

# HUST - ĐẠI HỌC XANH - HƯỚNG TỚI PHÁT THẢI RÒNG CO<sub>2</sub> BẰNG KHÔNG

HUST GREEN AND NET ZERO ENERGY CAMPUS

Đặng Hoàng Anh<sup>1</sup>, Lê Công Lý<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Đức Hiếu<sup>1</sup>,  
Vũ Thị Huệ<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Mạnh<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.063>

## TÓM TẮT

Biến đổi khí hậu và an ninh năng lượng đặt ra nhiều thách thức cho các quốc gia trên thế giới phải có chiến lược chuyển dịch sang sử dụng năng lượng sạch và hiệu quả năng lượng. Chung tay thực hiện cam kết của Việt Nam tại COP26, Đại học Bách khoa Hà Nội (ĐHBKHN) hướng tới xây dựng trường Đại học Xanh với tiêu chí năng lượng bền vững. Thông qua việc khảo sát thực tế để xây dựng mô hình mô phỏng thông tin (Building Information Modeling - BIM) và mô hình mô phỏng năng lượng (Building Energy Modeling - BEM) cho hiện trạng khuôn viên của ĐHBKHN. Từ đó phân tích, đánh giá hiện trạng khu vực Campus chính của ĐHBKHN và nêu ra được thực trạng sử dụng năng lượng cũng như chiến lược để đạt được tiêu chí Đại học Xanh. Qua đó đề xuất các biện pháp và cách thức thực hiện để đạt được HUST - Đại học Xanh và Hướng tới phát thải ròng CO<sub>2</sub> bằng không.

**Từ khóa:** Hiệu quả năng lượng; mô phỏng năng lượng; đại học xanh.

## ABSTRACT

Climate change and energy security pose challenges for countries around the world to have a strategy to transition to using clean and energy efficient energy. Joining hands to implement Vietnam's commitment at COP26, HUST aims to build a Green University with sustainable energy criteria. Through the actual survey to build the Building Information Modeling (BIM) and the Building Energy Modeling (BEM) for the current status of the Campus of Hanoi University of Science and Technology, thereby analyzing, assess the current status of the main campus of Hanoi University of Science and Technology and outline the current status of energy use as well as strategies to achieve the Green University criteria, and propose measures and implementation methods to achieve HUST - Green University and Net Zero Energy Use.

**Keywords:** Energy efficiency; energy simulation; green university.

<sup>1</sup>Trường Điện - Điện tử, Đại học Bách khoa Hà Nội

\*Email: [ly.lc181215@sis.hust.edu.vn](mailto:ly.lc181215@sis.hust.edu.vn)

Ngày nhận bài: 25/10/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 01/02/2023

Ngày chấp nhận đăng: 15/3/2023

## 1. GIỚI THIỆU

Chúng ta vẫn biết ảnh hưởng tiêu cực của khí thải CO<sub>2</sub> là rất lớn đến môi trường và Việt Nam là 1 trong 5 nước bị tác động lớn nhất của việc biến đổi khí hậu. Ngành công nghiệp xây dựng có tác động đáng kể đến lượng khí thải cacbon trên thế giới khi chiếm tới gần 40% lượng khí thải,

trong đó 11% được tạo ra từ việc sản xuất vật liệu xây dựng như thép, xi măng và thủy tinh. Sau 2 năm đại dịch Covid - 19 diễn ra làm thay đổi cuộc sống của mỗi chúng ta và những bằng chứng không thể chối cãi về biến đổi khí hậu, lượng khí thải CO<sub>2</sub> vẫn đang gia tăng, đạt mức cao nhất lịch sử vào năm 2020 theo báo cáo tình trạng toàn cầu 2020 của Global Status Report for Buildings and Construction. Dù rất nhiều tiến bộ công nghệ đã được áp dụng thông qua việc ứng dụng vật liệu tái chế và các vật liệu xanh vào quy trình xây dựng. Tuy nhiên vẫn còn một chặng đường dài để có thể giảm lượng khí thải carbon xuống mức tối thiểu hoặc gần như “bằng không”.

Dưới những tác động trên, đòi hỏi chính phủ mỗi quốc gia cần có những tiêu chuẩn cụ thể để hạn chế lượng khí thải carbon do ngành công nghiệp xây dựng tạo ra, từ đó bảo đảm một môi trường “xanh” và bền vững cho người dân. Vì vậy việc xây dựng các tòa nhà sử dụng năng lượng hiệu quả (NZEB) được coi là một trong những giải pháp hiệu quả nhất cho vấn đề này. Một công trình hướng tới Net Zero Energy Building mà cụ thể ở đây là các tòa nhà thuộc khuôn viên Đại học Bách khoa Hà Nội phải là một cấu trúc giúp cân bằng lượng khí thải carbon của nó với việc loại bỏ carbon. Bằng cách áp dụng việc lắp đặt hệ thống năng lượng tái tạo, lưu trữ điện, sử dụng các vật liệu tối đa hóa khả năng cách nhiệt, năng lượng và kiểm soát nhiệt độ của tòa nhà. Kết hợp với mô hình mô phỏng năng lượng thông minh, mô hình kiến trúc chi tiết, trực quan giúp cho việc tính toán năng lượng tiêu thụ đạt độ chính xác, từ đó có cơ sở khách quan để đưa ra các biện pháp tiết kiệm năng lượng. Mục đích là để giảm tiêu thụ năng lượng và chi phí năng lượng, tận dụng lợi thế của thông gió tự nhiên và ánh sáng, hướng tới xây dựng một khuôn viên trường đại học gần như sử dụng năng lượng bằng không.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Chiến lược xây dựng các mô hình mô phỏng cũng như việc đánh giá, phân tích hiện trạng và lên ý tưởng để xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho khuôn viên của ĐHBKHN được chia làm 4 giai đoạn cụ thể như sau:

- Khảo sát hiện trạng kiến trúc - Xác định quy mô khuôn viên của trường
- Xây dựng mô hình mô phỏng thông tin BIM

- Xây dựng mô hình mô phỏng năng lượng BEM
- Phân tích tác động và đề xuất các biện pháp tối ưu năng lượng

**2.1. Khảo sát hiện trạng kiến trúc - Xác định quy mô khuôn viên**

Khuôn viên ĐHBKHN hiện nay bao gồm chủ yếu là các tòa nhà hiện hữu và tòa nhà đang thi công (C7) với tổng diện tích phục vụ giảng dạy, nghiên cứu khoa học và hội họp rộng 26,2 hecta. Quy mô công trình bao gồm 17 dãy nhà chính, chia làm các dãy nhà khu C: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10; dãy nhà khu D là: D3, D5, D7, D9; khu D chắn: D2, D4, D6, D8 và thư viện Tạ Quang Bửu. Khu đất tiếp giáp với:

- Phía Đông: Giáp đường Trần Đại Nghĩa và khu dân cư.
- Phía Tây: Giáp đường Giải Phóng.
- Phía Nam: Giáp trường Đại học Xây dựng Hà Nội.
- Phía Bắc: Giáp đường Đại Cồ Việt.



Hình 1. Bản đồ các khu nhà chính của khuôn viên ĐHBKHN

Công việc cần thiết đầu tiên trong quá trình xây dựng các mô hình mô phỏng kiến trúc và năng lượng đó là thực hiện việc khảo sát, đo đạc các vấn đề về kiến trúc, phân chia khu vực của các tòa nhà, khảo sát một số thiết bị điện chính để quan sát của tòa nhà qua đó xác định được cơ bản công năng của các khu vực. Những khu vực không thể khảo sát trực tiếp (ví dụ như những tầng tum của các tòa nhà) được lấy độ dài ước lượng theo những công trình đã được khảo sát trực tiếp. Tòa nhà C7 đang trong quá trình xây dựng nên mô hình được dựng dựa vào bản vẽ thiết kế kiến trúc của tòa nhà. Việc khảo sát này cung cấp cho ta tầm nhìn để nắm bắt được đối tượng sử dụng năng lượng và yếu tố ảnh hưởng khác, xác định được sơ bộ các phân vùng hệ thống cần được đánh giá tiềm năng tiết kiệm năng lượng.

**2.2. Xây dựng mô hình mô phỏng thông tin BIM**

Mô hình thông tin xây dựng - Building Information Modeling (hay gọi tắt là BIM), là một dạng mô hình chứa

đựng mọi thông tin cần thiết trong một dự án xây dựng, từ kích thước cấu kiện (dầm, sàn, cột...) đến thông tin phi vật thể như khả năng chống cháy (cửa cửa, tường, sàn, trần...). Việc kết hợp các thông tin về các bộ phận trong công trình với các thông tin khác như định mức, đơn giá, tiến độ thi công... sẽ tạo nên một mô hình thực tại ảo của công trình, nhằm mục đích tối ưu hóa thiết kế, thi công, vận hành quản lý công trình.

Đối với các khối công trình thuộc khuôn viên trường đại học, nhóm nghiên cứu quyết định sử dụng phần mềm thiết kế kiến trúc ArchiCAD là phần mềm mạnh về thiết kế kiến trúc với các công cụ thiết kế linh hoạt giúp chúng ta có thể tạo ra các bản vẽ 2D và 3D lồng vào cốt xây dựng thiết kế. Nó cho phép người sử dụng để tạo ra một mô phỏng của các khối nhà thực tế đã xây dựng và các khối nhà đang thi công (như tòa nhà C7). Đồng thời phần mềm cung cấp một công cụ xuất bản máy tính để bàn cho phép người sử dụng để tạo ra vật liệu in cho các tài liệu của dự án phục vụ việc triển khai trực quan hóa hình ảnh của các biện pháp tiết kiệm được đề xuất trong tương lai. ArchiCAD còn cung cấp hỗ trợ cho các tập tin DWG (vẽ), xuất DXF (Drawing Interchange Format / Vẽ Trao đổi Format) nhằm rút ngắn thời gian khảo sát từ việc ứng dụng các tập tin DXF cho việc xây dựng các mô hình mô phỏng năng lượng (BEM) sau này.



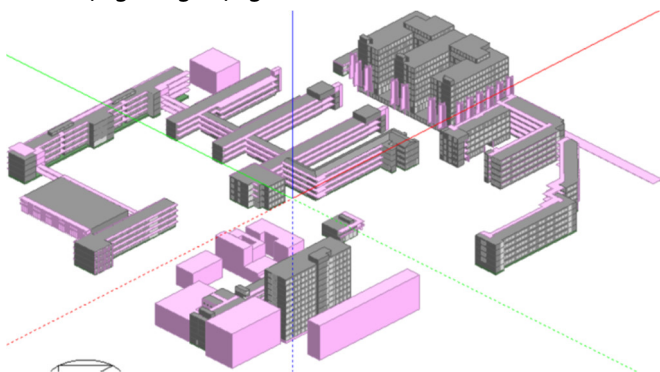
Hình 2. Mô hình kiến trúc 3D thư viện Tạ Quang Bửu

**2.3. Xây dựng mô hình mô phỏng năng lượng BEM**

Mô hình mô phỏng năng lượng - Building Energy Management (BEM) là một mô hình chứa thông tin cần thiết của công trình, bao gồm kích thước cấu kiện, thông tin vật liệu. Mục đích nhằm xu hướng tối ưu hóa và sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, ngoài ra mô phỏng năng lượng còn cho phép dự báo sẽ tiêu thụ bao nhiêu năng lượng trong tương lai. Giúp cho chúng ta tiết kiệm được chi phí trong quá trình vận hành, giảm tải năng lượng tiêu thụ trong tòa nhà mà vẫn đảm bảo các tiện nghi cần cung cấp bên trong toàn nhà.

Đối với các khối công trình thuộc khuôn viên trường đại học, nhóm nghiên cứu quyết định sử dụng phần mềm mô phỏng năng lượng Design Builder là phần mềm mô phỏng năng lượng chuyên dụng. Nó cho phép người sử dụng để tạo ra một mô hình hoặc nhập mô hình từ các phần mềm

khác như BIM, AutoCAD... với đầy đủ các thông tin về kích thước, vật liệu. Sau đó phân tích, tính toán dữ liệu rồi có thể xuất kết quả dưới dạng biểu đồ, hình ảnh hoặc báo cáo theo chứng nhận LEED, LOTUS... Ngoài ra ta có thể thiết lập nhiều thông số phức tạp (green roof) và các hệ thống kỹ thuật tiên tiến nhất (BMS, PV...) để kết quả mô phỏng đạt độ chính xác cao từ đó lựa chọn được giải pháp tối ưu về sử dụng năng lượng.



Hình 3. Mô hình mô phỏng năng lượng khuôn viên ĐHBKHN

**2.4. Phân tích tác động và đề xuất các biện pháp tối ưu năng lượng**

Phân tích hiện trạng sử dụng năng lượng của khuôn viên ĐHBKHN dựa trên kết quả mô phỏng năng lượng sơ bộ, đồng thời thông qua việc đánh giá các tác động của yếu tố bên ngoài như điều kiện khí hậu, thời tiết nhằm xác định các tiềm năng tiết kiệm năng lượng cũng như đề xuất các biện pháp tối ưu hóa năng lượng sao cho hiệu quả nhất.

**2.4.1. Tối ưu hóa hình thức, vật liệu cho tòa nhà**

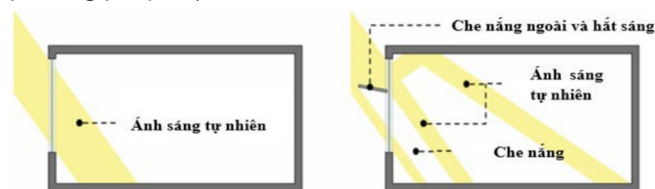
Việc đưa ra phương án tối ưu đối với vật liệu cho tòa nhà được áp dụng khả thi hơn cả đối với các khối nhà đang thi công xây dựng điển hình như tòa C7. Phần lớn diện tích lớp tường bao che công trình đang sử dụng loại tường đôi gạch đặc đất sét nung với tổng nhiệt trở  $R_0 = 0,47m^2.K/W$  không đáp ứng theo QCVN 09:2017/BXD về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả nên cần phải thay thế loại tường khác có hệ số tổng nhiệt trở lớn hơn  $0,56m^2.K/W$ . Giải pháp tối ưu hơn cho vật liệu tường ngoài nhà này là sử dụng tường đôi panel dày 180mm với tổng nhiệt trở đạt  $1,54m^2.K/W$ , đảm bảo theo QCVN 09:2017/BXD.



Hình 4. Hướng đón nắng tòa C7 vào 15:00 ngày hạ chí (22/06)

Đối với các khu nhà còn lại nằm trong khuôn viên tuy việc thay đổi hoàn toàn loại vật liệu đã xây dựng là khó thực hiện nhưng ta có thể đề xuất các biện pháp với mục đích thêm mới vật liệu có chức năng giảm thiểu tác động của điều kiện ngoại cảnh tới việc tiêu thụ năng lượng. Với đặc điểm khí hậu ẩm ướt chất nhiệt đới ẩm gió mùa của miền Bắc, điều này gây ra sự chênh lệch về nhiệt độ cùng với mật độ năng lượng bức xạ mặt trời trên một đơn vị diện tích lớn ảnh hưởng đáng kể tới hiệu suất của tải làm mát.

Một phương pháp tường chùng đơn giản nhưng lại vô cùng hiệu quả trong việc giảm thiểu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời tới tiêu thụ năng lượng đó là sử dụng các loại lam chắn nắng bố trí tập trung tại vị trí đón nắng nhiều nhất của các cửa sổ. Bóng dâm tạo ra bởi phần nhô ra của lam che giúp ngăn chặn sự tích tụ nhiệt trên các bề mặt tường và kính cửa sổ, giảm công suất phát nhiệt bên ngoài cửa sổ cũng như nhu cầu về tiêu thụ năng lượng của tải mát các tòa nhà được giảm thiểu một cách đáng kể khi sử dụng phương pháp này.

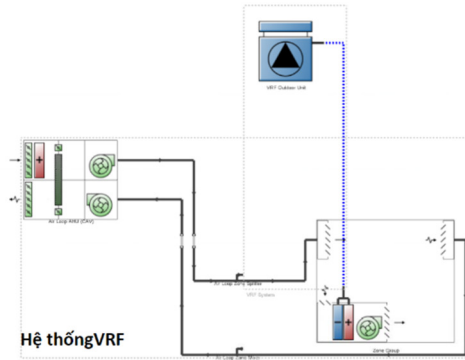


Hình 5. Cửa sổ sử dụng kết cấu lam che nắng ngoài giúp mở rộng vùng chiếu sáng tự nhiên và che chắn không gian bên trong

**2.4.2. Tối ưu hóa hệ thống HVAC và chiếu sáng trong nhà**

Hệ thống điều hòa không khí và thông gió (HVAC) thường là hệ thống tiêu thụ năng lượng chiếm tỷ trọng lớn nhất trong các loại phụ tải của đa số công trình hiện nay, và các tòa nhà nằm trong phạm vi khuôn viên ĐHBKHN cũng vậy. Vì vậy việc sử dụng các hệ điều hòa trong không gian có hiệu suất phải phù hợp với công năng, tiết kiệm điện thì tổng năng lượng tiêu thụ của các tải mới có xu hướng giảm tải. Với đặc điểm loại công trình là trường học, có chứa các trang thiết bị, máy móc thí nghiệm dễ bị hỏng do ảnh hưởng của nhiệt độ vì thất thoát nhiệt nên giải pháp cho tình trạng này đó là sử dụng hệ thống điều hòa trung tâm VRF có hiệu suất cao, thay thế cho hệ điều hòa thông thường với hệ số hiệu quả năng lượng (Coefficient Of Performance) ở mức cao dao động trong khoảng từ 4,5 - 5. Cấu kiện cho các tòa nhà có sử dụng điều hòa trung tâm như khu C2, C7, D6, D8, Thư viện Tạ Quang Bửu. Kết quả thử nghiệm qua mô phỏng cho thấy VRF hiệu suất cao là hệ thống tiêu thụ năng lượng ở mức thấp nhất mà vẫn đảm bảo sự tiện nghi của người dùng.

Với khối kiến trúc gồm các tòa nhà có hướng đón nắng nhiều cả buổi sáng và buổi chiều, điều này có thể được tận dụng ánh sáng tự nhiên xung quanh khu vực cửa sổ các phòng để điều khiển chiếu sáng, giảm bớt công suất tải chiếu sáng bằng cách lắp đặt hệ thống cảm biến điều khiển chiếu sáng (lighting control) bố trí dọc các vị trí hứng nắng một cách tự động.

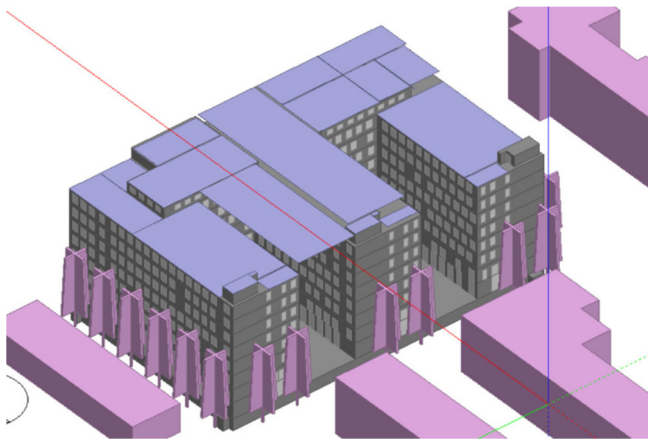


Hình 6. Hệ thống điều hòa trung tâm VRF điển hình

**2.4.3. Lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái**

Tại Việt Nam ở khu vực Đông Bắc, số giờ nắng trong năm khoảng 1600 - 1750 giờ, nắng nhiều từ khoảng tháng 5 trở đi với khoảng trung bình 6 - 7 giờ/ngày, duy trì ở mức cao từ tháng 7 (theo: Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn quốc gia). Nhờ có tổng số giờ nắng và lượng bức xạ mặt trời cao, việc lắp đặt điện mặt trời tại miền Bắc mang lại hiệu quả rất khả quan.

Với đặc điểm các công trình trong khuôn viên ĐHBKHN có chiều cao khá thuận lợi, cùng với đặc điểm tầng tum chủ yếu là mái bằng, có diện tích rộng, thoáng thuận lợi cho việc lắp đặt hệ thống PV. Ngoài ra diện tích mái nhà để xe khá là lớn nên có thể được tận dụng để lắp đặt. Ở đây ta sử dụng tấm pin năng lượng mặt trời Canadian Hiku công suất cực đại 450W có hiệu suất chuyển đổi quang điện đạt 20,37%, kích thước 2108x1048x40 mm. Có thể nói đây là phương pháp được sử dụng phổ biến nhằm sử dụng năng lượng tái tạo một cách hiệu quả nhất.



Hình 7. Hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái tòa C7

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Mô hình mô phỏng thông tin BIM hoàn chỉnh**

Thông qua khảo sát, thu thập dữ liệu và hoàn thiện trên phần mềm, nhóm nghiên cứu đã xây dựng thành công mô hình BIM khuôn viên của ĐHBKHN. Mô hình đảm bảo các tiêu chí về kiến trúc (cột, dầm, sàn...) các thông tin phi vật thể (kích thước của sổ, cửa ra vào...), cảnh quan xung quanh. Mô hình mang lại tầm nhìn bao quát hiện trạng một cách trực quan: những nơi nào lãng phí năng lượng, nơi

nào cần sửa chữa bảo dưỡng thiết hoặc nơi nào cần đầu tư để cải thiện hiệu quả năng lượng, đồng thời cũng xác định được các tiềm năng tiết kiệm năng lượng. Đây sẽ là bước đầu trong việc đánh giá các hoạt động sử dụng năng lượng tại khuôn viên của ĐHBKHN.

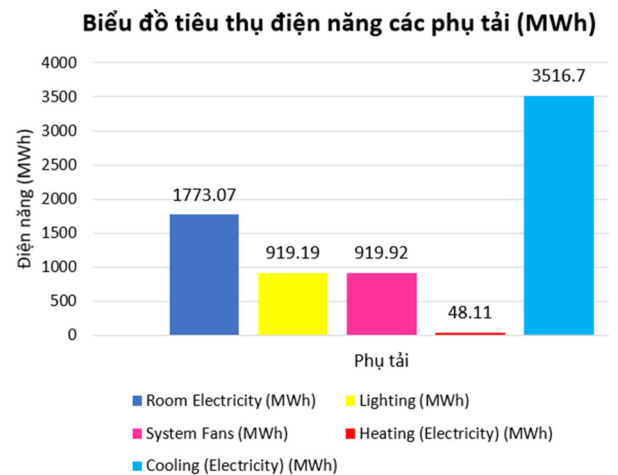


Hình 8. Mô hình BIM hoàn chỉnh diễn họa trực quan Campus HUST

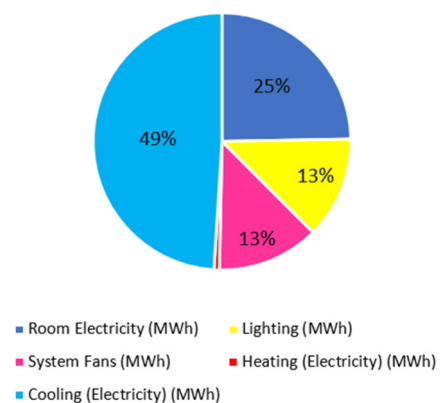
**3.2. Kết quả mô phỏng năng lượng**

**3.2.1. Mô hình hiện trạng**

Kết quả mô phỏng năng lượng mô hình hiện trạng ban đầu được thể hiện qua các biểu đồ ở hình 9.



**Tỷ trọng tiêu thụ điện năng các phụ tải (%)**



Hình 9. Dữ liệu tiêu thụ điện năng của các phụ tải thành phần theo năm

Từ kết quả trên ta có thể thấy rằng:

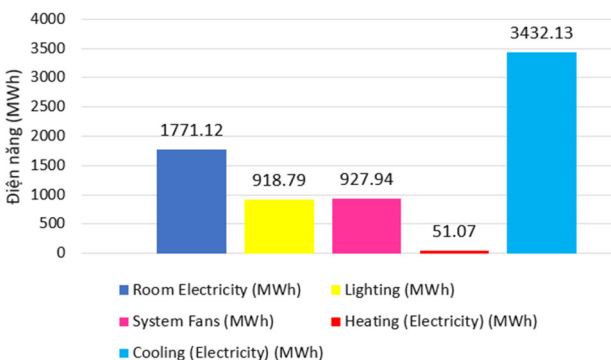
- Tổng điện năng tiêu thụ ban đầu đạt 7,177GWh.
- Cool electricity tiêu thụ năng lượng lớn (49% tỷ trọng tiêu thụ) vì vậy cần phải ưu tiên tập trung phân tích đánh giá và đề xuất ra các biện pháp tối ưu sử dụng năng lượng.
- System fans và lighting có mức tiêu thụ năng lượng gần tương đương nhau (13% mỗi tải) nên cũng cần phải đề xuất ra các giải pháp để tối ưu sử dụng năng lượng.
- Heating (Electricity) có mức tiêu thụ rất thấp nên không cần thiết tối ưu năng lượng.
- Room electricity là phần sử dụng năng lượng cố định, thuộc về phần thiết kế công trình nên không thể thay đổi được.

**3.2.2. Mô hình các giải pháp đề xuất**

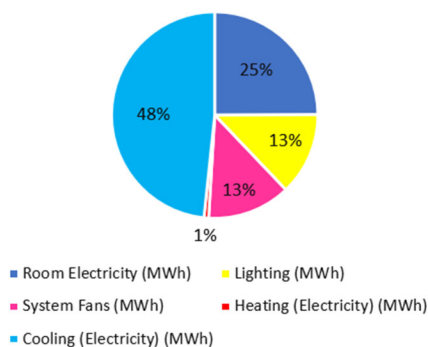
*a) Tối ưu hóa hình thức, vật liệu*

Kết quả mô phỏng năng lượng mô hình giải pháp thay thế các loại vật liệu theo tiêu chuẩn được thể hiện qua các biểu đồ ở hình 10.

**Biểu đồ tiêu thụ điện năng các phụ tải (MWh)**



**Tỷ trọng tiêu thụ điện năng các phụ tải (%)**



Hình 10. Dữ liệu tiêu thụ điện năng các phụ tải theo năm - Giải pháp tối ưu hình thức, vật liệu

Qua kết quả mô phỏng của mô hình đề xuất trên ta có thể thấy rằng:

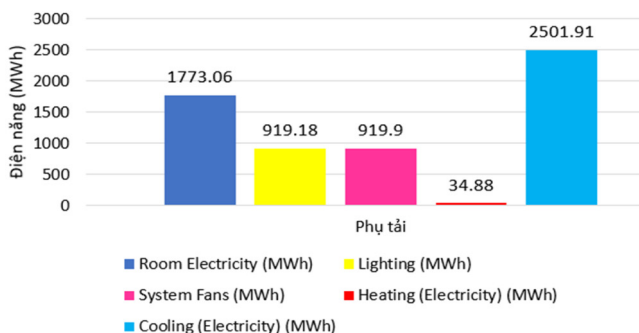
- Tổng điện năng tiêu thụ đạt 7,101GWh, giảm 1,06% trên tổng năng lượng tiêu thụ ban đầu.
- Cooling electricity và lighting có mức giảm nhẹ so với mức sử dụng năng lượng ban đầu, các tải khác ổn định và

không dao động nhiều. Với sự thay đổi của tải làm mát (Cooling) có thể thấy rõ hiệu quả khi thay đổi loại vật liệu bao che công trình, giúp cho việc sử dụng năng lượng được tối ưu hơn nhờ sử dụng các loại vật liệu đảm bảo theo QCVN 09:2017/BXD.

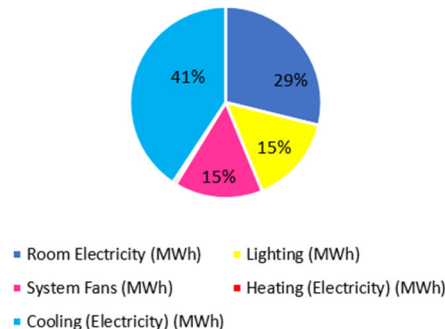
*b) Tối ưu hóa hệ thống HVAC và chiếu sáng trong nhà*

Kết quả mô phỏng năng lượng mô hình thay thế hệ điều hòa hiệu suất cao được thể hiện qua các biểu đồ ở hình 11.

**Biểu đồ tiêu thụ điện năng các phụ tải (MWh)**



**Tỷ trọng tiêu thụ điện năng các phụ tải (%)**



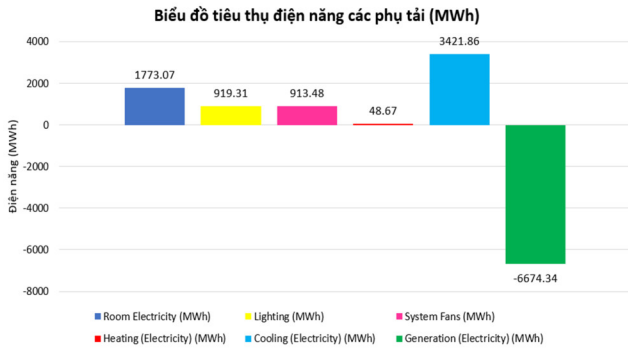
Hình 11. Dữ liệu tiêu thụ điện năng các phụ tải theo năm - Giải pháp tối ưu hệ thống HVAC và chiếu sáng trong nhà

Qua kết quả mô phỏng của mô hình đề xuất trên ta có thể thấy rằng:

- Tổng điện năng tiêu thụ giảm mạnh còn 6,148GWh, tối ưu năng lượng với mức rất cao lên tới 14,33% trên tổng năng lượng tiêu thụ ban đầu.
- Cooling electricity là phụ tải đặc biệt giảm mạnh so với mức sử dụng năng lượng ban đầu, các tải khác ổn định và không dao động nhiều. Với sự thay đổi của tải làm mát (Cooling) có thể thấy rõ hiệu quả khi sử dụng hệ điều hòa có hiệu suất cao hơn thay thế hệ điều hòa thông thường, góp phần cải thiện đáng kể nhu cầu làm rất lớn mà vẫn đảm bảo được việc sử dụng tiết kiệm năng lượng, đảm bảo sự tiện nghi của người dùng và giảm tải mức sử dụng của tải mát ở các khung thời gian cao điểm trong vận hành.

*c) Lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái*

Kết quả mô phỏng năng lượng mô hình lắp đặt hệ thống pin mặt trời áp mái được thể hiện qua các biểu đồ ở hình 12.



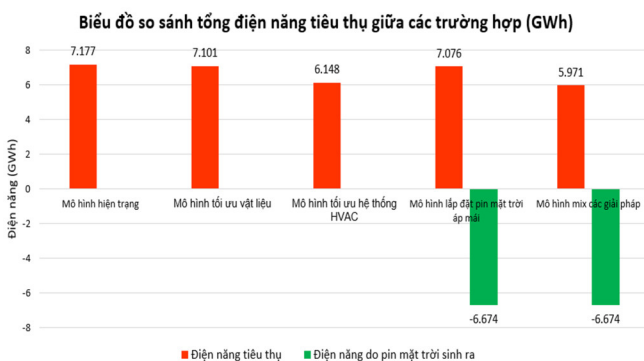
Hình 12. Dữ liệu tiêu thụ điện năng các phụ tải theo năm - Giải pháp lắp đặt pin năng lượng mặt trời áp mái.

Qua kết quả mô phỏng của mô hình đề xuất trên ta có thể thấy rằng:

- Tổng điện năng tiêu thụ giảm còn 7,076GWh, tối ưu năng lượng đạt 1,41% trên tổng năng lượng tiêu thụ ban đầu.
- Nhìn chung đối với các tải tiêu thụ có sự giảm thiểu mức tiêu thụ năng lượng, đặc biệt là ở tải làm mát, điều này cho thấy vai trò cách nhiệt của lớp pin mặt trời phủ trên mái các công trình, khoảng cách tiêu chuẩn 30cm từ tấm pin tới bề mặt mái tạo ra lớp cách nhiệt và lưu thông nhiệt nóng liên tục bằng gió tự nhiên làm giảm lượng nhiệt hấp thụ từ bên ngoài qua lớp vỏ của công trình.
- Song song với việc năng lượng tiêu thụ được phân bổ cho các phụ tải, nguồn năng lượng được sản sinh ra từ tổ hợp các tấm pin mặt trời là rất lớn lên tới 6,674GWh, nếu so với tổng mức năng lượng tiêu thụ của toàn bộ khuôn viên hiện trạng, nguồn điện năng này chiếm tới 92,99% tổng năng lượng tiêu thụ ban đầu của công trình. Một con số rất ấn tượng và triển vọng cho việc sử dụng năng lượng tái tạo hướng tới ZNEB, là nhân tố chính và cơ sở tiền gần hơn đến mục tiêu Net-zero trong khuôn khổ phạm vi khuôn viên ĐHBKHN.

d) Mô hình mix các giải pháp đề xuất

Sau khi triển khai kết hợp các giải pháp đề xuất vào trong một mô hình và cho chạy mô phỏng năng lượng thu được kết quả như biểu đồ hình 13 - biểu đồ so sánh mức tiêu thụ năng lượng tổng của mô hình hiện trạng, mô hình đề xuất và mô hình mix các giải pháp.



Hình 13. So sánh tổng điện năng tiêu thụ mô hình mix với các trường hợp (theo năm)

Từ việc so sánh mức tiêu thụ năng lượng tổng giữa các trường hợp, ta có thể dễ dàng thấy rằng tổng năng lượng tiêu thụ của mô hình mix giảm nhiều nhất còn 5,971GWh, tối ưu đạt 16,8% trên tổng mức tiêu thụ năng lượng của mô hình hiện trạng ban đầu. Bên cạnh việc tiêu thụ năng lượng, hệ thống lớn các modul pin mặt trời sản sinh ra một nguồn năng lượng dồi dào (92,99% trên tổng năng lượng tiêu thụ ban đầu) góp phần cung cấp điện năng cho các phụ tải sử dụng, giảm bớt sự phụ thuộc vào nguồn điện lưới. Khi sử dụng đồng thời cả nguồn điện do tấm pin mặt trời tạo ra, ta tính toán được mức tối ưu năng lượng tối đa đạt tới 109,79%. Trong đó, 100% năng lượng sử dụng ở mô hình hiện trạng đã được tối ưu triệt để hoàn toàn, 9,79% điện năng dư thừa có thể được cung cấp cho các khu vực lân cận thuộc đại học như các khu kí túc xá, các tòa nhà và khu vực thí nghiệm hoặc có thể bán lại cho các doanh nghiệp phân phối điện lẻ, để xuất các biện pháp tích trữ năng lượng khi chưa có nhu cầu sử dụng.

Hạn chế của việc nghiên cứu đối với khu vực khuôn viên ĐHBKHN là một số tòa còn thiếu tài liệu về điện, kiến trúc. Hầu hết các mô hình kiến trúc đều là đi khảo sát thực tế nên sẽ có sai số nhất định so với công trình thực tế.

Dự kiến tiếp theo sẽ tìm thêm tài liệu để hoàn thiện mô hình và đưa vào các chiến lược để ra để thực hiện mô phỏng tính toán. Kết quả cuối cùng là hướng tới tòa nhà sử dụng năng lượng có phát thải ròng CO<sub>2</sub> bằng không (ZNEB). Các kết quả thu được sẽ được đưa vào các công bố khoa học sau.

4. KẾT LUẬN

Ngành công nghiệp xây dựng có tác động đáng kể đến lượng khí thải cacbon trên thế giới khi chiếm tới gần 40% lượng khí thải, trong đó 11% được tạo ra từ việc sản xuất vật liệu xây dựng như thép, xi măng và thủy tinh. Sau 2 năm đại dịch Covid - 19 diễn ra làm thay đổi cuộc sống của mỗi chúng ta và những bằng chứng không thể chối cãi về biến đổi khí hậu, lượng khí thải CO<sub>2</sub> vẫn đang gia tăng, đạt mức cao nhất lịch sử vào năm 2020 theo báo cáo tình trạng toàn cầu 2020 của Global Status Report for Buildings and Construction. Dù rất nhiều tiến bộ công nghệ đã được áp dụng thông qua việc ứng dụng vật liệu tái chế và các vật liệu xanh vào quy trình xây dựng. Tuy nhiên vẫn còn một chặng đường dài để có thể giảm lượng khí thải carbon xuống mức tối thiểu hoặc gần như “bằng không”. Tiêu chuẩn “Net-zero” được coi là một trong những giải pháp hiệu quả nhất cho vấn đề này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Richard Hyde, Upendra Rajapaksha, Indrika Rajapaksha, Marc O Riain, Flavia Silva, 2012. *A Design Framework for Achieving Net Zero EnergyCommercial Buildings*. 46th Annual International Conference of Architectural Science Association.

[2]. Tabbi Wilberforce, A. G. Olabi, Enas Taha Sayed, Khaled Elsaied, Hussein M. Maghrabie, Mohammad Ali Abdelkareem, 2023. *A review on zero energy buildings - Pros and cons*. Energy and Built Environment vol 4, Issue 1, 25-38

[3]. Sunil Sharma, Ashwani Kumar, Nand Kumar, Sobhagyawati Gupta, 2018. *Developing a Net Zero Energy Building: A Case Study of an Institutional Library*. SSRN Electronic Journal, <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3198651>.

[4]. Bilal Manzoor, Idris Othman, Beata Sadowska, Wiesław Sarosiek, 2022. *Zero-Energy Buildings and Energy Efficiency towards Sustainability: A Bibliometric Review and a Case Study*. Appl. Sci. 2022, 12, 2136. <https://doi.org/10.3390/app12042136>

[5]. Laura Aelenei, Daniel Aelenei, Helder Gonçalves, Roberto Lollin, 2012. *Design Issues for Net Zero-Energy Buildings*. Open House International 38(3). DOI:10.1108/OHI-03-2013-B0002.

[6]. Mohsen Mahdavi Adeli, Said Farahat, Faramarz Sarhaddi, 2020. *Optimization of Energy Consumption in Net Zero Energy Buildings with Increasing Thermal Comfort of Occupants*. International Journal of Photoenergy 2020(6). DOI:10.1155/2020/9682428

---

#### AUTHORS INFORMATION

**Dang Hoang Anh, Le Cong Ly, Nguyen Duc Hieu, Vu Thi Hue,  
Nguyen Van Manh**

School of Electrical and Electronic Engineering, Hanoi University of Science and Technology