

PHÂN TÍCH SWOT VỀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐIỆN NHIỆT MẶT TRỜI PV/T TẠI VIỆT NAM

SWOT ANALYSIS ON THE APPLICATION OF (PHOTOVOLTAIC/THERMAL) PV/T TECHNOLOGY IN VIETNAM

Nguyễn Trung Hiếu¹, Cao Xuân Thắng¹,
Bùi Mạnh Tú^{1,*}, Vũ Minh Pháp², Phạm Văn Duyệt²

TÓM TẮT

Hiện nay, năng lượng mặt trời được xem như là giải pháp góp phần bảo đảm an ninh năng lượng và chống lại hiện tượng biến đổi khí hậu. Theo xu hướng này, điện mặt trời mái nhà đang được phát triển mạnh ở Việt Nam nhưng việc thất thoát năng lượng dưới dạng nhiệt thừa khiến cho hiệu suất chuyển đổi năng lượng không cao. Công nghệ kết hợp điện nhiệt mặt trời (Photovoltaic - Thermal) PV/T đã và đang được nghiên cứu ứng dụng nhiều trên thế giới do tận dụng được nhiệt thừa và cải thiện rõ rệt hiệu quả hoạt động của hệ thống thu năng lượng mặt trời. Nội dung bài báo này tập trung làm rõ các yếu tố quan trọng trong công nghệ điện nhiệt mặt trời PV/T và đánh giá khả năng ứng dụng tại Việt Nam bằng công cụ phân tích SWOT.

Từ khóa: Năng lượng mặt trời mái nhà, điện nhiệt mặt trời, phân tích SWOT.

ABSTRACT

Currently, solar energy is considered a solution to ensure energy security and combat climate change. Rooftop solar energy is being strongly exploited in Vietnam, but the excess heat loss reduces the energy conversion efficiency. Photovoltaic/Thermal (PV/T) technology has been researched and applied in many applications around the world due to taking advantage of excess heat and significantly improving the operational efficiency of the solar energy collection system. The content of this paper focuses on clarifying the key factors in PV/T technology and assessing the applicability in Vietnam with the support of the SWOT analysis tool.

Keywords: Rooftop solar energy, photovoltaic/thermal system, SWOT analysis.

¹Khoa Công nghệ năng lượng, Trường Đại học Điện lực

²Viện Khoa học năng lượng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: tubm@epu.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/3/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/5/2022

Ngày chấp nhận đăng: 27/6/2022

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, nhằm đáp ứng đủ điện năng sử dụng đồng thời giảm thiểu ô nhiễm môi trường, thế giới đang chuyển sang khai thác các nguồn năng lượng tái tạo [1, 2] để thay thế cho nguồn năng lượng truyền thống. Trong các nguồn năng lượng tái tạo, điện mặt trời đang đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế của các nước [3, 4]. Các quốc gia trên thế giới đang nghiên cứu phát triển mạnh mẽ điện mặt trời và đánh giá tiềm năng nguồn năng

lượng này vô cùng lớn và góp phần lớn chống lại biến đổi khí hậu. Chính vì thế, điện năng được tạo ra từ điện mặt trời đang đóng vai trò quan trọng trong hệ thống cấp điện cho lưới điện của các quốc gia trên thế giới [5].

Năm 2020, bất chấp những ảnh hưởng của dịch bệnh Covid-19 [6, 7], công suất lắp đặt của tất cả các nguồn năng lượng tái tạo trên toàn thế giới vẫn tăng trưởng. Năm 2018, IEA đã công bố một nghiên cứu [8] chỉ rõ tổng công suất lắp đặt tích lũy của điện mặt trời đến cuối năm 2020 đạt 760,4GW chiếm tới 27,1% tổng nguồn năng lượng tái tạo. So sánh tổng công suất điện mặt trời tích lũy năm 2019 là 621,1GW, mức chênh lệch cho thấy sự tăng trưởng về công suất điện mặt trời năm 2020 tăng gần 139,3GW. Điều này cho thấy công suất lắp đặt điện mặt trời vẫn tăng trưởng và không bị ảnh hưởng quá nhiều bởi đại dịch.

Điện mặt trời mái nhà [9, 10] được đánh giá có tính chất phân tán, tiêu thụ tại chỗ, thời gian phát chủ yếu vào ban ngày, sẽ làm giảm áp lực về phụ tải lưới điện ở cao điểm ngày và giảm gánh nặng về đầu tư hệ thống điện. Tuy nhiên, vấn đề tổn thất nhiệt trong quá trình trao đổi năng lượng ở bề mặt tấm pin mặt trời cũng đang được đánh giá và tìm các giải pháp khắc phục để giúp tăng hiệu quả hoạt động của hệ thống điện mặt trời áp mái.

Hiện nay, các hệ thống thiết bị điện nhiệt mặt trời PV/T [5] kết hợp việc sản xuất cả hai loại năng lượng mặt trời điện và nhiệt trong một bộ thu cũng đang được nghiên cứu ứng dụng trên thế giới nhằm tận dụng được nhiệt của bề mặt tấm pin mặt trời. Hệ thống PV/T bao gồm các tấm pin mặt trời kết hợp với một hệ thống làm mát, trong đó chất làm mát (nước hoặc không khí) được lưu thông xung quanh các tấm PV để làm mát các pin mặt trời, nước ấm hoặc không khí rời khỏi các tấm có thể được sử dụng cho các ứng dụng nhiệt như làm nóng nước. Hệ thống làm mát cho tấm PV này có lợi ích kép vì vừa làm tăng đáng kể hiệu quả của hệ thống PV vừa cho phép thu nhiệt từ hệ thống PV để sử dụng trong các ứng dụng nhiệt ở khu vực công nghiệp và dân. Trên thực tế, các tấm pin mặt trời thường sử dụng 15 - 20% năng lượng mặt trời tới bề mặt, phần còn lại bị mất dưới dạng nhiệt, do đó, công nghệ PV/T sẽ giúp tăng hiệu quả năng lượng tổng thể (điện và nhiệt) của hệ thống trên cùng một diện tích lắp đặt dụng [11].

Công nghệ PV/T đã được nghiên cứu từ cuối những năm 1970 khi các nhà nghiên cứu như Kern và Russell [12]

và Florschuetz [13] thực hiện các khảo sát điều tra về công nghệ PV/T tấm phẳng. Các tác giả như Agrawal và Tiwari [14] và Bhattarai [15] đã phân tích các hệ thống PV/T trao đổi nhiệt dựa trên nước và không khí vào đầu thập kỷ, đây là những hệ thống thông thường được nghiên cứu nhiều nhất trong những năm tiếp theo. Tuy nhiên, trong thời gian qua, các nhà nghiên cứu đã tập trung nghiên cứu một số chủ đề mới như chất lỏng nano [16] hoặc hệ thống PV/T bơm nhiệt [17].

Tại Việt Nam, điện mặt trời mới được phát triển trong những năm gần đây và được xem như là giải pháp góp phần bảo đảm an ninh năng lượng và chống lại hiện tượng biến đổi khí hậu. Chính phủ đã ban hành nhiều cơ chế, chính sách nhằm phát triển các nguồn điện mặt trời [18-20]. Trong năm 2020, mặc dù bị ảnh hưởng bởi dịch Covid-19 nhưng điện mặt trời ở Việt Nam vẫn tăng trưởng mạnh mẽ. Nếu trong giai đoạn 2018 - 2019 mức tăng trưởng công suất điện mặt trời đạt 4.793MW và tổng công suất tích lũy là 5.898MW thì tổng công suất lắp đặt điện mặt trời trong giai đoạn 2019 - 2020 đã tăng gấp 2,28 lần là 11.606MW, và đưa tổng sản lượng điện mặt trời của Việt Nam tích lũy lên tới 16.504MW [8]. Do vậy, Việt Nam đã vươn lên và xếp vị trí thứ ba trong danh sách 10 quốc gia lắp đặt thêm công suất điện mặt trời lớn nhất thế giới và xếp thứ tám trong danh sách 10 quốc gia có tổng công suất điện mặt trời lớn nhất thế giới [8].

Với chính sách thúc đẩy điện mặt trời của Chính phủ Việt Nam thì các nhà đầu tư cũng đã phát triển mạnh mẽ các công trình điện mặt trời mái nhà trong thời gian qua, tổng công suất điện mặt trời mái nhà đã đạt 9.580 MWp trên cả nước tính đến hết năm 2020 [21]. Nhiều công trình nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả khi lắp đặt điện mặt trời áp mái tại Việt Nam. Pháp và cộng sự [22, 23] đã xác định tiềm năng điện mặt trời mái nhà và hiệu quả lắp đặt công trình điện mặt trời nổi lưới tại thủ đô Hà Nội. Thanh và cộng sự [24] đã tính toán điện năng, hiệu suất của hệ thống PV cho một hộ gia đình ở Thành phố Thủ Dầu Một, Việt Nam. Lan và cộng sự [25] đã tính toán các chỉ số tài chính của điện mặt trời mái nhà với ảnh hưởng của các mức giá bán lẻ điện khác nhau khu vực Tây Nguyên. Nguyên và cộng sự [26] đã nghiên cứu đánh giá hiệu quả sử dụng pin mặt trời thay kính cho các tòa nhà ở Việt Nam.

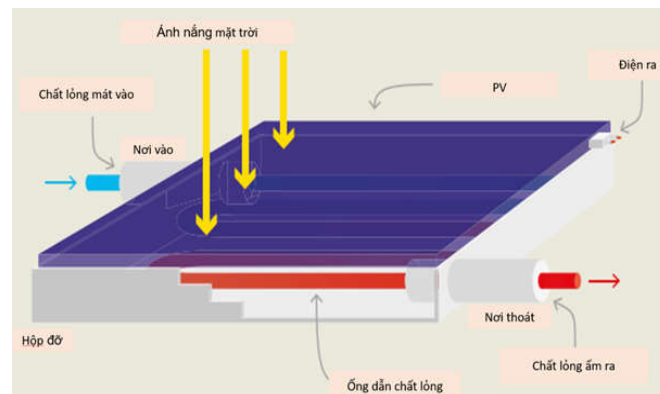
Mặt khác, các thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời cũng đã được ứng dụng rộng rãi tại các hộ gia đình, nhà hàng, khách sạn ở Việt Nam trong các năm qua với các ưu điểm nổi trội về khả năng cung cấp nhiệt đun nước nóng và giá thành hợp lý [27]. Tuy nhiên, các hộ tiêu thụ điện và nhiệt tại Việt Nam hiện vẫn đang sử dụng riêng rẽ hệ thống điện mặt trời mái nhà và thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời mà chưa có phương án sử dụng đồng thời cả hai công nghệ trên cùng một diện tích mái để tăng hiệu quả điện và nhiệt phục vụ nhu cầu sử dụng tại chỗ. Mặt khác, Việt Nam cũng chưa có công trình nghiên cứu nào về thiết kế, chế tạo và đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ điện nhiệt mặt trời PV/T để tăng hiệu

quả làm việc của hệ thống điện mặt trời mái nhà và hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời.

Do vậy, nội dung bài báo sẽ tập trung làm rõ các yếu tố quan trọng trong công nghệ điện nhiệt mặt trời PV/T và đánh giá khả năng ứng dụng tại Việt Nam bằng công cụ phân tích SWOT. Kết quả nghiên cứu sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích và tạo tiền đề để có nhiều hơn những công trình nghiên cứu ứng dụng công nghệ PV/T tại Việt Nam trong thời gian tới.

2. CÔNG NGHỆ ĐIỆN NHIỆT MẶT TRỜI PV/T

Trong thiết bị điện nhiệt mặt trời PV/T, một bộ hấp thụ nhiệt và các tế bào quang điện được tích hợp vào một mô-đun duy nhất (hình 1). Trong một mô-đun PV thông thường, 90% ánh sáng mặt trời được hấp thụ, nhưng chỉ khoảng 15% trong số này được chuyển đổi thành điện năng hữu ích [28, 29]. Phần còn lại được chuyển hóa dưới dạng nhiệt năng (đó là lý do tại sao các mô-đun PV có thể đạt nhiệt độ lên đến khoảng 80°C khi hoạt động vào những ngày nắng nóng) và cuối cùng thất thoát ra môi trường. Trong mô-đun PV/T, một phần hữu ích của tổn thất nhiệt được chuyển sang dòng chất lỏng và chuyển đến bộ hấp thụ nhiệt ở phía sau pin mặt trời. Hiệu suất của pin mặt trời silicon giảm 0,4% mỗi °C khi nhiệt độ tăng từ 25°C [30]. Mô-đun PV sẽ được làm mát bởi môi chất để bản thân mô-đun hoạt động với hiệu suất cao hơn, làm cho sản lượng điện của hệ thống PV/T cao hơn so với hệ thống tương đương hệ thống PV thông thường. Như vậy, phần nhiệt thừa sẽ giảm việc bị thất thoát ra môi trường xung quanh và thiết bị PV/T sẽ làm tăng hiệu quả làm việc của cả tấm pin mặt trời và thiết bị nhiệt mặt trời do cả nhiệt và điện đều được tạo ra từ cùng một thiết bị năng lượng.



Hình 1. Nguyên lý làm việc của thiết bị PV/T điển hình [31]

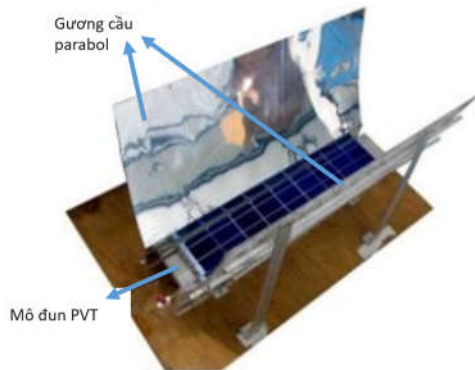
Ngoài ra, mô-đun PV/T còn có thể làm tăng tuổi thọ của các tế bào PV vì được vận hành ở nhiệt độ thấp hơn. Lợi ích này phát sinh từ thực tế là các tế bào năng lượng mặt trời trong bộ thu PV/T chịu ứng suất nhiệt độ thấp hơn, đây là một trong những nguyên nhân chính gây ra lỗi hệ thống PV do hỏng tế bào quang điện, đổi màu và tách lớp nhựa bảo vệ [32]. Hơn nữa, hệ thống PV/T cho phép tự sản xuất và sử dụng điện tại chỗ. Tự tiêu thụ là cách rẻ nhất để tạo ra năng lượng bằng năng lượng tái tạo và đồng thời giảm bớt áp lực cho lưới điện địa phương.

2.1. Cấu trúc thiết bị PV/T

Hệ thống PV/T được chia thành hai cấu trúc khác nhau dựa trên hình dạng bên ngoài gồm PV/T phẳng và PV/T tập trung (CPV/T) [33]. Cấu trúc PV/T phẳng rất giống với bộ thu nhiệt mặt trời và khá dễ sản xuất nên PV/T loại phẳng trở thành hệ thống PV/T phổ biến nhất trên thế giới. Bộ PV/T tập trung thường bao gồm hệ thống phản xạ và theo dõi mặt trời để tối đa hóa sự hấp thụ năng lượng mặt trời [34]. Trong bộ PV/T tập trung, năng lượng mặt trời được tập trung trước khi chuyển hóa thành nhiệt. Chất lỏng làm việc có thể đạt được nhiệt độ cao hơn so sánh với hệ thống tấm phẳng. Do đó có thể đạt được hiệu suất nhiệt động lực học cao hơn và hiệu suất tốt hơn. Trên thực tế, hệ thống PV/T tập trung có lợi thế là giảm số lượng pin mặt trời cần thiết [34]. Tuy nhiên, những trở ngại chính là cung cấp khả năng làm mát tốt cho các tế bào năng lượng mặt trời và chi phí của hệ thống theo dõi mặt trời. Sử dụng loại PV/T tập trung thay cho PV/T loại phẳng có thể tăng nhiệt và sản xuất năng lượng điện lần lượt là 39% và 8,6% [35].



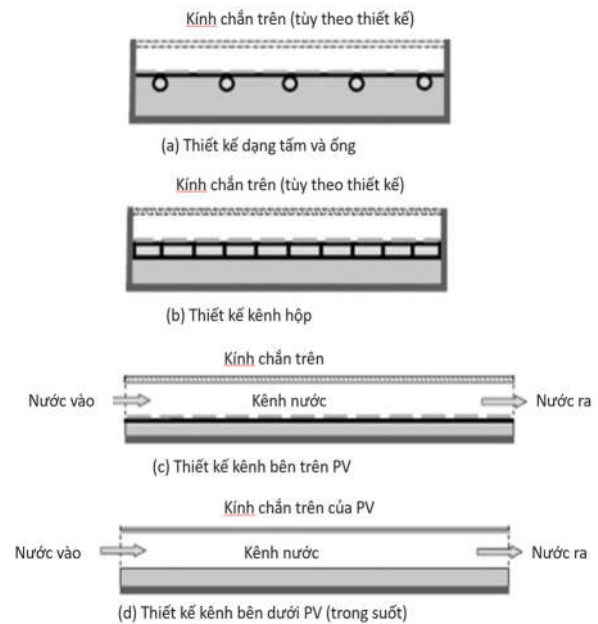
Hình 2. Sản phẩm thương mại PV/T loại phẳng [36]



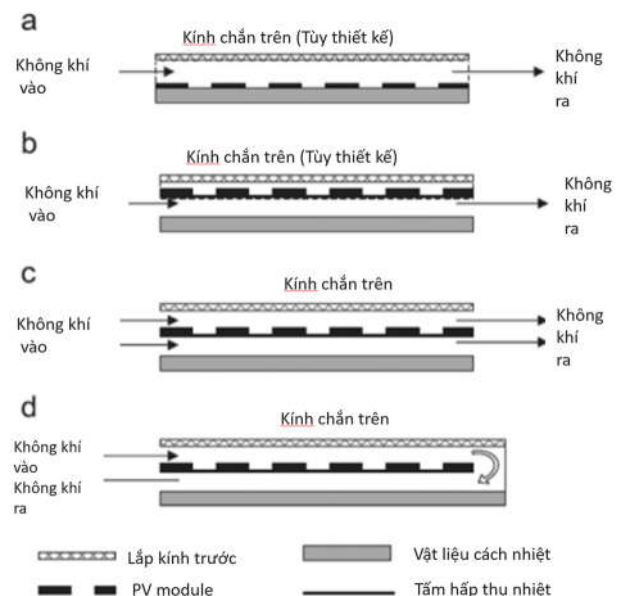
Hình 3. Mô hình sản phẩm PV/T loại tập trung [37]

2.2. Môi chất dẫn nhiệt

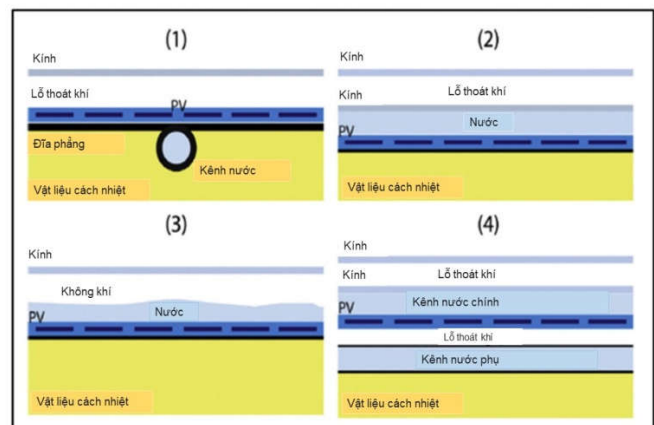
Hiệu suất phát điện có thể được tăng lên bằng cách làm mát pin mặt trời bằng chất lỏng như không khí hoặc nước. Hệ thống PV/T có thể được phân loại thành 3 loại [38] tùy theo môi chất dẫn nhiệt được sử dụng gồm PV/T dùng nước (hình 4), PV/T sử dụng không khí (hình 5), PV/T kết hợp giữa nước và không khí (hình 6). Hệ thống PV/T dùng nước có hiệu suất cao hơn so với hệ thống PV/T dùng không khí. Hơn 75% tất cả các hệ thống PV/T được lắp đặt trên thế giới sử dụng nước, đặc biệt là dạng tấm và dạng ống [39].



Hình 4. PV/T dùng nước [39]



Hình 5. PV/T dùng không khí [39]



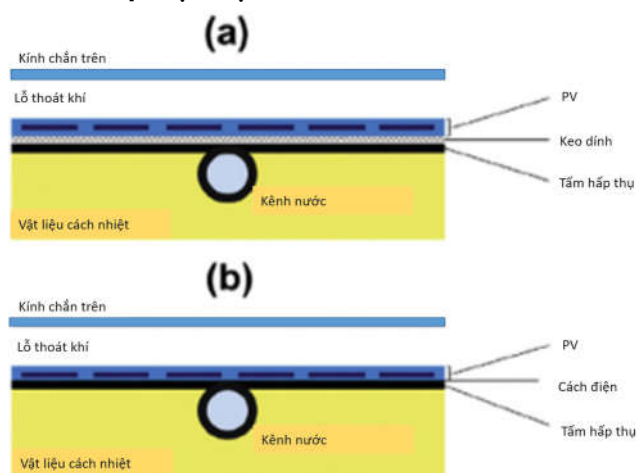
Hình 6. PV/T dùng nước và không khí [39]

Ưu điểm và nhược điểm của hệ thống PV/T dùng môi chất dẫn nhiệt là không khí, nước được tổng hợp và so sánh trong bảng 1.

Bảng 1. So sánh các loại môi chất dẫn nhiệt khác nhau của hệ thống PV/T [40]

Loại môi chất dẫn nhiệt	Ưu điểm	Nhược điểm
Không khí	- Không bị đóng băng và không bị sôi như chất lỏng. - Không ảnh hưởng đến môi trường xung quanh nếu bị rò rỉ. - Sử dụng tối thiểu vật liệu và chi phí vận hành thấp	- Tổn thất nhiệt cao do rò rỉ không khí. - Tiếng ồn có thể xảy ra. - Có tốc độ truyền nhiệt tương đối chậm do độ dẫn nhiệt thấp hơn. - Do nhiệt dung riêng thấp của không khí nên cần thể tích không khí lớn hơn trên một đơn vị diện tích bộ thu để lưu trữ một đơn vị nhiệt năng nhất định.
Nước	- Dạng tấm và ống là giải pháp đơn giản nhất để chế tạo PV/T. - Dạng kênh có thêm khả năng chống lại áp lực nước vì mặt sau có thể được tăng cường bằng kim loại. Mặt sau của hoàn toàn kín nước. - Dạng chảy tự do có một lớp kính sẽ được loại bỏ nên chi phí vật liệu sẽ giảm. - Dạng hai lớp hấp thụ có hiệu suất nhiệt cao.	- Dạng tấm và ống có hiệu quả kém hơn khoảng 2% so với các loại đầu thu khác. - Dạng kênh nếu sử dụng một kênh rộng được bao phủ bởi một tấm kính lớn, thì có thể cần kính rất dày để chịu áp lực nước, dẫn đến kết cấu nặng nhưng không bền. - Dạng chảy tự do so sánh với trường hợp kênh: tăng mất nhiệt do bay hơi. - Dạng hai lớp hấp thụ có vỏ kênh nặng.

2.3. Tấm hấp thụ nhiệt



Hình 7. Ghép nối tấm hấp thụ nhiệt và PV [39]

Trong hệ thống PV/T, thành phần hấp thụ (thường là dạng tấm) có chức năng quan trọng là truyền năng lượng mặt trời từ PV cho môi chất dẫn nhiệt. Tấm hấp thụ là thường được làm bằng vật liệu kim loại, chẳng hạn như đồng, nhôm hoặc hiếm hơn là thép hoặc polyme (cao su và sợi thủy tinh) [39]. Các loại tấm hấp thụ có hiệu suất nhiệt

khác nhau. Đồng, nhôm và thép là một trong những vật liệu hấp thụ nhiệt tốt nhất cho hệ thống PV/T [39]. Trong đó, đồng là vật liệu được sử dụng rộng rãi nhất để làm chất hấp thụ cho bộ thu nhiệt PV/T.

Kỹ thuật ghép nối phổ biến nhất để dán mô-đun quang điện vào tấm hấp thụ nhiệt là phương pháp dán bằng keo dẫn nhiệt, có khả năng chịu nhiệt độ cao. Một kỹ thuật khác là cán toàn bộ gói bao gồm Thủy tinh, tế bào PV, cách điện và chất hấp thụ. Nghiên cứu của Dupeyrat và cộng sự [41] cho thấy rằng phương pháp cán làm tăng nhiệt hiệu suất khoảng 10% và hiệu suất phát điện có thể đạt được tốt hơn do nhiệt độ tế bào quang điện giảm xuống. Do đó, phương pháp ghép nối cán được ưu tiên sử dụng hơn trong việc sản xuất thiết bị PV/T mặc dù yêu cầu kỹ thuật cao hơn.

3. PHÂN TÍCH KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG THIẾT BỊ PV/T TẠI VIỆT NAM

Việc đánh giá khả năng ứng dụng thiết bị PV/T tại Việt Nam được thực hiện bằng công cụ phân tích SWOT, đây là công cụ được sử dụng rộng rãi trên thế giới để đánh giá điểm mạnh (Strong), điểm yếu (Weakness), cơ hội (Opportunities), thách thức (Threats) của các dự án triển khai trong lĩnh vực công nghệ năng lượng tái tạo nói chung và năng lượng mặt trời nói riêng [42].

Một số phân tích SWOT ban đầu đánh giá khả năng ứng dụng thiết bị PV/T tại Việt Nam được tổng hợp trong bảng 2.

Bảng 2. Phân tích SWOT đánh giá khả năng ứng dụng thiết bị PV/T tại Việt Nam

Điểm mạnh	Điểm yếu
- Tiềm năng năng lượng mặt trời khá tốt. - Hệ thống điện mặt trời mái nhà và thiết bị đun nước nóng năng lượng mặt trời đã được sử dụng rộng rãi tại thị trường Việt Nam. - Góp phần cải thiện môi trường.	- Chưa có cơ chế chính sách hỗ trợ phát triển thiết bị PV/T. - Chưa được quan tâm đầu tư nghiên cứu ứng dụng và tìm cơ hội kinh doanh tại Việt Nam. - Cơ sở dữ liệu, tài liệu kỹ thuật còn thiếu.
Cơ hội	Thách thức
- Nhu cầu sử dụng thiết bị công nghệ sạch ngày càng tăng. - Các giải pháp tăng hiệu quả làm việc của hệ thống điện mặt trời mái nhà và bình đun nước nóng năng lượng mặt trời được quan tâm nghiên cứu. - Thị trường năng lượng mặt trời trong nước đang phát triển mạnh mẽ.	- Điều kiện khí hậu không đồng đều giữa các vùng trong cả nước. - Các chính sách hỗ trợ phát triển năng lượng mặt trời đã được Chính phủ ban hành nhưng thời hạn không lâu dài. - Đối mặt với sự cạnh tranh khi tham gia thị trường Việt Nam

Điểm mạnh: Việt Nam có tiềm năng phát triển năng lượng mặt trời, đặc biệt là khu vực miền Trung và miền Nam với lượng tổng xạ trung bình năm bình quân cả nước từ 4-5 kWh/m²/ngày. Hệ thống điện mặt trời mái nhà và thiết bị đun nước nóng năng lượng mặt trời đã được sử dụng rộng rãi tại thị trường Việt Nam trong thời gian qua, đặc biệt là sự phát triển nhanh và mạnh của các hệ thống điện mặt trời mái nhà trong phạm vi cả nước với các ưu điểm nổi bật là có tính chất phân tán, tiêu thụ tại chỗ, thời

gian phát chủ yếu vào ban ngày, sẽ làm giảm áp lực về phụ tải lưới điện ở cao điểm buổi trưa và giảm gánh nặng về đầu tư hệ thống điện.

Việt Nam đang ngày càng chú trọng đến vấn đề môi trường, Thủ tướng cũng đã cam kết giảm phát thải ròng bằng không vào năm 2050 trong Hội nghị Thượng đỉnh khí hậu (COP26) tại Glasgow, Anh vào ngày 01/11/2021. Do đó, các công nghệ năng lượng sạch như điện nhiệt mặt trời sẽ ngày càng được chú trọng phát triển tại thị trường trong nước.

Hơn nữa, kết quả nghiên cứu các công trình PV/T đã được triển khai ở nhiều nước trong bảng 3 cũng đã chứng minh được hiệu suất chuyển đổi năng lượng điện và nhiệt trong các dự án thực tế đã được cải thiện khá tốt.

Bảng 3. Kết quả so sánh hiệu suất chuyển đổi năng lượng điện và nhiệt của một số công trình PV/T thực tế

Công trình tham khảo	Hiệu suất điện mặt trời (PV) (%)	Hiệu suất nhiệt mặt trời (%)	Hiệu suất điện - nhiệt mặt trời (PV/T) (%)
Fuentes [43]	16,1 - 19,1	50 - 70,4	66,1 - 89,5
Fubholi [44]	11,9 - 12,4	41,1 - 48	53,6 - 66,8
Chow [45]	11,0	51,0	62,0
Abdul - Ganiyu [46]	9,9 - 11,5	29,44 - 44,84	39,34 - 56,34

Điểm yếu: Thiết bị PV/T chưa được quan tâm đầu tư nghiên cứu ứng dụng tại Việt Nam. Các doanh nghiệp trong nước cũng chưa tìm hiểu cơ hội kinh doanh công nghệ này nên mô hình kinh doanh thiết bị PV/T đang không có. Cơ chế chính sách hỗ trợ phát triển thiết bị PV/T cũng chưa được Chính phủ xây dựng như các chính sách đối với điện mặt trời và bình đun nước nóng năng lượng mặt trời. Cơ sở dữ liệu, tài liệu kỹ thuật cũng chưa có nhiều để mang lại thông tin cho người làm chính sách, công nghệ kỹ thuật và người dân có nhu cầu tìm hiểu.

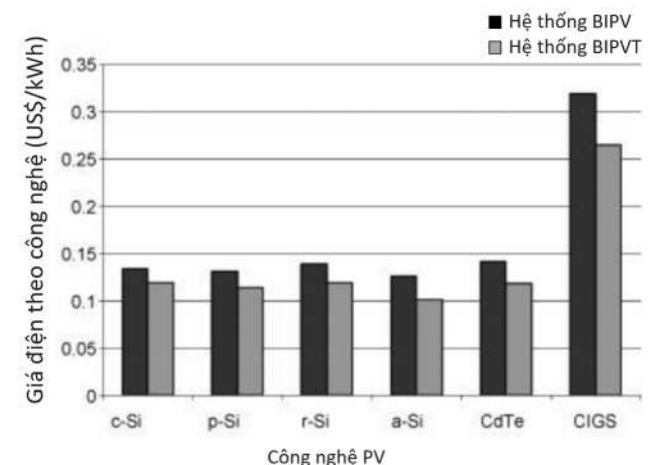
Cơ hội: Nhu cầu sử dụng thiết bị công nghệ sạch ngày càng tăng ở thị trường trong nước, đặc biệt đối với PV và hầu hết các chính sách của chính phủ trong thời gian qua đều hỗ trợ việc triển khai các dự án điện mặt trời, trong đó có điện mặt trời mái nhà. Việc ứng dụng các giải pháp tăng hiệu quả làm việc của hệ thống điện mặt trời mái nhà và bình đun nước nóng năng lượng mặt trời cũng được cộng đồng khoa học quan tâm nghiên cứu. Thị trường năng lượng mặt trời trong nước đang phát triển mạnh mẽ, nhiều Công ty có tầm nhìn rõ ràng về thị trường năng lượng mặt trời và nhóm khách hàng của mình.

Công nghệ PV/T đang được xem như một thiết kế mới áp dụng cho 'hệ thống năng lượng tòa nhà thông minh' [47]. Hệ thống điện - nhiệt mặt trời (PVT) hoàn toàn có khả năng trở thành một lựa chọn hữu ích trên mái nhà của chủ hộ bên cạnh hệ thống điện mặt trời áp mái truyền thống để cung cấp một phần đáng kể nhu cầu nhiệt và điện của tòa nhà. Hệ thống không dùng bất kỳ loại công nghệ tích trữ năng lượng nào khiến giá rẻ hơn đáng kể và có thể có tương tác hai chiều với cả lưới điện và nhiệt cục bộ. Việc sử

dụng một hệ thống như vậy, không chỉ tỷ trọng năng lượng tái tạo trong hệ thống năng lượng quốc gia có thể tăng lên một cách an toàn, mà tòa nhà cũng sẽ được hưởng lợi từ các dòng năng lượng rẻ, thân thiện với môi trường.

Nhìn chung, phân tích vòng đời dự án sẽ đánh giá được cơ hội đầu tư hệ thống PV/T. Tuy nhiên, Việt Nam hiện chưa có công trình nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng và hiệu quả đầu tư công nghệ PV/T nên bước đầu có thể tham khảo các kết quả nghiên cứu ở một số quốc gia gần với Việt Nam trong khu vực Đông Nam Á. Trong một nghiên cứu được thực hiện đối với thành phố Bangkok, Thái Lan, Nualboonrueng và cộng sự [48] đã xác định thời gian hoàn vốn lần lượt là 6,4 năm, 11,8 năm và 13,4 năm đối với hệ thống PV/T dùng pin mặt trời a-Si, p-Si và c-Si. Các tác giả đã nhận định điều kiện khí hậu, giá nguyên liệu tại địa điểm lắp đặt thiết bị và sự hỗ trợ của chính phủ quyết định khả năng kinh tế của các hệ thống PV/T.

Mặt khác, công trình nghiên cứu của S. H. Bandaru và cộng sự [49] cũng chỉ ra rằng sử dụng công nghệ PV/T thì có chi phí sản xuất năng lượng hiệu quả hơn so với việc chỉ sử dụng hệ thống điện mặt trời mái nhà.



Hình 8. Chi phí năng lượng thiết bị PV/T dùng các loại pin mặt trời khác nhau [49]

Thách thức: Điều kiện khí hậu không đồng đều giữa các vùng trong cả nước cũng sẽ có ảnh hưởng nhất định tới việc làm chậm phát triển thiết bị trong lĩnh vực năng lượng mặt trời. Các chính sách hỗ trợ phát triển năng lượng mặt trời đã được Chính phủ ban hành nhưng thời hạn không lâu dài, mang lại rủi ro cho những doanh nghiệp kinh doanh phát triển thiết bị năng lượng mặt trời. Thiết bị PV/T cũng sẽ phải đối mặt với sự cạnh tranh với các sản phẩm như bơm nhiệt khi tham gia thị trường Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Tại Việt Nam, các thiết bị công nghệ trong lĩnh vực năng lượng mặt trời được xem như là giải pháp góp phần bảo đảm an ninh năng lượng và chống lại hiện tượng biến đổi khí hậu. Các công nghệ PV/T có nhiều ưu điểm trong việc hạn chế thất thoát nhiệt và cải thiện rõ rệt hiệu quả hoạt động của pin mặt trời. Phân tích SWOT cũng đã chỉ ra được một số lưu ý về điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức trong quá trình triển khai ứng dụng thiết bị PV/T tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini, 2019. *The role of renewable energy in the global energy transformation*. Energy Strateg. Rev., vol. 24, pp. 38–50, doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>.
- [2]. REN21, 2018. *Advancing the global renewable energy transition*. [Online]. Available: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2018_Highlights_English.pdf.
- [3]. S. Wilkinson, M. John, G. M. Morrison, 2021. *Rooftop PV and the Renewable Energy Transition; a Review of Driving Forces and Analytical Frameworks*. Sustainability, vol. 13, no. 10, doi: 10.3390/su13105613.
- [4]. C. Breyer, et al., 2017. *On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios*. Prog. Photovoltaics Res. Appl., vol. 25, no. 8, pp. 727–745, doi: <https://doi.org/10.1002/pip.2885>.
- [5]. IRENA, 2019. *Future of solar photovoltaic: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*. [Online]. Available: <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>.
- [6]. Q.J. Wang, D. Chen, C.P. Chang, 2021. *The impact of COVID-19 on stock prices of solar enterprises: A comprehensive evidence based on the government response and confirmed cases*. Int. J. Green Energy, vol. 18, no. 5, pp. 443–456, doi: 10.1080/15435075.2020.1865367.
- [7]. H. Eroğlu, 2021. *Effects of Covid-19 outbreak on environment and renewable energy sector*. Environ. Dev. Sustain., vol. 23, no. 4, pp. 4782–4790, doi: 10.1007/s10668-020-00837-4.
- [8]. *Photovoltaic Power Systems Programme*. 2018 Snapshot of Global Photovoltaic Markets.
- [9]. D. E. H. J. Gernaat, H.S. de Boer, L. C. Dammeier, D. P. van Vuuren, 2020. *The role of residential rooftop photovoltaic in long-term energy and climate scenarios*. Appl. Energy, vol. 279, p. 115705, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115705>.
- [10]. S. Yoomak, T. Patcharoen, A. Ngaopitakkul, 2019. *Performance and Economic Evaluation of Solar Rooftop Systems in Dierent Regions of Thailand*. Sustainability, vol. 11, p. 6647, doi: 10.3390/su11236647.
- [11]. J. Dean, P. McNutt, L. Lisell, J. Burch, D. Jones, D. Heinicke, 2015. *Photovoltaic-Thermal New Technology Demonstration, National Renewable Energy Laboratory.pdf*. [Online]. Available: <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63474.pdf>.
- [12]. E. C. K. Jr and M. C. Russell, 1978. *Hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems*. [Online]. Available: <https://www.osti.gov/servlets/purl/7151726>.
- [13]. L. W. Florschuetz, 1979. *Extension of the Hottel-Whillier model to the analysis of combined photovoltaic/thermal flat plate collectors*. Sol. Energy, vol. 22, no. 4, pp. 361–366, doi: [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(79\)90190-7](https://doi.org/10.1016/0038-092X(79)90190-7).
- [14]. B. Agrawal, G. N. Tiwari, 2010. *Optimizing the energy and exergy of building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems under cold climatic conditions*. Appl. Energy, vol. 87, no. 2, pp. 417–426, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.06.011>.
- [15]. S. Bhattarai, J.H. Oh, S.H. Euh, G. Krishna Kadle, D. Hyun Kim, 2012. *Simulation and model validation of sheet and tube type photovoltaic thermal solar system and conventional solar collecting system in transient states*. Sol. Energy Mater. Sol. Cells, vol. 103, pp. 184–193, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2012.04.017>.
- [16]. F. Rubbi, K. Habib, R. Saidur, N. Aslfattahi, S. M. Yahya, L. Das, 2020. *Performance optimization of a hybrid PV/T solar system using Soybean oil/MXene nanofluids as A new class of heat transfer fluids*. Sol. Energy, vol. 208, pp. 124–138, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.060>.
- [17]. A. Riaz, R. Liang, C. Zhou, J. Zhang, 2019. *A review on the application of photovoltaic thermal systems for building façades*. Build. Serv. Eng. Res. Technol., vol. 41, no. 1, pp. 86–107, doi: 10.1177/0143624419845117.
- [18]. Decision No. 428/QĐ-TTg on the Approval of the Revised National Power Development Master Plan for the 2011–2020 Period with the vision to 2030.
- [19]. Decision No. 11/2017/QĐ-TTg on Mechanism for Encouragement of the Development of Solar Power Projects in Vietnam.
- [20]. Decision 13/2020/QĐ-TTg on Mechanisms to Promote the Development of Solar Power Projects in Viet Nam.
- [21]. <https://solar.evn.com.vn/#/>.
- [22]. V. M. Phap, N. T. Thu Huong, P. T. Hanh, P. Van Duy, D. Van Binh, 2020. *Assessment of rooftop solar power technical potential in Hanoi city, Vietnam*. J. Build. Eng., vol. 32, p. 101528, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101528>.
- [23]. M. P. Vu, T. N. Nguyen, 2020. *Feasibility Study Of Rooftop Photovoltaic Power System For A Research Institute Towards Green Building In Vietnam*. EAI Endorsed Trans. Energy Web, vol. 7, no. 26, [Online]. Available: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.7-1-2020.162825>.
- [24]. B. T. Nguyen, V. P. Hoang, 2021. *Design, Simulation and Economic Analysis of A Rooftop Solar PV System in Vietnam*. EAI Endorsed Trans. Energy Web, vol. 8, no. 35, doi: 10.4108/eai.27-1-2021.168504.
- [25]. T. T. Lan, S. Jirakiatkul, M. S. Chowdhury, D. Ali, L. D. Niem, K. Techato, 2020. *The Effect of Retail Electricity Price Levels on the FI Values of Smart-Grid Rooftop Solar Power Systems: A Case Study in the Central Highlands of Vietnam*. Sustainability, vol. 12, no. 21, doi: 10.3390/su12219209.
- [26]. L. Nguyen, et al., 2019. *Facade Integrated Photovoltaic Systems: Potential Applications for Commercial Building in Vietnam*. doi: 10.1109/ICSE.2019.8823134.
- [27]. B. T. Nguyen, T. L. Pryor, 1998. *Feasibility of solar hot water systems in Vietnam*. Renew. Energy, vol. 13, no. 4, pp. 415–437, doi: [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00024-X).
- [28]. R. Santbergen, R. J. C. van Zolingen, 2008. *The absorption factor of crystalline silicon PV cells: A numerical and experimental study*. Sol. Energy Mater. Sol. Cells, vol. 92, no. 4, pp. 432–444, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2007.10.005>.
- [29]. P. Dupeyrat, C. Ménézo, S. Fortuin, 2014. *Study of the thermal and electrical performances of PVT solar hot water system*. Energy Build., vol. 68, pp. 751–755, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.09.032>.
- [30]. J. L. Gray, 2010. *The Physics of the Solar Cell*. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. pp. 82–129, doi: <https://doi.org/10.1002/9780470974704.ch3>.
- [31]. I. G. Alba Ramos, A. Mellor, D. Alonso-Álvarez, 2017. *Solar-Thermal and Hybrid Photovoltaic-Thermal Systems for Renewable Heating*. Grantham Institute.
- [32]. M. Köntges, et al., 2014. *IEA PVPS Subtask 3.2: Review of Failures of Photovoltaic Modules*. Internation Energy Agency (IEA) Photovoltaic Power Systems Programme. pp. 1–140.

- [33]. T. T. Chow, 2010. *A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology*. Appl. Energy, vol. 87, no. 2, pp. 365–379, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.06.037>.
- [34]. P. Aragonés-Beltrán, F. Chaparro-González, J.P. Pastor-Ferrando, A. Pla-Rubio, 2014. *An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects*. Energy, vol. 66, pp. 222–238, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.12.016>.
- [35]. N. Aste, C. del Pero, F. Leonforte, 2014. *Water flat plate PV–thermal collectors: A review*. Sol. Energy, vol. 102, pp. 98–115, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.01.025>.
- [36]. J. J. Michael, I. S. R. Goic, 2015. *Flat plate solar photovoltaic–thermal (PV/T) systems: A reference guide*. Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 51, pp. 62–88, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.022>.
- [37]. A. H. A. Al-Waeli, H. A. Kazem, M. T. Chaichan, K. Sopian, 2021. *A review of photovoltaic thermal systems: Achievements and applications*. International Journal of Energy Research, vol. 45, no. 2, pp. 1269–1308, doi: [10.1002/er.5872](https://doi.org/10.1002/er.5872).
- [38]. X. Zhang, X. Zhao, S. Smith, J. Xu, X. Yu, 2012. *Review of R&D progress and practical application of the solar photovoltaic/thermal (PV/T) technologies*. Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 1, pp. 599–617, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.026>.
- [39]. M. Ebrahimi, M. Aramesh, Y. Khanjari, 2018. *Innovative ANP model to prioritization of PV/T systems based on cost and efficiency approaches: With a case study for Asia*. Renew. Energy, vol. 117, pp. 434–446, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.098>.
- [40]. K. Moradi, M. Ali Ebadian, C.X. Lin, 2013. *A review of PV/T technologies: Effects of control parameters*. Int. J. Heat Mass Transf., vol. 64, pp. 483–500, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.04.044>.
- [41]. P. Dupeyrat, C. Ménéz, M. Rommel, H.M. Henning, 2011. *Efficient single glazed flat plate photovoltaic–thermal hybrid collector for domestic hot water system*. Sol. Energy, vol. 85, no. 7, pp. 1457–1468, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.04.002>.
- [42]. Y. Lei, et al., 2019. *SWOT analysis for the development of photovoltaic solar power in Africa in comparison with China*. Environ. Impact Assess. Rev., vol. 77, pp. 122–127, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.04.005>.
- [43]. M. Fuentes, M. Vivar, J. de la Casa, J. Aguilera, 2018. *An experimental comparison between commercial hybrid PV-T and simple PV systems intended for BIPV*. Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 93, pp. 110–120, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.021>.
- [44]. A. Fudholi, K. Sopian, M. H. Yazdi, M. H. Ruslan, A. Ibrahim, H. A. Kazem, 2014. *Performance analysis of photovoltaic thermal (PVT) water collectors*. Energy Convers. Manag., vol. 78, pp. 641–651, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.11.017>.
- [45]. T. T. Chow, J. Ji, W. He, 2006. *Photovoltaic–Thermal Collector System for Domestic Application*. J. Sol. Energy Eng., vol. 129, no. 2, pp. 205–209, doi: [10.1115/1.2711474](https://doi.org/10.1115/1.2711474).
- [46]. S. Abdul-Ganiyu, D. A. Quansah, E. W. Ramde, R. Seidu, M. S. Adaramola, 2020. *Investigation of Solar Photovoltaic–Thermal (PVT) and Solar Photovoltaic (PV) Performance: A Case Study in Ghana*. Energies, vol. 13, no. 11, doi: [10.3390/en13112701](https://doi.org/10.3390/en13112701).
- [47]. A. Behzadi, A. Arabkoohsar, 2020. *Feasibility study of a smart building energy system comprising solar PV/T panels and a heat storage unit*. Energy, vol. 210, p. 118528, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118528>.
- [48]. T. Nualboonrueng, P. Tuenpusa, Y. Ueda, A. Akisawa, 2012. *The performance of PV-t systems for residential application in Bangkok*. Prog. Photovoltaics Res. Appl., vol. 21, doi: [10.1002/pip.2181](https://doi.org/10.1002/pip.2181).
- [49]. S. H. Bandaru, V. Becerra, S. Khanna, J. Radulovic, D. Hutchinson, R. Khusainov, 2021. *A Review of Photovoltaic Thermal (PVT) Technology for Residential Applications: Performance Indicators, Progress, and Opportunities*. Energies, vol. 14, no. 13, doi: [10.3390/en14133853](https://doi.org/10.3390/en14133853).

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Trung Hieu¹, Cao Xuan Thang¹, Bui Manh Tu¹,
Vu Minh Phap², Pham Van Duy²**

¹Faculty of Energy Technology, Electric Power University

²Institute of Energy Science, Vietnam Academy of Science & Technology