

TEACHING THE STEM PROJECT “5KWP ROOFTOP SOLAR POWER SYSTEM SUPPLYING HOUSEHOLD ELECTRICITY” FOR ELECTRICAL ENGINEERING UNIVERSITY STUDENTS

Doan Van Hai^{*1}, Le Huy Tung²

* Corresponding author
Email: uhdhaidoan.edu@gmail.com

² Email: tung.lehuy@hust.edu.vn

^{1,2} Hanoi University of Science and Technology
No. 1, Dai Co Viet street, Hai Ba Trung district,
Hanoi, Vietnam

Received: 31/3/2025

Revised: 23/4/2025

Accepted: 23/5/2025

Published: 15/6/2025

Abstract: STEM education encompasses four key fields: Science (S), Technology (T), Engineering (E), and Mathematics (M), which are integrated in an interdisciplinary manner to complement each other. Implementing STEM education through innovative teaching methods at the university level enables students to master theoretical concepts while simultaneously engaging in practical, hands-on experiences. This paper presents a STEM-based teaching approach applied through the project “5kWp rooftop solar power system supplying household electricity”, which has demonstrated promising outcomes in educating Electrical Engineering students. The project provides students with the opportunity to apply theoretical knowledge to real-world practice, including site surveys, system design, equipment selection, installation, and operation of solar power systems. It enhances students’ skills in teamwork, problem-solving, and practical application. Furthermore, the project fosters students’ awareness of environmental protection and the importance of renewable energy. The results indicate that the STEM teaching method is effective, enabling students to approach knowledge proactively and creatively.

Keywords: *STEM, student, electrical engineering, university, rooftop solar system.*

GIẢNG DẠY DỰ ÁN STEM “ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI 5KWP CUNG CẤP ĐIỆN HỘ GIA ĐÌNH” CHO SINH VIÊN ĐẠI HỌC NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

Đoàn Văn Hải^{*1}, Lê Huy Tùng²

* Tác giả liên hệ
Email: uhdhaidoan.edu@gmail.com

² Email: tung.lehuy@hust.edu.vn

^{1,2} Đại học Bách khoa Hà Nội
Số 01 Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng,
Hà Nội, Việt Nam

Nhận bài: 31/3/2025

Chỉnh sửa xong: 23/4/2025

Chấp nhận đăng: 23/5/2025

Xuất bản: 15/6/2025

Tóm tắt: Giáo dục STEM liên quan bốn lĩnh vực Science (Khoa học), Technology (Công nghệ), Engineering (Kỹ thuật), Mathematics (Toán học) được tích hợp xuyên môn bổ trợ cho nhau. Áp dụng giáo dục STEM trong đổi mới phương pháp dạy học ở trường đại học giúp sinh viên vừa nắm vững lý thuyết vừa thực hành, tạo ra sản phẩm thực tế, ứng dụng vào cuộc sống. Bài viết chỉ ra cách tiếp cận STEM trong giảng dạy đại học thông qua dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình” đã mang lại những kết quả chính đáng khích lệ trong việc giảng dạy cho sinh viên ngành Kỹ thuật Điện. Sinh viên có cơ hội áp dụng kiến thức lý thuyết vào thực tiễn, từ việc khảo sát địa điểm, thiết kế hệ thống, lựa chọn thiết bị, đến thi công và vận hành hệ thống điện Mặt Trời. Dự án giúp sinh viên nâng cao kỹ năng làm việc nhóm, giải quyết vấn đề và thực hành. Ngoài ra, dự án giúp sinh viên hình thành ý thức về bảo vệ môi trường và sử dụng năng lượng tái tạo. Kết quả đạt được cho thấy, phương pháp giảng dạy STEM đã phát huy hiệu quả, giúp sinh viên tiếp cận kiến thức một cách chủ động và sáng tạo.

Từ khóa: *STEM, sinh viên, kỹ thuật điện, đại học, điện Mặt Trời áp mái.*

1. Đặt vấn đề

Giáo dục STEM là cách tiếp cận dạy học hiệu quả được vận dụng trong đổi mới phương pháp dạy học các học phần kỹ thuật thuộc chương trình đào tạo kỹ sư nhằm hình thành và phát triển năng lực giải quyết

vấn đề và sáng tạo cho sinh viên. Trong mối tương quan giữa lý thuyết - thực hành, kết quả thực nghiệm của giải pháp bước đầu cho thấy vai trò của giáo dục STEM trong dạy học bậc Đại học với dự án “Điện

Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình” đối với sự phát triển năng lực giải quyết vấn đề vận dụng kiến thức, kỹ năng đã học cho sinh viên để phát triển năng lực thực hành sáng tạo kỹ thuật, lắp đặt điện thực tế.

Nhóm nghiên cứu xây dựng dự án “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình” hỗ trợ giáo dục STEM trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật điện, bậc Đại học ở Việt Nam. Các hoạt động trải nghiệm và thực hành tích hợp kiến thức từ nhiều lĩnh vực STEM khác nhau, giúp sinh viên hiểu rõ hơn về mối liên hệ giữa chúng và cách áp dụng kiến thức vào thực tế (Sahin, 2015). Chính vì vậy, khi tiến hành triển khai dự án STEM đến sinh viên, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp dạy học có tính trải nghiệm cao. Theo Hiệp hội các trường đại học Hoa Kỳ (AAU, 2017), phương pháp này nhấn mạnh việc sinh viên tự mình trải nghiệm, khám phá và thực hành để tiếp thu kiến thức. Thay vì chỉ nghe giảng lý thuyết, sinh viên sẽ tham gia vào các hoạt động thực tế, tự mình giải quyết vấn đề và xây dựng kiến thức; đặt sinh viên vào vị trí trung tâm của quá trình học tập, khuyến khích sự chủ động, sáng tạo và tư duy phản biện. Giảng viên đóng vai trò là người hướng dẫn, hỗ trợ và tạo điều kiện cho sinh viên học tập. Kết quả thực nghiệm cho thấy tính hiệu quả và khả thi khi thực hiện dự án STEM trong dạy học đại học qua dự án “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình”, được thực hiện trên 60 sinh viên, với hai nhóm thực nghiệm và đối chứng.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nhóm nghiên cứu tập trung vào khám phá và đánh giá hiệu quả của việc tích hợp dự án STEM trong giảng dạy đại học. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp nghiên cứu hỗn hợp, kết hợp phương pháp định lượng và định tính. Dữ liệu định lượng bao gồm kết quả học tập của sinh viên (điểm số, tỉ lệ hoàn thành), mức độ phát triển các kỹ năng STEM (thông qua bài kiểm tra, bảng đánh giá) và thái độ đối với môn học (thông qua khảo sát). Công cụ thu thập dữ liệu định lượng là phiếu khảo sát và kết quả đánh giá bằng điểm số cuối học phần. Dữ liệu định tính được thu thập thông qua phỏng vấn sinh viên và giảng viên về trải nghiệm, nhận thức, những thách thức khi tham gia dự án STEM. Quan sát lớp học và phân tích các sản phẩm dự án của sinh viên cũng được sử dụng để thu thập thông tin định tính.

Phương pháp nghiên cứu hỗn hợp giúp có cái nhìn toàn diện hơn về vấn đề nghiên cứu, sử dụng khảo sát để đo lường mức độ hài lòng của sinh viên với

phương pháp giảng dạy mới, sau đó sử dụng phỏng vấn để tìm hiểu sâu hơn về sự hài lòng (Haag & cộng sự, 2023; Møgelvang, 2023). Nghiên cứu định tính tìm hiểu về trải nghiệm của sinh viên khi tham gia vào các dự án STEM thông qua phỏng vấn và quan sát lớp học (Sahin, 2015). Ở phương pháp này, nhóm nghiên cứu sử dụng bài kiểm tra khảo sát, phân tích thống kê và phân tích dữ liệu đối với nhóm thực nghiệm là 35 sinh viên đại học năm thứ ba ngành Kỹ thuật điện, đo lường tác động của phương pháp giảng dạy hợp tác lên kết quả học tập của sinh viên bằng cách so sánh điểm số của sinh viên trong nhóm học hợp tác với nhóm học truyền thống (Sahin, 2015; Al Hamad & cộng sự, 2024).

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Mô tả dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình”

3.1.1. Điện Mặt Trời áp mái

Điện Mặt Trời áp mái là một hệ thống sản xuất điện từ năng lượng Mặt Trời được lắp đặt trên mái nhà của các công trình xây dựng. Đây là một giải pháp năng lượng sạch và bền vững, giúp giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và tiết kiệm chi phí điện năng.



Hình 1: Nguyên lý hệ thống Điện Mặt Trời áp mái

Theo nghiên cứu của Guney (2016), Hayat và cộng sự (2018), hệ thống hoạt động bằng cách thu thập ánh sáng Mặt Trời, chuyển đổi nó thành điện năng và sau đó cung cấp điện năng này cho các thiết bị trong nhà hoặc hòa vào lưới điện (xem Hình 1). Hệ thống bao gồm pin để lưu trữ năng lượng dư thừa. Các tấm pin Mặt Trời được lắp đặt trên mái nhà để thu thập ánh sáng Mặt Trời. Vị trí và hướng của các tấm pin này cần được tối ưu hóa để nhận được lượng

ánh sáng Mặt Trời nhiều nhất có thể. Các tấm pin Mặt Trời sử dụng chất bán dẫn (thường là silicon) để chuyển đổi ánh sáng Mặt Trời thành dòng điện DC. Quá trình này dựa trên hiệu ứng quang điện, khi ánh sáng chiếu vào vật liệu bán dẫn, nó tạo ra các electron tự do và do đó tạo ra dòng điện. Vì hầu hết các thiết bị điện trong nhà sử dụng điện xoay chiều (AC) nên dòng điện DC tạo ra từ các tấm pin Mặt Trời phải được chuyển đổi thành điện AC bằng một thiết bị gọi là bộ biến tần (Inverter). Điện AC từ bộ biến tần có thể được sử dụng để cung cấp năng lượng cho các thiết bị điện trong nhà.

3.1.2. Dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình”

Dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện hộ gia đình” là hoạt động học tập liên môn, tích hợp kiến thức từ các lĩnh vực Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học để giải quyết vấn đề thực tế của ngành Kỹ thuật điện (xem Hình 2).



Hình 2: Công trình Điện Mặt Trời áp mái 5kWp

Mục tiêu của dự án: Trang bị cho sinh viên kiến thức về giáo dục STEM và kỹ năng thực hành trong lĩnh vực cung cấp điện dùng năng lượng tái tạo, đặc biệt là hệ thống điện Mặt Trời áp mái. Cụ thể, mục tiêu dự án hướng đến việc: Nắm vững nguyên lý hoạt động, cấu tạo, các thành phần chính của hệ thống điện Mặt Trời áp mái; Phát triển kỹ năng thiết kế hệ thống điện Mặt Trời áp mái có công suất 5kWp phù hợp với nhu cầu sử dụng điện của một hộ gia đình cụ thể; Rèn luyện kỹ năng tính toán công suất hệ thống, sản lượng điện, chi phí đầu tư, hiệu quả kinh tế và tác động môi trường của hệ thống; Nâng cao khả năng xác định vấn đề, thu thập thông tin, đề xuất giải pháp, lựa chọn phương án tối ưu và đánh giá hiệu quả dự án; Phát triển kỹ năng hợp tác, phân công công việc, giao tiếp và trình bày ý tưởng trong môi trường làm việc nhóm.

Yêu cầu sản phẩm: Kết quả của dự án STEM là hồ sơ thiết kế sơ bộ một hệ thống điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho một hộ gia đình giả định, bao gồm: Bản vẽ thiết kế sơ đồ bố trí các tấm pin trên mái

nhà, sơ đồ đấu nối điện của hệ thống, bản vẽ lắp đặt các thành phần chính (tấm pin, inverter, hệ thống bảo vệ, dây cáp...); Thuyết minh kỹ thuật chi tiết về lựa chọn các thành phần của hệ thống (loại pin, inverter, hệ thống bảo vệ...), tính toán công suất hệ thống, sản lượng điện dự kiến hàng năm, tính toán chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành và bảo trì dự kiến, phân tích hiệu quả kinh tế (thời gian hoàn vốn, lợi nhuận...).

Tiêu chí đánh giá: Sản phẩm của sinh viên được đánh giá dựa trên các tiêu chí sau: Tính khoa học và kỹ thuật; Tính kinh tế; Tính bền vững và môi trường; Tính sáng tạo và giải quyết vấn đề; Kỹ năng làm việc nhóm và giao tiếp; Chất lượng hồ sơ thiết kế và bản thuyết trình.

Nhiệm vụ học tập của sinh viên: Nghiên cứu lý thuyết về nguyên lý hoạt động, các loại pin Mặt Trời, inverter, hệ thống bảo vệ và các thành phần khác của hệ thống điện Mặt Trời áp mái; Thu thập thông tin về nhu cầu sử dụng điện của hộ gia đình mục tiêu, đặc điểm mái nhà, giá cả thiết bị, các chính sách hỗ trợ điện Mặt Trời...; Xây dựng kế hoạch chi tiết cho việc thực hiện dự án, phân công nhiệm vụ cho các thành viên trong nhóm; Thiết kế hệ thống Điện Mặt Trời áp mái 5kWp; Tính toán và phân tích về công suất, sản lượng điện, chi phí, hiệu quả kinh tế và tác động môi trường; Thiết kế kỹ thuật bản vẽ hoặc mô hình 3D hoặc mô hình vật lý đơn giản để trực quan hóa thiết kế; Viết báo cáo kết quả nghiên cứu, thiết kế và phân tích thành báo cáo kỹ thuật chi tiết.

Dự án STEM Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho hộ gia đình là một cơ hội để sinh viên vận dụng kiến thức liên môn, phát triển kỹ năng thực hành và giải quyết vấn đề trong lĩnh vực cung cấp điện dùng năng lượng tái tạo đầy tiềm năng. Thông qua dự án này, sinh viên phát triển tư duy phản biện, kỹ năng giải quyết vấn đề, làm việc nhóm và vận dụng kiến thức vào thực tiễn.

3.2. Giảng dạy dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cung cấp điện cho hộ gia đình” theo quy trình thiết kế kỹ thuật

Theo Hynes và cộng sự (2011), quá trình thiết kế kỹ thuật như một cách thức để giải quyết thách thức trong lĩnh vực STEM. Học tập dựa trên thiết kế tăng cường sự tưởng tượng, sáng tạo và tài năng của sinh viên đồng thời cải thiện tư duy bậc cao và sự hiểu biết (Azizan & Abu Shamsi, 2022). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, thông qua học tập dựa trên thiết kế sinh viên cải thiện được khả năng tư duy hệ thống, các hoạt động liên ngành và kỹ năng làm việc nhóm

(Jolly, 2016). Giống như nhiều hoạt động nghiên cứu, các nhiệm vụ thiết kế thúc đẩy các chiến lược cơ bản như phân tích, tổng hợp và đánh giá cũng như các chiến lược thiết kế như phát hiện vấn đề, đặt câu hỏi, thao tác và nghiên cứu vật liệu, ước lượng, tính toán và phác thảo (Hathcock & cộng sự, 2015).

Tiếp cận học tập dựa trên thiết kế cho phép sinh viên chuyển giao nền tảng kiến thức thành những vấn đề phức tạp, khuyến khích sinh viên và cải thiện kiến thức kỹ thuật của họ thông qua trải nghiệm quá trình thiết kế (Moore & cộng sự, 2014). Có thể thấy, tiếp cận học tập dựa trên thiết kế được xây dựng dựa trên quá trình thiết kế kỹ thuật.

Giai đoạn 1: Xác định vấn đề, hình thành ý tưởng

Sinh viên khám phá nhu cầu năng lượng của đối tượng sử dụng điện năng là hộ gia đình, nhận diện các vấn đề liên quan đến sử dụng năng lượng truyền thống và lợi ích của điện Mặt Trời. Từ đó, các nhóm sẽ đề xuất các ý tưởng ban đầu về thiết kế hệ thống điện Mặt Trời áp mái, bao gồm vị trí lắp đặt, loại pin và các thành phần cơ bản. Thông qua dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái” giúp sinh viên

phát triển tư duy phản biện và sáng tạo; nâng cao kỹ năng giải quyết vấn đề; học tập gắn liền với thực tiễn; phát triển kỹ năng làm việc nhóm; định hướng nghề nghiệp phù hợp với bản thân. Phân rã các yếu tố STEM trong dự án (xem Bảng 1).

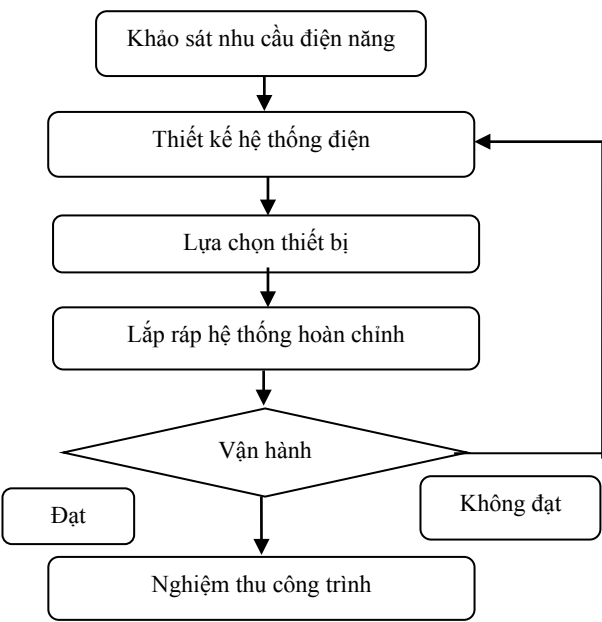
Giai đoạn 2: Thiết kế sản phẩm

Đây là quá trình cụ thể hóa ý tưởng thành bản thiết kế chi tiết. Sinh viên sẽ lựa chọn loại pin Mặt Trời, inverter, hệ thống khung đỡ, dựa trên các yếu tố kỹ thuật, kinh tế và môi trường đã xác định. Sinh viên tiến hành tính toán công suất, sản lượng điện và vẽ sơ đồ lắp đặt hệ thống trên mái nhà, đảm bảo tính an toàn, hiệu quả và thẩm mỹ. Giai đoạn này đòi hỏi sự vận dụng kiến thức chuyên môn và kỹ năng thiết kế để tạo ra một giải pháp điện Mặt Trời áp mái khả thi.

Thiết kế sơ đồ quy trình kỹ thuật lắp đặt hệ thống điện Mặt Trời áp mái: Sơ đồ quy trình kỹ thuật giúp sinh viên nắm vững trình tự công việc, mối liên hệ giữa các giai đoạn, và tối ưu hóa quy trình triển khai dự án một cách logic và hiệu quả (xem Hình 3 và Bảng 2).

Bảng 1: Các yếu tố STEM trong dự án

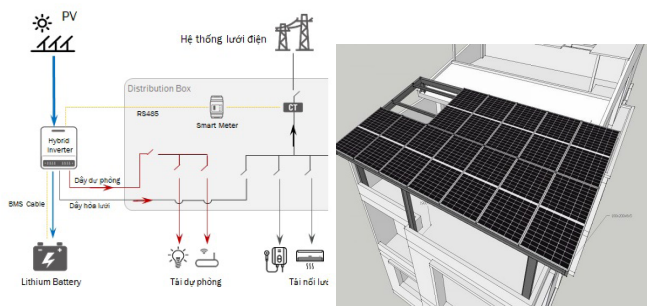
Khoa học (Science - S)	Nguyên lý quang điện: Hiệu ứng quang điện, cách các tế bào quang điện trong tấm pin Mặt Trời hấp thụ photon từ ánh sáng Mặt Trời và chuyển đổi thành điện năng. Bức xạ Mặt Trời: Cường độ bức xạ Mặt Trời tại vị trí lắp đặt, sự thay đổi theo thời gian (ngày, mùa), và cách tính toán năng lượng Mặt Trời tiềm năng. Vật liệu bán dẫn: Được sử dụng trong sản xuất pin Mặt Trời (Ví dụ: silicon), cấu trúc và tính chất điện của chúng. Định luật bảo toàn năng lượng: Quá trình chuyển đổi năng lượng từ ánh sáng Mặt Trời sang điện năng và hiệu suất của quá trình.
Công nghệ (Technology - T)	Công nghệ sản xuất pin Mặt Trời: Quy trình và công nghệ sản xuất các loại pin Mặt Trời (monocrystalline, polycrystalline, thin-film). Inverter (Bộ hòa lưới): Chuyển đổi dòng điện một chiều (DC) từ pin Mặt Trời thành dòng điện xoay chiều (AC) phù hợp với lưới điện gia đình. Hệ thống giám sát và điều khiển: Giám sát hiệu suất hệ thống, theo dõi sản lượng điện, và các hệ thống bảo vệ (chống sét, quá tải). Phần mềm thiết kế và mô phỏng: Sử dụng các phần mềm để thiết kế hệ thống, tính toán hiệu suất dự kiến, và mô phỏng hoạt động của hệ thống.
Kỹ thuật (Engineering - E)	Thiết kế hệ thống: Bản vẽ thiết kế kỹ hệ thống điện Mặt Trời áp mái (vị trí lắp đặt, số lượng và loại pin, công suất inverter, và các thành phần khác). Lắp đặt và đấu nối: Quy trình lắp đặt các tấm pin, inverter, hệ thống dây dẫn và kết nối với lưới điện gia đình một cách an toàn và đúng kỹ thuật. An toàn điện: Tuân thủ các quy tắc và tiêu chuẩn an toàn điện trong quá trình thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống.
Toán học (Mathematics - M)	Tính toán công suất: Xác định công suất điện cần thiết đáp ứng nhu cầu tiêu thụ của hộ gia đình. Tính toán kết cấu: Đảm bảo hệ thống lắp đặt vững chắc, chịu được tải trọng của pin và các yếu tố thời tiết (gió, mưa). Tính toán chi phí và lợi nhuận: Tính toán kinh tế để đánh giá chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành, và lợi nhuận thu được từ việc sử dụng điện Mặt Trời.



Hình 3: Quy trình kỹ thuật lắp đặt điện Mặt Trời áp mái 5kWp

- Thiết kế bản vẽ kỹ thuật: Sinh viên vận dụng kiến thức về nguyên lý điện, vật liệu, và tiêu chuẩn kỹ thuật. Sử dụng phần mềm chuyên ngành kỹ thuật điện để tạo ra bản vẽ sơ đồ nguyên lý, bản vẽ mô hình bố trí tấm pin, sơ đồ đấu nối và lắp đặt các thành phần. Quá trình này rèn luyện tư duy phân tích, khả năng hình dung không gian và kỹ năng thể hiện ý tưởng kỹ thuật.

Bản vẽ thiết kế kỹ thuật hệ thống điện Mặt Trời áp mái 5kw_p cấp điện cho hộ gia đình được sinh viên ngành Kỹ thuật điện thiết kế (xem Hình 4).



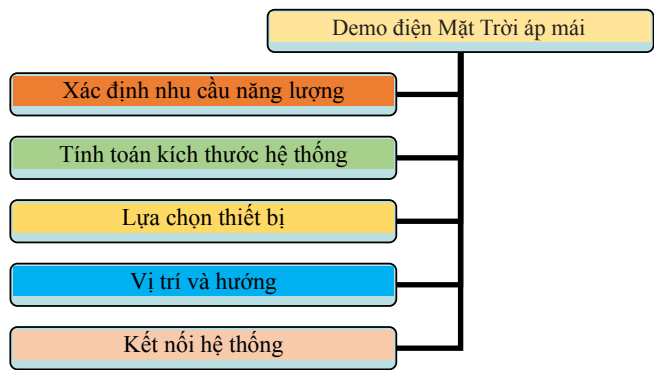
Hình 4: Bản vẽ thiết kế kỹ thuật sơ đồ nguyên lý và mô hình Điện Mặt Trời bằng phần mềm Autocad và Electriclab

Giai đoạn 3: Thực hiện sản phẩm mẫu

Đây là giai đoạn hiện thực hóa bản thiết kế. Sinh viên sẽ tiến hành xây dựng mô hình vật lý thu nhỏ của hệ thống điện Mặt Trời áp mái. Quá trình này giúp sinh viên trực quan hóa thiết kế, kiểm tra tính khả thi về mặt lắp đặt và kết nối, đồng thời phát hiện sớm các vấn đề tiềm ẩn cần điều chỉnh trước khi triển khai thực tế. Việc chế tạo sản phẩm mẫu củng cố kiến thức lý thuyết và phát triển kỹ năng thực hành của sinh viên. Quy trình thực hiện sản phẩm “Điện Mặt Trời áp mái 5kW_p cấp điện hộ gia đình” (xem Hình 5 và Bảng 3).

Bảng 2: Nội dung công việc của các bước thực hiện

TT	Bước thực hiện	Nội dung công việc
1	Khảo sát nhu cầu điện năng	Tính toán lượng điện tiêu thụ hàng ngày, hàng tháng, hàng năm của gia đình.
2	Thiết kế hệ thống điện	Lập bản vẽ thiết kế hệ thống, thể hiện vị trí lắp đặt các tấm pin, sơ đồ kết nối điện, thông số kỹ thuật của các thành phần và hệ thống bảo vệ. Bản vẽ thiết kế cần tuân thủ các tiêu chuẩn và quy định kỹ thuật hiện hành.
3	Lựa chọn thiết bị	Lựa chọn hệ thống điện Mặt Trời áp mái: Chọn tấm pin Mặt Trời, bộ biến tần (Inverter), pin (nếu có), bộ điều khiển sạc (nếu có), dây cáp và các thiết bị bảo vệ phù hợp.
4	Lắp ráp hệ thống hoàn chỉnh	Lắp đặt hệ thống giá đỡ cố định trên mái nhà, đảm bảo chắc chắn và chịu được tải trọng của các tấm pin; Lắp đặt tấm pin Mặt Trời lên giá đỡ, kết nối các tấm pin với nhau theo sơ đồ thiết kế; Lắp đặt bộ biến tần.
5	Vận hành	Kiểm tra kết nối điện đảm bảo tất cả các kết nối điện được thực hiện đúng và an toàn. Kiểm tra hệ thống bảo vệ của các thiết bị bảo vệ (cầu chì, aptomat, chống sét). Cho hệ thống hoạt động chạy thử để kiểm tra hiệu suất và độ ổn định.
6	Nghiệm thu công trình	Kiểm tra lại toàn bộ hệ thống, đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật. Bàn giao cho khách hàng; Hướng dẫn khách hàng vận hành và bảo trì hệ thống.



Hình 5: Sơ đồ Thiết kế hệ thống điện Mặt Trời áp mái

Danh sách vật tư, thiết bị lắp đặt sản phẩm dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp” (xem Bảng 4).

Sản phẩm dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho hộ gia đình” (xem Hình 6).

Giai đoạn 4: Kiểm tra, điều chỉnh dự án

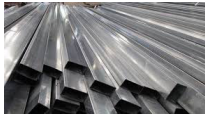
Đây là giai đoạn then chốt để đánh giá hiệu quả học tập và chất lượng sản phẩm của sinh viên. Giảng viên tổ chức buổi nghiệm thu, yêu cầu sinh viên trình bày thiết kế, mô hình (nếu có) và quy trình lắp đặt. Qua đó, giảng viên và các nhóm khác sẽ đưa ra nhận

Bảng 3: Nội dung công việc của các bước thực hiện thiết kế

Xác định nhu cầu năng lượng	Tính toán lượng điện năng tiêu thụ hàng ngày của hộ gia đình. Thời gian hoạt động của các thiết bị, xác định tổng nhu cầu năng lượng (Guney, 2016).
Tính toán kích thước hệ thống	Dựa trên nhu cầu năng lượng, tính toán số lượng tấm pin Mặt Trời cần thiết và dung lượng pin lưu trữ.
Lựa chọn thiết bị	Chọn tấm pin Mặt Trời, bộ biến tần, pin và bộ điều khiển sạc phù hợp với yêu cầu của hệ thống.
Vị trí và hướng	Đặt tấm pin Mặt Trời ở vị trí có ánh sáng Mặt Trời tối ưu, thường là hướng Nam ở Bắc bán cầu. Đảm bảo không có vật cản che khuất ánh sáng Mặt Trời (Phadke & cộng sự, 2015).
Kết nối hệ thống	Kết nối các thành phần của hệ thống theo sơ đồ thiết kế. Đảm bảo tuân thủ các quy tắc an toàn và tiêu chuẩn kỹ thuật.

Bảng 4: Danh sách vật tư, thiết bị lắp đặt sản phẩm

TT	Vật tư, thiết bị	Mô tả	Bảo hành	Đơn vị	Số lượng	Hình minh họa
1	Panel Pin năng lượng Mặt Trời	Pin Jinko half cell Mono PERC 72 Cell (1002±2 - 2008±2) Công suất 500wp	12 năm	Tấm	10 Tấm	
2	Inveter (Hòa lưới điện)	Goodwe 5kW 2 MPPTs; 1000V AC output 45~65Hz; 310~480Vac	5 năm	cái	01 cái	
3	Tủ điện đóng cắt hệ Mặt Trời	Box; Mcb DC16A Mcb AC32A Chống sét DC; AC	5 năm	cái	01 cái	
4	Dây điện DC 4mm ²	PV 4mm ² 1500VDC, tiêu chuẩn TUV, IEC	10 năm	m	30m	

TT	Vật tư, thiết bị	Mô tả	Bảo hành	Đơn vị	Số lượng	Hình minh họa
5	Khung giàn để gắn panel pin	Kẽm hộp V7	10 năm	m	Theo combo	
6	Phụ kiện lắp khung giá đỡ	MC4, rail nhôm; kẹp pin, ...	10 năm	con	Theo combo	



Hình 6: Công trình “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho hộ gia đình”

xét, phản biện về tính khả thi, hiệu quả kỹ thuật, kinh tế, và an toàn của hệ thống. Dựa trên phản hồi này, sinh viên có cơ hội điều chỉnh, tối ưu hóa thiết kế và quy trình của mình, củng cố kiến thức và rèn luyện kỹ năng tự đánh giá, học hỏi từ sai sót. Báo cáo thiết kế kỹ thuật dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho hộ gia đình” (xem Bảng 5).

Việc đánh giá báo cáo và thuyết minh phương án của các nhóm về dự án STEM: Điện Mặt Trời áp mái là bước quan trọng để đảm bảo tính khả thi và hiệu quả của dự án. Đánh giá sự phạm của giảng viên về dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp” của các nhóm sinh viên thiết kế và báo cáo thuyết trình về các mặt:

Tính khoa học và chính xác của phương án: Phương án có được xây dựng trên cơ sở lý thuyết khoa học vững chắc về điện Mặt Trời, vật liệu, kỹ thuật lắp đặt và các yếu tố liên quan?...

Tính khả thi và hiệu quả của dự án: Phương án có khả thi về mặt kỹ thuật? Có những khó khăn nào có thể xảy ra trong quá trình lắp đặt và vận hành hệ thống điện Mặt Trời? Dự án có mang lại hiệu quả kinh tế như mong đợi? Thời gian hoàn vốn có hợp lý không? Dự án có tác động tích cực đến môi trường?...

Tính sáng tạo và đổi mới của dự án: Dự án có đưa ra những ý tưởng sáng tạo và đổi mới nào trong việc

Bảng 5: Báo cáo thiết kế kỹ thuật dự án

TT	Nội dung báo cáo	Kết quả đạt được
1	Mục tiêu	Mục tiêu của dự án: Giảm chi phí điện, bảo vệ môi trường, tạo nguồn năng lượng sạch. Nêu rõ mục tiêu cụ thể về công suất hệ thống, sản lượng điện dự kiến hoặc tỉ lệ tiết kiệm chi phí mong muốn.
2	Phương án kỹ thuật	Mô tả ngắn gọn phương án lắp đặt điện Mặt Trời áp mái mà nhóm đã lựa chọn. Đề cập đến các yếu tố chính như loại tấm pin, inverter, hệ thống lưu trữ (nếu có) và cách thức lắp đặt. Vẽ sơ đồ đơn giản thể hiện cách các thành phần của hệ thống được kết nối với nhau. Xem xét các yếu tố ảnh hưởng: Diện tích mái nhà, góc nghiêng, hướng nắng, bức xạ Mặt Trời trung bình.
3	Phân tích kinh tế	Chi phí đầu tư: Liệt kê các chi phí liên quan đến dự án (mua tấm pin, inverter, pin lưu trữ (nếu có); Chi phí lắp đặt, vận chuyển; Chi phí thiết kế, tư vấn (nếu có); Chi phí bảo trì, bảo dưỡng). Lợi ích kinh tế: Tính toán mức tiết kiệm chi phí điện hàng năm; Thời gian hoàn vốn dự kiến.
4	Kết luận và Khuyến nghị	Nhấn mạnh lại những kết quả chính mà dự án có thể đạt được; Đề xuất các bước tiếp theo để triển khai dự án.

thiết kế, lắp đặt hoặc vận hành hệ thống điện Mặt Trời không? Có đề xuất những giải pháp mới để giải quyết các vấn đề liên quan đến điện Mặt Trời như tăng hiệu suất, giảm chi phí, tích hợp với các công nghệ khác không?...

Kĩ năng trình bày và thuyết phục của nhóm: Bài thuyết trình có đầy đủ các nội dung chính của báo cáo? Cách trình bày có rõ ràng, mạch lạc, dễ hiểu và thu hút người nghe hay không? Các thành viên trong nhóm có tự tin, lưu loát và trả lời tốt các câu hỏi của giảng viên không?

Trên cơ sở đó, tác giả đã thiết kế bảng đánh giá dưới đây để đánh giá báo cáo và thuyết minh của các nhóm một cách chi tiết hơn:

Tiêu chí	Điểm tối đa	Nhóm 1	Nhóm 2	Nhóm 3	...
Tính đầy đủ và rõ ràng của báo cáo	20				
Tính khoa học và chính xác của phương án	30				
Tính khả thi và hiệu quả của dự án	30				
Tính sáng tạo và đổi mới của dự án	10				
Kĩ năng trình bày và thuyết phục của nhóm	10				
Tổng điểm	100				

Sau khi đánh giá, giảng viên đưa ra những nhận xét và góp ý cụ thể cho từng nhóm để sinh viên cải thiện báo cáo và phương án của mình.

3.3. Kết quả thực nghiệm

Để nâng cao và chứng minh sự cải tiến và hiệu quả của bài học dự án STEM “Điện Mặt Trời áp mái 5kWp cấp điện cho hộ gia đình”, tác giả tiến hành đánh giá định lượng giữa điểm quá trình học tập (LPS) và điểm hoàn thành khóa học (CCS) của lớp thực nghiệm (EC) được tiến hành để tìm ra sự khác biệt. Kết quả thực nghiệm được phân tích bằng thống kê toán học với dữ liệu thu được trong quá trình thực nghiệm, sử dụng phần mềm SPSS và Microsoft Excel (xem Bảng 6, Bảng 7 và Bảng 8).

Bảng 6: Xếp hạng điểm

Bảng chuyển đổi điểm hoàn thành khóa học				
A	B	C	D	F
8.5-10	7.0-8.4	6.0-6.9	5.0-5.9	<= 4.9

Bảng 7: Điểm hoàn thành khóa học

Nội dung	Cách tính điểm học tổng quát
1. Điểm quá trình học tập	Điểm quá trình học tập = (Điểm kiểm tra lần 1 + Điểm kiểm tra lần 2 + Điểm kiểm tra lần 3)/3.
2. Điểm học tổng kết	Điểm học tổng kết = 30% quá trình học tập + 70% Điểm thi hết môn.

Bảng 8: Thống kê điểm của lớp thực nghiệm

Xếp loại điểm		Lớp thực nghiệm	
		LPS	CCS
A	8.5-10	3	14
B	7.0-8.4	27	20
C	6.0-6.9	5	1
D	5.0-5.9	0	0
F	<= 4.9	0	0
Tổng		35	35

Ngoài ra, để đánh giá hiệu quả của các phương pháp được lựa chọn cho bài học, nhóm nghiên cứu còn sử dụng phương pháp thu thập ý kiến của sinh viên sau giờ học để đánh giá sự hài lòng, sự phát triển kĩ năng, khả năng tự học, kĩ năng học tập, kĩ năng làm việc nhóm. Đồng thời, nhóm nghiên cứu sử dụng đánh giá của chuyên gia để khẳng định kết quả hiệu quả của phương pháp giảng dạy dự án STEM.

Bảng 9 cho thấy, các ý kiến đánh giá cho các tiêu chí của sản phẩm hay báo cáo sản phẩm ở mức tốt và khá là khá cao (mức tốt hầu như gần 40% đến 65%, mức khá trên 20% đến 47%). Về tính sáng tạo, tính thẩm mỹ của sản phẩm được đánh giá mức tốt (25,3% và 26,7%), mức khá (41,3% và 34,7%) là còn thấp, do quỹ thời gian để chế tạo sản phẩm và thử nghiệm sản phẩm còn hạn hẹp và phần lớn sinh viên

Bảng 9: Kết quả đánh giá báo cáo và sản phẩm dự án STEM điện Mặt Trời áp mái

Tiêu chí đánh giá	Tốt	Khá	Trung bình	Yếu
Đánh giá sản phẩm dự án STEM				
Được thiết kế theo quy trình kĩ thuật	58,0	26,7	10,0	5,3
Có tính thực tiễn	64,7	23,3	12,0	0
Có tính khoa học	41,3	52,0	6,7	0
Có tính sáng tạo	25,3	41,3	26,7	6,7
Có tính thẩm mĩ	26,7	34,7	30,0	8,7
Đánh giá báo cáo sản phẩm dự án STEM				
Hình thức báo cáo	57,7	26,0	8,0	9,3
Nội dung có tính khoa học và tính thực tiễn	62,0	26,7	10,0	1,3
Nội dung có tính tích hợp	38,7	47,3	10,7	3,3
Phong cách thuyết trình	63,3	28,7	8,0	0
Đặt và trả lời câu hỏi	21,3	30,7	42,7	5,3

Bảng 10: Kết quả khảo sát thái độ học tập của sinh viên đại học về dự án STEM

TT	Nhận định	Không đồng ý	Phân vân	Đồng ý	Rất đồng ý
1	Nội dung học tập hấp dẫn, lôi cuốn sinh viên.	4%	8%	42%	46%
2	Sinh viên tiếp cận kiến thức dễ dàng.	6%	10%	44%	40%
3	Giúp sinh viên liên hệ lí thuyết với thực tiễn.	6%	16%	42%	36%
4	Sinh viên được thực hành nhiều hơn.	0%	0%	36%	64%
5	Sinh viên được hợp tác giao tiếp nhiều hơn.	6%	14%	40%	40%
6	Sinh viên tự học, tự tìm hiểu và vận dụng kiến thức nhiều hơn.	0%	10%	46%	44%
7	Sinh viên giải quyết được các vấn đề thực tiễn có liên quan một cách tự tin.	4%	22%	40%	34%
8	Sinh viên yêu thích học phần hơn.	0%	10%	52%	38%
9	Học tập qua dự án STEM sinh viên vất vả hơn.	56%	14%	18%	12%
10	Mong muốn được học tiếp các Dự án STEM.	4%	8%	32%	56%

lần đầu được tham gia học tập dự án STEM. Qua đó, xác định sinh viên bước đầu đã biết vận dụng kiến thức, kĩ năng vào giải quyết vấn đề thực tiễn liên quan đến thiết kế cấp điện nhưng còn cần rèn luyện các kĩ năng nhiều hơn.

Kết quả khảo sát thái độ của sinh viên đối với hoạt động học tập dự án STEM: Đánh giá bằng phiếu khảo sát, kết quả thu được ở Bảng 10.
Qua khảo sát trên cho thấy, phần lớn nội dung khảo sát liên quan đến dự án STEM được sinh viên

rất đồng ý và đồng ý với ý kiến khá cao (rất đồng ý: 34-64%; đồng ý: 32-52%); sinh viên có ý kiến phân vân và không đồng ý là thấp. Nhưng tỉ lệ này lại thay đổi đối với nội dung sinh viên vất vả hơn khi học dự án STEM (không đồng ý: 56%) cho thấy, sinh viên hào hứng và tích cực tham gia hoạt động học tập nên không cảm thấy sự vất vả trong học tập.

4. Kết luận

Trong hoạt động học tập dự án STEM, sinh viên được khám phá các ứng dụng khoa học, kĩ thuật trong thực tiễn đời sống. Qua đó, nhận biết được ý nghĩa của Khoa học, Công nghệ, Kĩ thuật và Toán học đối với đời sống con người, nâng cao hứng thú học tập các môn học STEM. Đây là cách thức để thu hút sự quan tâm của xã hội tới giáo dục STEM. Vì vậy, mô hình điện Mặt Trời cho hộ gia đình sẽ là tiền

đề, là trải nghiệm thực tiễn của sinh viên ngành Kỹ thuật điện. Từ đó, các kĩ sư tương lai tự nghiên cứu, liên hệ các kiến thức cơ sở ngành và chuyên ngành trong chương trình đào tạo để nắm bắt tri thức về thiết kế năng lượng điện tái tạo và cao hơn nữa là lắp đặt điện Mặt Trời cho các hộ thụ điện tương tự phục vụ cho sinh hoạt đời sống.

Qua nghiên cứu này, tác giả đưa ra hướng đi mới và phát triển trong tương lai đó là áp dụng giáo dục STEM vào đào tạo bậc Đại học cho ngành Kỹ thuật điện với phương châm đào tạo gắn liền với thực tiễn, tích hợp kiến thức liên môn để đáp ứng yêu cầu của xã hội.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Bách khoa Hà Nội (HUST) trong đề tài mã số T2024-PC-002.

Tài liệu tham khảo

- Al Hamad, N. M., Adewusi, O. E., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., & Chisom, O. N. (2024). A review on the innovative approaches to STEM education. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), p.244-252.
- Association of American Universities (AAU). (2017). *Progress toward achieving systemic change: A five-year status report on the AAU undergraduate STEM education initiative*. Washington, DC.
- Azizan, S. A., & Abu Shamsi, N. (2022, May). Design-based learning as a pedagogical approach in an online learning environment for science undergraduate students. In *Frontiers in Education* (Vol.7, p.860097). Frontiers Media SA.
- Guney, M. S. (2016). Solar power and application methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, p.776-785.
- Haag, K., Pickett, S. B., Trujillo, G., & Andrews, T. C. (2023). Co-Teaching in undergraduate STEM education: a lever for pedagogical change toward evidence-based teaching?. *CBE - Life Sciences Education*, 22(1), p.1-10.
- Hathcock, S. J., Dickerson, D. L., Eckhoff, A., & Katsioloudis, P. (2015). Scaffolding for creative product possibilities in a design-based STEM activity. *Research in science education*, 45, p.727-748.
- Hayat, M. B., Ali, D., Monyake, K. C., Alagha, L., & Ahmed, N. (2019). Solar energy - A look into power generation, challenges, and a solar-powered future. *International journal of energy research*, 43(3), p.1049-1067.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Utah State University.
- Jolly, A. (2016). *STEM by design: Strategies and activities for grades 4-8*. Routledge.
- Møgelvang, A. (2023). *Cooperative learning in undergraduate STEM education: Applications and outcomes* [Doctoral thesis]. University of Bergen.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, pp.35-60. Purdue University Press.
- Phadke, A. A., Jacobson, A., Park, W. Y., Lee, G. R., Alstone, P., & Khare, A. (2017). *Powering a home with just 25 watts of solar PV: super-efficient appliances can enable expanded off-grid energy service using small solar power systems*. US Department of Energy.
- Sahin, A. (Ed.). (2015). *A practice-based model of STEM teaching: STEM students on the stage (SOS)*. Springer.