

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CÔNG NGHỆ KẾT HỢP NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI VỚI HYDRO CẤP ĐIỆN ĐỘC LẬP CHO VÙNG SÂU

EVALUATION OF STANDALONE SOLAR HYDROGEN FOR OFF-GRID ELECTRIFICATION IN REMOTE AREAS OF VIETNAM

Nguyễn Quốc Huy, Trần Thanh Sơn

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; quochuybkdn@gmail.com

Tóm tắt - Công nghệ kết hợp pin năng lượng mặt trời (NLMT) với công nghệ sản xuất, lưu trữ hydro để cấp điện độc lập (off-grid) là một công nghệ mới không chỉ ở Việt Nam mà trên toàn thế giới. Do chi phí đầu tư ban đầu khá lớn nên việc thiết kế lựa chọn tối ưu công suất thiết bị ban đầu đóng vai trò rất quan trọng. Bài báo này sẽ ứng dụng phần mềm HOMER để nghiên cứu phân tích lựa chọn hệ thống và đánh giá dựa trên tiêu chí kinh tế và kỹ thuật của hệ thống công nghệ lai ghép tiên tiến này trong điều kiện Việt Nam. Bài báo sẽ phân tích đánh giá các chỉ tiêu về kinh tế và kỹ thuật hệ thống cung cấp điện cho 12 hộ dân sống ở trên đảo Hòn Chuối, Cà Mau, Việt Nam như một case study. Kết quả cho thấy rằng, công nghệ kết hợp NLMT-Hydro đáp ứng về tiêu chí kỹ thuật, nhưng về tiêu chí kinh tế thì chưa đáp ứng được, do chi phí đầu tư ban đầu và giá điện còn rất cao (~7.700 VND/kWh).

Từ khóa - pin NLMT; khí hydro; mô phỏng; công nghệ NLMT-Hydro; cấp điện độc lập.

Abstract - The hybrid of solar photovoltaic with hydrogen production and storage for off-grid power supply is a state of art technology not only in Vietnam but worldwide. Because of high capital cost, the simulation for reducing capital costs plays a very important role in reliability of the system. In this paper HOMER software is used to analyse the system selection and evaluate economic and technical criteria of this advanced hybrid technology system in Vietnam. 12 households living on Hon Chuoi Island, Ca Mau, Vietnam are chosen for standalone electrification as a case study for analysis and evaluation. The results show that the hybrid technology of solar hydrogen meets the technical criteria, but the economic criteria are not met because the initial investment cost and electricity price is too high (~ 7,700 VND/kWh) for Vietnamese people to afford.

Key words - PV; hydrogen; simulation; solar hydrogen; off-grid electrification.

1. Đặt vấn đề

Nhằm thúc đẩy phát triển kinh tế, văn hóa và xã hội cho các đồng bào vùng sâu, vùng xa cũng như hải đảo, cung cấp điện cho các vùng này đang được Đảng và Nhà nước ta ưu tiên hàng đầu. Tuy nhiên, việc kết nối điện lưới tới một số vùng này (ví dụ: các quần đảo Trường Sa) là rất khó khăn và đôi lúc gần như không thể, do chi phí đầu tư quá lớn, hiệu quả kinh tế rất thấp. Do đó, việc sử dụng các hệ thống cung cấp điện không tập trung cho các vùng này sẽ là phương án phù hợp nhất. Hiện nay, một số phương án được đưa ra để cấp điện cho bà con vùng sâu, vùng xa là kết hợp các nguồn năng lượng tái tạo như: Mặt trời, gió, thủy điện nhỏ với máy phát điện bằng xăng hoặc dầu. Tuy nhiên, nhược điểm của các hệ thống này là chi phí vận hành (ví dụ như chi phí nhiên liệu) và bảo dưỡng (ví dụ như chi phí mời chuyên gia hoặc vận chuyển thiết bị để sửa chữa) là rất lớn.

Việt Nam nằm trong đới khí hậu nóng ẩm, có tiềm năng năng lượng mặt trời khá lớn (4–6 kWh/m²/ngày) [3]. Năng lượng mặt trời ở Việt Nam khá ổn định và phân bố rộng rãi trên các vùng miền khác nhau của đất nước. Đặc biệt, số giờ nắng trung bình trên các tỉnh của miền Trung và miền Nam là rất lớn, khoảng 2.000 đến 2.800 giờ/năm [3]. Do đó, việc ứng dụng công nghệ năng lượng mặt trời để cấp điện cho các vùng sâu, vùng xa đã được ứng dụng trong thời gian gần đây. Do nhược điểm của hệ thống pin năng lượng mặt trời là phụ thuộc vào thời tiết, nên thông thường phải kết hợp với hệ thống tích trữ năng lượng (battery) hoặc máy phát điện diesel.

Thời gian gần đây, chi phí để lắp đặt 1 kWp hệ thống pin năng lượng mặt trời đang giảm xuống rất sâu, khoảng 12-15 triệu đồng/kWp [1]. Do đó, việc ứng dụng hệ thống năng lượng mặt trời là một giải pháp hữu hiệu, phù hợp với

xu thế phát triển của thế giới. Vấn đề cần đặt ra là làm thế nào để ứng dụng các công nghệ đi kèm với chúng để có thể nâng cao chất lượng cung cấp điện (đảm bảo nguồn điện cung cấp vào ban đêm và mùa mưa, khi mà lượng điện từ các tấm pin năng lượng mặt trời là rất bé hoặc bằng 0). Ngoài công nghệ kết hợp pin năng lượng mặt trời với hệ thống pin trữ năng lượng hoặc với máy phát điện, thì hiện nay, công nghệ kết hợp năng lượng mặt trời với hydro (pin NLMT-Hydro) đang bắt đầu được nghiên cứu và ứng dụng bởi các nước trên thế giới.

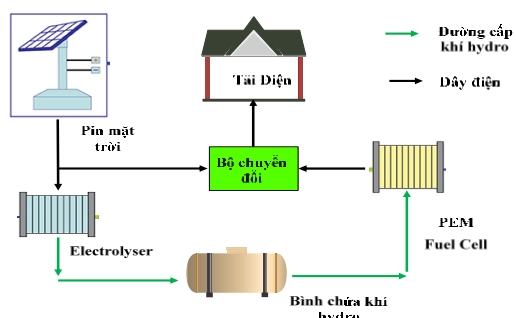
Đặc điểm của công nghệ kết hợp pin năng lượng mặt trời với khí hydro là dùng các tấm pin NLMT để sản xuất điện cho sinh hoạt, tạo khí hydro và lưu trữ trong bình chứa. Vào ban đêm hoặc ngày mưa, khí hydro trong các bình này sẽ được sử dụng để phát điện cung cấp cho các hộ tiêu thụ nhờ thiết bị pin nhiên liệu (fuel cell). Một số ví dụ điển hình trong khu vực là các nước như Malaysia, Thái Lan và Ấn Độ, họ đã bắt đầu ứng dụng các mô hình công nghệ này để cấp điện quy mô nhỏ cho vùng sâu và vùng xa [2], [4-5].

Vấn đề cấp thiết đặt ra khi thiết kế hệ thống năng lượng pin NLMT - Hydro đó là phải tìm được công suất tối ưu của các thiết bị để giảm chi phí đầu tư ban đầu cũng như chi phí vận hành. Do đó, mục đích chính của bài báo này là ứng dụng phần mềm HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) để nghiên cứu, phân tích, lựa chọn hệ thống và đánh giá tính kinh tế của hệ thống công nghệ lai ghép tiên tiến này trong điều kiện Việt Nam.

2. Tổng quan về mô hình kết hợp NLMT với hydro

Hầu hết các mô hình hybrid với pin NLMT hiện tại được lai ghép với ắc quy, hoặc các máy phát điện sử dụng xăng hoặc diesel. Đối với mô hình lai ghép với pin ắc quy có thể cho phép cấp điện khoảng 1 đến 4 ngày không có

mặt trời, tùy thuộc vào công suất pin lưu trữ. Còn phương án kết hợp với máy phát điện thì có thể đáp ứng được nhu cầu cung cấp điện, nhưng lại sử dụng các nguồn nhiên liệu hóa thạch. Ngoài công nghệ kết hợp pin năng lượng mặt trời với hệ thống pin ắc quy hoặc với máy phát điện, thì hiện nay, công nghệ kết hợp năng lượng mặt trời với hydro đang bắt đầu được nghiên cứu và ứng dụng bởi các nước trên thế giới. Vấn đề cấp thiết đặt ra khi thiết kế hệ thống năng lượng này đó là phải tìm được công suất tối ưu của các thiết bị để giảm chi phí đầu tư ban đầu cũng như chi phí vận hành. Bài báo này sẽ tập trung nghiên cứu giải quyết bài toán mô phỏng hệ thống năng lượng mặt trời kết hợp với hydro để giảm chi phí ban đầu.



Hình 1. Mô hình kết hợp pin NLMT với khí hydro cấp điện off-grid

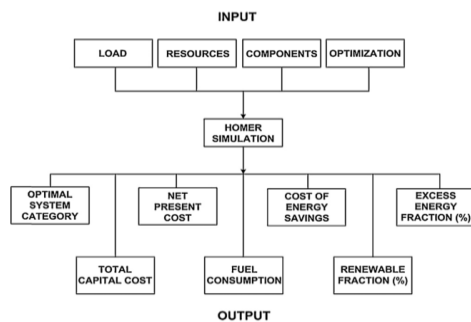
Hình 1 thể hiện mô hình lai ghép pin NLMT với hệ thống pin nhiên liệu để cấp điện off-grid cho vùng sâu, vùng xa. Nguyên lý hoạt động của mô hình này như sau: Vào ban ngày, pin NLMT sẽ chuyển đổi trực tiếp năng lượng từ bức xạ mặt trời thành điện năng, một phần điện năng sinh ra sẽ được cấp cho các hộ gia đình (tải điện) qua các bộ chuyển đổi để đáp ứng nhu cầu điện năng vào ban ngày, phần điện năng sinh ra còn lại sẽ cấp cho thiết bị điện phân (electrolyser) để điện phân nước thành khí hydro; khí hydro sinh ra từ electrolyser sẽ được chứa trong bình chứa khí, vào ban đêm hoặc những ngày không có bức xạ mặt trời thì khí hydro trong bình chứa sẽ được cấp cho pin nhiên liệu kiểu màng ngăn (PEM Fuel cell) để phát điện trở lại. Có thể thấy rằng, bản chất của hệ thống pin NLMT-Hydro chính là một hệ thống lưu trữ và chuyển đổi năng lượng. Ưu điểm của công nghệ này là có khả năng tự động hóa cao, hiệu suất chuyển đổi năng lượng cao (90% cho electrolyser và 60% cho pin nhiên liệu), tuổi thọ của hệ thống này cũng cao hơn nhiều so với lưu trữ bằng pin ắc quy. Tuy nhiên, nhược điểm của nó là giá thành của hệ thống thiết bị lớn hơn rất nhiều so với sử dụng pin ắc quy và máy phát điện. Do đó, phương án này chỉ phù hợp với việc cấp điện cho các vùng sâu, vùng xa, biên giới và hải đảo, nơi có sự trợ cấp của Chính phủ cho việc cung cấp điện.

3. Tổng quan về phần mềm mô phỏng HOMER

Hệ thống kết hợp các công nghệ năng lượng tái tạo có rất nhiều thành phần phức tạp như các hệ thống pin năng lượng mặt trời, bộ điều khiển, chuyển đổi, tua bin gió, ngân hàng pin lưu trữ năng lượng và các thành phần quản lý hệ thống. Do đó, việc thiết kế hệ thống này là một nhiệm vụ rất phức tạp. Việc lựa chọn công suất, kích thước phù hợp

cho hệ thống lai ghép năng lượng tái tạo đóng vai trò rất quan trọng trong việc đáp ứng công suất tải theo yêu cầu, đồng thời giảm được tối đa chi phí đầu tư của các thiết bị năng lượng tích hợp vào hệ thống lai ghép. Việc mô phỏng và tối ưu hóa các hệ thống lai ghép năng lượng như pin năng lượng mặt trời với các hệ thống khác như pin lưu trữ, hệ thống pin năng lượng từ hydro đòi hỏi rất nhiều các phép toán học. Do đó, việc tính toán bằng tay là rất tốn thời gian và gần như không thể. Chính vì vậy, cần phải sử dụng các phần mềm mô phỏng để hỗ trợ trong việc tính toán thiết kế, chọn kích thước tối ưu của các thành phần thiết bị chính trong hệ thống lai ghép pin NLMT-Hydro để sản xuất điện độc lập, nhằm giảm tối đa chi phí đầu tư ban đầu, nâng cao tính thực tế đầu tư hệ thống. Hiện nay, nhiều trường đại học hàng đầu thế giới đã xây dựng được một số phần mềm mô phỏng thiết kế hệ thống lai ghép các dạng năng lượng tái tạo khác nhau để cấp điện. Hầu hết tất cả các hệ thống lai ghép các dạng năng lượng tái tạo với nhau đều phải sử dụng một trong các phần mềm mô phỏng đó để lựa chọn công suất phù hợp trước khi đề xuất và đầu tư dự án. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả sẽ sử dụng phần mềm HOMER để tính toán thiết kế hệ thống pin NLMT-Hydro cấp điện off-grid cho một xóm đảo ở Việt Nam.

HOMER là một mô hình máy tính được sử dụng để đơn giản hóa việc thiết kế hệ thống nối lưới lai ghép từ các nguồn năng lượng tái tạo. Công cụ này được xây dựng và phát triển bởi National Renewable Energy Laboratory - NREL (Hoa Kỳ) vào năm 1992. HOMER được tích hợp với nhiều mô hình thiết bị năng lượng sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo như pin mặt trời, tua bin gió, ắc quy, thiết bị điện phân, pin nhiên liệu và rất nhiều lựa chọn khác. HOMER được viết dựa trên thuật toán genetic, được sử dụng để đánh giá chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của các hệ thống kết hợp năng lượng tái tạo. Hình 2 thể hiện tiến trình hoạt động của HOMER từ dữ liệu đầu vào và các kết quả có thể trích xuất ở đầu ra. Dữ liệu đầu vào bao gồm các dữ liệu của biểu đồ tải điện tiêu thụ (power load), dữ liệu về thời tiết (weather data), đơn giá và thông số kỹ thuật của các thiết bị năng lượng. Sau khi nhập các thông số dữ liệu vào, HOMER sẽ tiến hành mô phỏng và đánh giá tự động tất cả các phương án có thể xảy ra, loại bỏ dần các phương án không phù hợp. Cuối cùng, nó sẽ đánh giá tất cả các phương án phù hợp và đưa ra phương án tối ưu nhất cho người dùng.



Hình 2. Sơ đồ tiến trình dữ liệu vào ra của HOMER (Erdinc & Uzunoglu, 2012)

Trên thế giới, HOMER đã được sử dụng để đánh giá các tiêu chí kinh tế và kỹ thuật cho nhiều dự án sử dụng

năng lượng tái tạo. Chun Che và cộng sự [6] đã tiến hành nghiên cứu 5 loại mô hình lai ghép dựa vào pin mặt trời và năng lượng gió để cấp điện off-grid cho một làng dân tộc ở Thái Lan. HOMER đã được sử dụng để đánh giá những mô hình đó. Tiếp theo, Shaahid và Elhadidy [7] đã sử dụng HOMER để đánh giá tiềm năng kinh tế và kỹ thuật của việc ứng dụng hệ thống lai ghép pin năng lượng mặt trời với pin ắc quy và máy phát điện diesel cho một tòa nhà ở Ả Rập.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Các thông số thiết kế

4.1.1. Vị trí lắp đặt

Hòn Chuối là đảo thuộc vùng biển Tây của Vịnh Thái Lan, Việt Nam. Đảo thuộc thị trấn Sông Đốc, huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau và cách cửa biển Sông Đốc khoảng 37 hải lý về phía Tây. Đảo có diện tích khoảng 7 km² với phần lớn là rừng nguyên sinh. Trên đảo hiện có khoảng 20 hộ ngư dân với khoảng 80 nhân khẩu đang sinh sống, cùng các đồn biên phòng, hải quân, hải đăng. Trong đó có một cụm dân cư gồm 12 hộ ngư dân sống ở cụm phía Nam của khu đảo. Trên đảo không có đường bộ. Hầu hết các hộ dân trên đảo hiện chưa có điện. Chỉ có vài ba hộ có máy phát điện nhưng chỉ dùng để chiếu sáng vào ban đêm. Chính vì vậy, trong bài báo này tác giả sẽ thiết kế một hệ thống lai ghép pin năng lượng mặt trời với hệ thống phát điện từ khí hydro để cấp điện cho 12 hộ ngư dân sống tập trung ở phía Nam vùng đảo.



Hình 3. Hình ảnh các hộ dân sinh sống trên Đảo Chuối

4.1.2. Bức xạ mặt trời



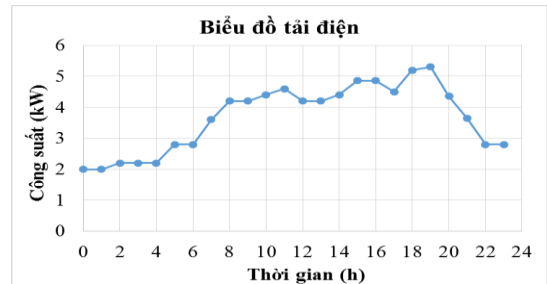
Hình 4. Bức xạ mặt trời trung bình tháng của Cà Mau

Có thể nói rằng, dữ liệu về bức xạ mặt trời hàng năm tại nơi lắp đặt pin NLMT đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc thiết kế, lắp đặt các tấm pin NLMT nhằm đáp ứng nhu cầu công suất tải thiết kế. Một trong những ưu điểm của phần mềm HOMER là nó cho phép truy cập dữ liệu về thời tiết và bức xạ mặt trời trung bình hàng ngày của Cơ quan Hàng không Vũ trụ NASA cho tất cả các thành phố trên thế giới. Điều này cho phép người thiết kế dễ dàng

hơn trong việc sưu tầm dữ liệu về thời tiết của nơi thiết kế. Hình 4 thể hiện biểu đồ bức xạ mặt trời của tỉnh Cà Mau được trích xuất từ phần mềm HOMER.

4.1.3. Tải điện tiêu thụ

Một trong những hạn chế của bài báo này là việc thu thập dữ liệu tải điện của các hộ dân sinh sống trên đảo. Hiện tại, chỉ có một số hộ gia đình sử dụng điện từ máy phát điện cá nhân để thắp sáng vào ban đêm. Do đó, giả thuyết rằng, công suất điện thiết kế cho từng hộ gia đình đủ để cấp cho một số thiết bị dùng điện cơ bản như: 2-3 bóng đèn huỳnh quang 36 W, 1-2 quạt điện công suất 30 – 50 W, 1 tivi khoảng 80 W, và 1 tủ lạnh công suất khoảng 120 – 150 W. Như vậy, tổng công suất điện của mỗi hộ gia đình vào giờ cao điểm khoảng 400 – 500 W. Từ đó, có tổng công suất điện tiêu thụ từng thời điểm cần đáp ứng. Từ biểu đồ tải điện tiêu thụ thu được, chúng tôi sẽ tiến hành nhập số liệu vào phần mềm.



Hình 5. Biểu đồ tải điện tại đảo Hòn Chuối

4.1.4. Đơn giá của các thiết bị

Như đã phân tích ở trên, HOMER sẽ lựa chọn giải pháp tối ưu nhất dựa trên việc phân tích, đánh giá và so sánh tính kinh tế của tất cả các phương án khả thi. Tất cả các chỉ tiêu về kinh tế liên quan sẽ được HOMER phân tích và đánh giá. Do đó, khi chạy mô phỏng cần nhập đơn giá các thiết bị được lựa chọn tích hợp. Giá thành các thiết bị tham khảo từ các bảng báo giá thiết bị vào tháng 10/2015.

Bảng 1. Bảng đơn giá của các thành phần chính của hệ thống pin NLMT-Hydro

	Đơn giá		Chi phí thay thế	Tuổi thọ
	USD/kW	1.000 VND/kW	USD/kW	năm
Ti giá	1	22,7	-	-
Pin NLMT	1000	5675	-	25
Pin ắc quy	250	11.350	200	6-8
Bộ chuyển đổi	500	45.400	450	15
Fuel cell	2.000	68.100	1.800	10
Electrolyser	3.000	5.675	2.500	15
Máy phát điện	250	5.675	200	6
Lãi suất	7%			
Thời gian	25 năm			

Pin NLMT thường có tuổi thọ tới 25 năm, nên đối với các hệ thống ứng dụng công nghệ này sẽ có thời gian đánh giá là 25 năm. Các thiết bị có tuổi thọ thấp hơn sẽ được thay thế trong thời gian đánh giá. HOMER cũng sẽ cân nhắc giá trị của các thiết bị ở cuối thời gian đánh giá. Nếu thiết bị đó còn chưa hết tuổi thọ thì sẽ được khấu hao và định giá theo tỉ lệ khấu hao hàng năm.

4.2. Kết quả

4.2.1. Kết quả về công suất của các thiết bị của hệ thống

Sau khi nhập các dữ liệu đầu vào ở Mục 4.1 thì cần phải nhập các dải công suất có thể có của từng thiết bị. Nếu dải công suất dự đoán không đáp ứng được các yêu cầu cấp điện cho tải điện của hệ tiêu thụ, thì kết quả mô phỏng sẽ không đưa ra được bất cứ phương án nào. Có thể nói rằng, việc dự đoán và nhập dải công suất cho các thiết bị là bước tốn nhiều thời gian nhất của quá trình mô phỏng. Bởi vì tổng số phương án cần phân tích, đánh giá chính là tổ hợp các dải công suất của các thiết bị. Chính vì vậy, nếu nhập dải công suất quá lớn với bước nhảy quá lớn thì thời gian chạy mô phỏng có thể kéo dài nhiều giờ đồng hồ.

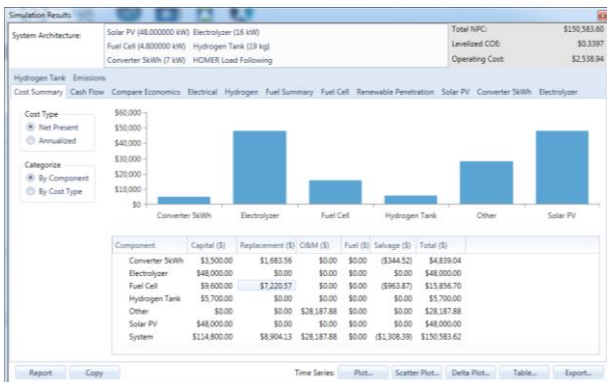
Kết quả mô phỏng về công suất của các thiết bị chính được thể hiện ở các ô màu vàng trong Hình 6. Công suất tối ưu của hệ thống như sau: pin NLMT có công suất là 48 kWp, thiết bị điện phân có công suất là 16 kW, pin nhiên liệu là 4,8 kW, công suất bình chứa khí hydro là 19 kg.

Winning Sizes	Overall Winner	Category Winner	Calculate	OK	Cancel
BOD 1P Capacity (kW)	HTank Capacity (kg)	Electrolyzer Capacity (kW)	FC Capacity (kW)	PV Capacity (kW)	
6.5	15	14.5	4.6	45	
6.8	16	15	4.7	46	
7	17	15.5	4.8	47	
7.2	18	16	4.9	48	
7.5	19	16.5	5	49	
	20			50	

Hình 6. Kết quả công suất của từng thiết bị trong hệ thống

4.2.2. Chi phí đầu tư và vận hành của hệ thống

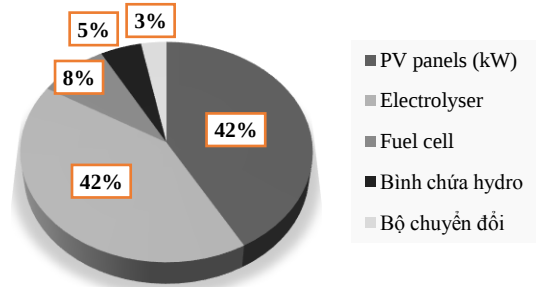
Kết quả công suất các thiết bị được lựa chọn ở Mục 4.2.1 là dựa vào phân tích đánh giá các chỉ tiêu kinh tế của các thiết bị trong toàn bộ thời gian đánh giá. Phương án nào có giá trị hiện tại ròng (NPV – net present value) càng lớn và chi phí năng lượng càng thấp thì phương án đó càng tối ưu.



Hình 7. Chi phí đầu tư ban đầu của các thiết bị

Chi phí đầu tư của từng thiết bị cụ thể được thể hiện như Hình 7 và Hình 8. Chi phí đầu tư ban đầu cho toàn hệ thống vào khoảng 114.800 USD. Có thể thấy rằng, chi phí đầu tư cho các tấm pin NLMT và thiết bị điện phân là rất lớn, chiếm tới gần 85% tổng giá trị đầu tư ban đầu của toàn hệ thống. Trong khi đó, chi phí đầu tư cho pin nhiên liệu, bình chứa hydro và bộ chuyển đổi là rất bé, chỉ chiếm khoảng 15% tổng chi phí. Một ưu điểm vượt trội của hệ thống pin NLMT-Hydro là không tốn chi phí nhiên liệu trong quá trình hoạt động, do đó cắt giảm được một lượng

lớn khí phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch khi so sánh với cấp điện từ các máy phát điện diesel hoặc xăng. Thêm vào đó, cũng cần chú ý rằng, chi phí vận hành, bảo trì, bảo dưỡng cho hệ thống này là khá thấp (khoảng 28.000 USD). Tổng chi phí hiện tại ròng của hệ thống trong khoảng thời gian đánh giá là khoảng 150.000 USD, bao gồm chi phí thay thế bộ chuyển đổi và fuel cell, chi phí vận hành và bảo trì, bảo dưỡng.



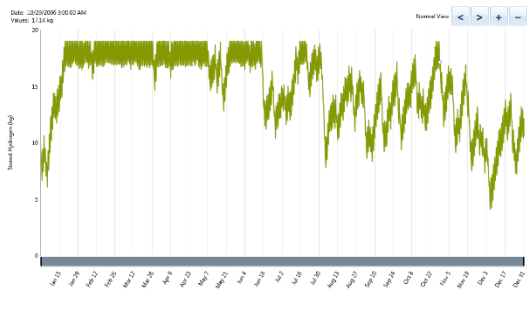
Hình 8. Chi phí đầu tư ban đầu theo tỉ lệ

Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, giá thành bán điện từ hệ thống này rất cao, khoảng 0,34 USD/kWh điện (tương đương khoảng 7.700 VNĐ/kWh). Giá điện của hệ thống công nghệ này cao là do chi phí đầu tư ban đầu quá lớn, đặc biệt là chi phí đầu tư cho pin NLMT (1.000 USD/kWp) và thiết bị điện phân (3.000 USD/kW). Tuy nhiên, cần chú ý rằng, giá thành của pin NLMT đang giảm rất nhanh, chỉ còn khoảng 600 USD/kWp. Và trong tương lai gần, giá pin NLMT có thể giảm xuống chỉ còn khoảng 350 – 450 USD/kWp. Thêm vào đó, khi các thiết bị điện phân được thương mại hóa thì giá cả của nó cũng sẽ được giảm đáng kể. Các nhà khoa học dự báo, trong vòng 5 – 10 năm tới, giá thiết bị điện phân trao đổi proton có màng ngăn có thể giảm khoảng 30 – 50% so với hiện tại. Như vậy, nếu giá thành của pin NLMT và thiết bị điện phân giảm xuống sẽ kéo theo chi phí đầu tư ban đầu của hệ thống giảm mạnh, do đó, giá điện sản xuất từ hệ thống này sẽ giảm xuống. Lúc đó, công nghệ hệ thống NLMT – hydro có thể cạnh tranh được với các hệ thống truyền thống.

Tóm lại, việc nghiên cứu đánh giá hệ thống pin NLMT – hydro để cấp điện độc lập cho vùng sâu, vùng xa, biên giới và hải đảo từ bây giờ chính là những bước đệm giúp các nhà khoa học Việt Nam chuẩn bị và đón đầu cho công nghệ mới này.

4.2.3. Kết quả mô phỏng lượng hydro trong bình chứa

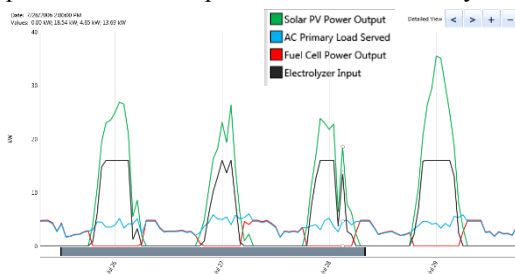
Một trong những đánh giá quan trọng khác là lượng khí hydro tạo ra trong bình chứa. Lượng khí hydro tạo ra cần đáp ứng đủ để phát điện trong trường hợp nhiều ngày liên tục không có nắng. Và lượng khí hydro tích trữ cũng phải đủ để đáp ứng nhu cầu sử dụng điện trong mùa đông, khi bức xạ từ mặt trời không đủ để sản xuất và tích lũy khí hydro. Hình 9 trình bày lượng khí hydro trung bình tích lũy qua từng tháng. Có thể thấy rằng, vào mùa hè, do cường độ bức xạ từ mặt trời lớn nên mức khí hydro chứa trong bình luôn đạt gần mức tối đa. Nhưng về mùa đông thì mức khí hydro chứa trong bình sẽ giảm dần xuống. Lượng khí hydro trong bình luôn đảm bảo cung cấp cho phụ tải điện.



Hình 9. Kết quả đánh giá lượng khí hydro tích lũy trong bình chứa

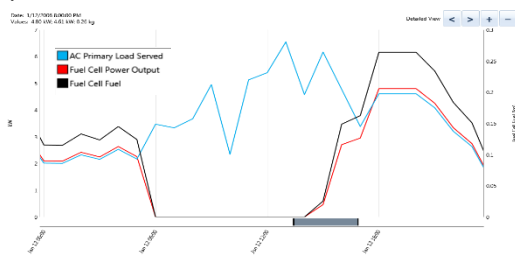
4.2.4. Đánh giá khả năng đáp ứng tải của hệ thống

HOMER cũng được xây dựng để so sánh và đánh giá các yếu tố có ảnh hưởng đến khả năng đáp ứng tải của từng thiết bị tích hợp vào hệ thống. Hình 10 thể hiện khả năng đáp ứng tải của từng thiết bị tại từng thời điểm. Vào ban ngày, lượng năng lượng sinh ra từ pin NLMT (đường màu xanh) là lớn nhất. Một phần năng lượng từ pin NLMT được cấp cho các hộ tiêu thụ điện, phần lớn còn lại được sử dụng để cấp cho thiết bị điện phân nước để sản xuất hydro.



Hình 10. Đồ thị biểu thị năng lượng sinh ra của từng thiết bị chính trong việc đáp ứng tải tiêu thụ

Vào ban đêm, khi không có bức xạ mặt trời thì năng lượng từ các tấm pin NLMT là bằng 0. Lúc này pin nhiên liệu sẽ khởi động để bù vào lượng điện thiếu hụt nhằm đáp ứng nhu cầu phụ tải. Hình 11 thể hiện đồ thị biểu thị khả năng đáp ứng tải của pin nhiên liệu vào ban đêm. Như vậy, pin nhiên liệu đáp ứng đủ nhu cầu tải điện vào ban đêm của các hộ dân trên đảo.



Hình 11. Đồ thị biểu thị khả năng đáp ứng tải của fuel cell vào ban đêm

4.2.5. So sánh và đánh giá chỉ tiêu kinh tế

Bảng 2 thể hiện sự so sánh và đánh giá các chi phí đầu tư, chi phí hiện tại ròng và giá điện của các công nghệ lai ghép với năng lượng mặt trời hiện nay. Chi phí đầu tư và giá điện của phương án NLMT-Hydro là cao nhất, với giá điện bán ra là 0,34 USD/kWh (~7.700 VNĐ/kWh). Giá điện này là còn quá cao so với phương án truyền thống như

NLMT-Diesel và NLMT-pin ắc quy. Như vậy, hiện tại, hệ thống công nghệ NLMT-Hydro rất khó để áp dụng trong điều kiện Việt Nam hiện nay.

Bảng 2. Bảng so sánh và đánh giá chỉ tiêu kinh tế của các phương án lai ghép

Phương án	Chi phí đầu tư (USD)	Chi phí nhiên liệu (USD)	Chi phí hiện tại ròng (USD)	Giá điện (USD/kWh)	Phát thải CO ₂ (t/năm)
NLMT-Hydro	114.800	0	150.000	0,34	0
NLMT-Hydro-ắc quy	106.000	0	147.000	0,33	0
NLMT-ắc quy	65.750	0	110.700	0,25	0
NLMT - Diesel	14.000	30.800	80.400	0,17	7,8

5. Kết luận

Kết quả cho thấy rằng, chi phí đầu tư ban đầu cho toàn hệ thống vào khoảng 114.800 USD, do chi phí đầu tư ban đầu cho các tấm pin NLMT và thiết bị điện phân electrolyser chiếm tới gần 85% tổng giá trị đầu tư ban đầu của toàn hệ thống. Một ưu điểm vượt trội của hệ thống pin NLMT kết hợp hydro là không tốn chi phí đầu tư cho nhiên liệu trong quá trình hoạt động, do đó cắt giảm được một lượng lớn khí phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch khi so sánh với việc cấp điện từ các máy phát điện diesel hoặc xăng.

Một trong những nhược điểm lớn nhất ngăn cản việc ứng dụng hệ thống này vào thực tế đó là chi phí đầu tư ban đầu lớn và giá thành bán điện từ hệ thống này rất cao, khoảng 0,33 USD/kWh điện (tương đương khoảng 7.700 VNĐ/kWh điện). Do đó, hệ thống này chỉ có thể đầu tư cho các vùng sâu, vùng xa, nơi mà điện lưới không thể kéo tới và việc vận chuyển nhiên liệu tới đó cũng rất khó khăn. Những nơi này thường có sự hỗ trợ từ Chính phủ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IRENA, *Renewable power generation cost in 2014* [Online].
- [2] Phuangpornpitak N. and Kumar S, "PV hybrid systems for rural electrification in Thailand", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 2007, pp. 1530-1543.
- [3] Nguyen N. T. and Ha-Duong M, "Economic potential of renewable energy in Vietnam's power sector", *Energy Policy*, 37, 2009, pp. 1601-1613.
- [4] Urmee T., Harries D., and Schlapfer A, "Issues related to rural electrification using renewable energy in developing countries of Asia and Pacific", *Renewable Energy*, 34, 2009, pp. 354-357.
- [5] Tyagi V. V., Rahim N. A. and Selvaraj A. L., "Progress in solar PV technology: Research and achievement", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 2013, pp. 443-461.
- [6] Chun Che, F, Rattanongphisat, W & Nayar, C, 'A simulation study on the economic aspects of hybrid energy systems for remote islands in Thailand', *2002 IEEE Region 10 Conference on Computers, Communications, Control and Power Engineering*, 28-31 Oct. 2002.
- [7] Shaahid, SM & Elhadidy, MA 2007, 'Technical and economic assessment of grid-independent hybrid photovoltaic-diesel-battery power systems for commercial loads in desert environments', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 11, no. 8, pp. 1794-810