật kết nối dữ liệu vận hành thực tế với toàn bộ chu trình thiết kế kiến trúc. Trong bối cảnh dữ liệu hiện nay còn mang tính tổng hợp, việc thiết lập mạng lưới quan trắc năng lượng theo thời gian thực tại hộ gia đình trở thành yêu cầu cấp thiết, mở đường cho mô hình thiết kế dựa trên dữ liệu (data-

informed design) – đánh dấu bước chuyển từ thiết kế định tính sang định lượng, từ tĩnh sang thích ứng.

Nhiều mô hình quốc tế chứng minh hiệu quả của hướng tiếp cận này: Singapore với hệ thống Green Mark Performance Monitoring, Nhật Bản triển khai Japan Smart Community tích hợp công tơ thông minh và dữ liệu cộng đồng, và EU với chỉ số SRI (Smart Readiness Indicator) lượng hóa mức độ phản hồi của công trình thông minh.

Về kỹ thuật, hệ thống gồm ba tầng: (1) Cảm biến đầu cuối (công tơ, IoT); (2) Tầng phân tích trung gian (EMS, AI); (3) Tầng phản hồi thiết kế (BIM/energy model). Mỗi tầng đóng vai trò bổ trợ, giúp mô phỏng hiệu suất theo thời gian thực.

Thông qua mô hình phản hồi thiết kế – vận hành (Design-Performance Feedback Loop), dữ liệu được thu thập và phản hồi liên tục về giai đoạn thiết kế để điều chỉnh hình thái, vật liệu và không gian – dựa trên hành vi và điều kiện môi trường. Sự tích hợp giữa công nghệ và tư duy thiết kế là yếu tố then chốt.

Tóm lại, tích hợp dữ liệu vận hành không chỉ là đổi mới công nghệ mà còn là nền tảng để hình thành hệ sinh thái thiết kế kiến trúc thích ứng, tối ưu hóa năng lượng và hỗ trợ mục tiêu Net Zero dài hạn trong khu vực nhà ở.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tiêu thụ năng lượng trong khu vực nhà ở đang là một thách thức lớn trong chiến lược phát triển bền vững tại Việt Nam. Những phân tích trước đó cho thấy sự thiếu hụt về dữ liệu vận hành, công cụ đánh giá phản hồi và nền tảng liên kết giữa hành vi người dùng với thiết kế kiến trúc là rào cản



Tích hợp dữ liệu vận hành không chỉ là đổi mới công nghệ mà còn là nền tảng để hình thành hệ sinh thái thiết kế kiến trúc thích ứng, tối ưu hóa năng lượng

chính làm hạn chế tiến trình chuyển đổi sang công trình hiệu suất cao.

Trên cơ sở đó, bài viết kiến nghị ba hướng hành động chiến lược:

(1) Xây dựng cơ sở dữ liệu năng lượng nhà ở phân tầng, theo loại hình nhà (căn hộ, nhà liền kề, biệt lập), bao gồm đặc điểm lớp vỏ công trình, vùng khí hậu, thiết bị sử dụng và hành vi cư trú. Dữ liệu cần được cập nhật định kỳ từ vận hành thực tế và dùng làm nền tảng cho mô phỏng và đánh giá hiệu suất.

(2) Thiết lập cơ chế phối hợp liên bộ (Xây dựng – Công thương – KH&CN) để chuẩn hóa cấu trúc dữ liệu và quy trình chia sẻ. Trên cơ sở đó, ban hành các chỉ số chuẩn quốc gia (như EUI) phục vụ thiết kế, chứng nhận và hoạch định chính sách.

(3) Phát triển nền tảng dữ liệu mở, phục vụ giới kiến trúc, nghiên cứu và phát triển. Các mô hình quốc tế như ODYSSEE-MURE (EU), BCA Data Hub (Singapore), KEMCO DB (Hàn Quốc) là các nghiên cứu điển hình về minh bạch hóa và đổi mới dữ liệu năng lượng.

Giải pháp tích hợp hệ thống quan sát dữ liệu tiêu thụ năng lượng thể hiện một bước ngoặt chuyển đổi căn bản từ mô hình thiết kế tĩnh truyền thống sang mô hình thiết kế học hỏi và thích ứng. Trong cách tiếp cận này, công trình không còn là một hệ thống bất biến được thiết lập cố định tại thời điểm thiết kế, mà trở thành một thực thể động, có khả năng thu nhận dữ liệu vận hành trong suốt vòng đời và tự điều chỉnh hình thái, chức năng, cũng như chiến lược vận hành theo các điều kiện môi trường và hành vi người sử dụng. Việc chuyển đổi này không chỉ

nâng cao hiệu suất năng lượng mà còn mở ra khả năng cá thể hóa thiết kế, giúp công trình phản ứng linh hoạt hơn với biến động khí hậu và thay đổi trong nhu cầu cư trú hiện đại. – từ công tư thông minh, cảm biến đến nền tảng phân tích và dữ liệu mở – là bước đột phá cần thiết để hiện thực hóa mô hình thiết kế dữ liệu hóa. Khi dữ liệu vận hành được phản hồi ngược vào thiết kế, công trình không chỉ là sản phẩm tĩnh mà trở thành một hệ học thích nghi, tự điều chỉnh để tối ưu hiệu suất trong suốt vòng đời sử dụng.

Việt Nam cần xác lập chiến lược “Kiến trúc dựa trên dữ liệu” như một định hướng cốt lõi trong lộ trình chuyển đổi số ngành xây dựng. Tầm nhìn này đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ giữa cơ quan nhà nước, khu vực tư nhân, giới nghiên cứu và cộng đồng cư dân để cùng xây dựng một hệ sinh thái thiết kế – vận hành – phản hồi dựa trên dữ liệu.

Lương Hương (BT)

Tài liệu tham khảo:

- [1] Trương Minh Thắng, Phạm Minh Chính (2021). "Mức độ tiêu thụ điện và các giải pháp tiết kiệm điện tại các hộ gia đình ở Việt Nam", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Năng lượng*, Trường Đại học Điện Lực.
- [2] Bộ Công thương (2023). *Báo cáo năng lượng Việt Nam*.
- [3] EVN (2023). *Số liệu thống kê tiêu thụ điện hộ gia đình tại Việt Nam*.
- [4] FPT & MBS (2023). *Báo cáo ngành điện Việt Nam: Xu hướng và thách thức*.
- [5] CEN (2017). EN ISO 52000-1: *Energy performance of buildings: Overarching EPB assessment*. Brussels: European Committee for Standardization.
- [6] ASHRAE (2019). *Standard 90.1 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- [7] Building and Construction Authority, BCA (2021). *Green Mark for Residential Buildings*. Singapore Government.
- [8] European Commission (2020). *Smart readiness indicators for buildings: Implementation guidelines*.
- [9] NEDO – New Energy and Industrial Technology Development Organization (2020). *Japan's smart community initiative*.
- [10] ODYSSEE-MURE Project (2022). *Energy Efficiency Trends and Policies in the EU*. <https://www.odyssee-mure.eu/>
- [11] BCA Singapore (2023). *BCA Data Hub: Performance Data for Green Mark Buildings*.
- [12] KEMCO (2022). *Building-energy database*. Korea Energy Management Corporation.