

XÁC LẬP MÔ HÌNH VÀ CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN ĐỜI SỐNG Ở NÔNG THÔN VIỆT NAM

ESTABLISHING A SOLAR ENERGY SYSTEM MODEL WITH BASIC PARAMETERS FOR HOUSEHOLDS IN RURAL VIETNAM

Bùi Thị Minh Tú

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; btmdu@dut.udn.vn

Tóm tắt - Thế giới đang tiến rất xa về sử dụng năng lượng tái tạo, bao gồm các công nghệ để chuyển đổi dạng năng lượng và các chính sách của nhà nước khuyến khích sử dụng các nguồn năng lượng này để đảm bảo sự phát triển bền vững.

Bên cạnh việc xây dựng những nhà máy năng lượng tái tạo lớn, tùy thuộc vào tiềm lực kinh tế và điều kiện thực tế của mình, mỗi quốc gia có một chính sách riêng về phát triển và sử dụng năng lượng tái tạo ở qui mô nhỏ như các cụm dân cư, các cơ sở sản xuất nhỏ lẻ, các hộ dân...

Bài báo nghiên cứu thực tế tiêu thụ điện phục vụ cho mục đích sinh hoạt ở một số khu vực nông thôn Việt Nam. Từ đó, đề xuất mô hình hệ thống năng lượng mặt trời với quy mô phù hợp với nhu cầu sử dụng, nhằm giảm chi phí đầu tư ban đầu nhưng vẫn đáp ứng được phần lớn nhu cầu sử dụng của người dân.

Từ khóa - Năng lượng mặt trời; năng lượng tái tạo; hệ thống năng lượng thông minh; lưới điện; phối hợp điện năng

Abstract - The world has advanced quickly in using renewable energy, including developing technologies to convert different types of energy and state policies to encourage the use of these energy sources to ensure sustainable development.

In addition to building large renewable energy plants, depending on their economic potentials and practical conditions, each country has its own policy of developing and using renewable energy on small scale, such as at residential clusters, small production facilities as well as in households...

This paper studies the actual electricity consumption for daily domestic use in some rural areas of Vietnam. A solar energy system model with suitable scale is then proposed. This is for the aim of reducing initial investment cost while satisfying most of people's needs.

Key words - Solar energy; renewable energy; smart energy system; electricity grid; power joint

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là một trong 5 quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu. Hạn hán bất thường, thiếu nước ngọt cho sản xuất và đời sống, xâm nhập mặn, nước biển dâng lấn chiếm một số vùng đất vùng Tây Nam Bộ... Trong những năm gần đây đã cho thấy, những tác động của biến đổi khí hậu đến nước ta sớm hơn dự kiến. Hơn ai hết, chúng ta cần có những chủ trương, quyết sách về chiến lược an ninh năng lượng để đảm bảo sự phát triển bền vững của đất nước.

Nước ta đã khai thác gần như hết tiềm năng thủy điện. Chính phủ đã quyết định dừng dự án xây dựng nhà máy điện hạt nhân ở Ninh Thuận. Tương lai năng lượng nước ta phụ thuộc nhiều vào các nguồn năng lượng tái tạo. Sự tồn tại bền vững của loài người trên hành tinh phụ thuộc vào sự bền vững của nguồn năng lượng. Các quốc gia phát triển đang đẩy mạnh việc tìm kiếm và ứng dụng các nguồn năng lượng tái tạo để giảm dần sự lệ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, cấu trúc lại cơ cấu năng lượng trong đó nhiên liệu tái tạo thay thế dần nhiên liệu hóa thạch sẽ kéo dài thời gian ổn định của nhiệt độ bầu khí quyển tránh hiểm họa bùng nổ khí hậu, ảnh hưởng đến sự tồn vong của loài người văn minh trên quả đất. Đó là những cam kết của COP21 mà Việt Nam là một trong những quốc gia tham gia.

Ngày 11/4/2017 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành quyết định số 11/2017/QĐ-TTg về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại Việt Nam. Điều này cho thấy, quyết tâm của Chính phủ trong tìm kiếm các nguồn năng lượng tái tạo thay thế dần các nguồn năng lượng truyền thống để đảm bảo an ninh năng lượng. Bên cạnh các dự án điện mặt trời lớn, việc nghiên cứu sử dụng

hiệu quả điện mặt trời ở qui mô nhỏ, phân tán cũng là giải pháp thiết thực, phù hợp với lợi thế nước ta.

Nước ta có gần 75% dân số sống ở nông thôn. Nhu cầu năng lượng cho sản xuất và đời sống ở khu vực này rất lớn nhưng phân tán. Nếu áp dụng giải pháp năng lượng tái tạo giúp cho mỗi hộ dân vùng nông thôn có thể tự túc được năng lượng cho sản xuất và sinh hoạt thì nước ta tiết kiệm được một lượng lớn điện năng sản xuất từ các nguồn năng lượng khác.

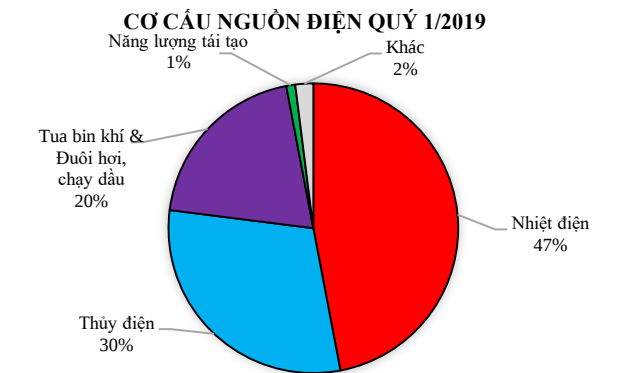
Việc kết hợp các nguồn năng lượng tái tạo điện mặt trời, điện gió, biogas, thủy điện nhỏ cũng đã được áp dụng ở nước ta. Tuy nhiên việc kết hợp này mới được thực hiện bằng phương thức độc lập [1, 2], nghĩa là các nguồn điện này được sử dụng riêng rẽ, việc tích lũy năng lượng (nếu có) thông qua hệ thống pin lưu trữ vốn đắt đỏ và tuổi thọ sử dụng không cao. Đây là một trong những lý do kỹ thuật làm hạn chế tính thực tiễn của giải pháp ứng dụng năng lượng tái tạo.

2. Cơ cấu nguồn điện ở Việt Nam

Việt Nam là một trong những nước đang phát triển ở Đông Nam Á có mức độ gia tăng nhu cầu sử dụng điện khá cao (khoảng 10%), đồng thời tỷ trọng năng lượng hóa thạch sử dụng trong phát điện vẫn còn khá lớn (Hình 1).

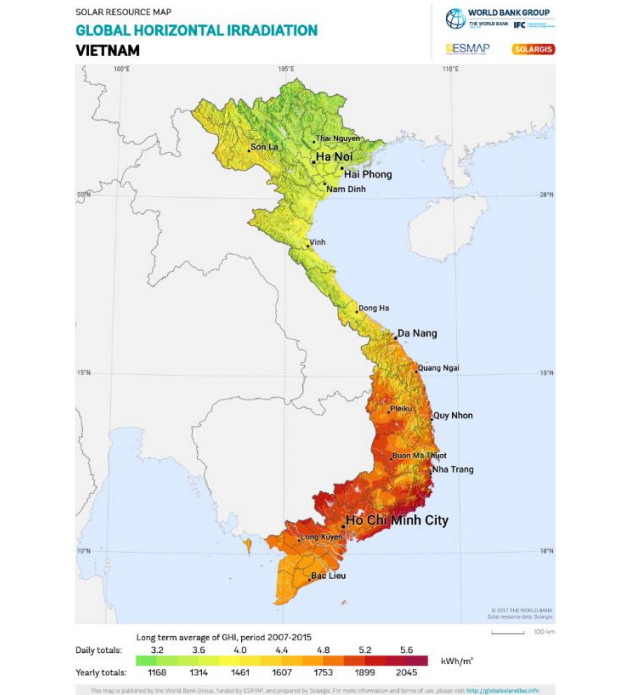
Trong khi đó, Việt Nam là một nước nông nghiệp, có nguyên liệu để sản xuất năng lượng sinh học khá dồi dào. Những sản phẩm từ chăn nuôi, trồng trọt sẽ cung cấp nguyên liệu khổng lồ cho sản xuất khí sinh học. Trong cả nước, sản phẩm phụ của nông nghiệp có khả năng cung cấp nhiên liệu cho điện sinh khối từ 8-11 triệu tấn. Riêng sản lượng trâu có thể thu gom ở Đồng bằng sông Cửu Long lên tới 1,4 đến 1,6 triệu tấn. Bên cạnh đó, rác thải sinh hoạt nếu được xử lý tốt cũng là nguồn nhiên liệu đầu vào để sản xuất

khí biogas. Tổng sản lượng biogas có thể sản xuất mỗi năm ở nước ta có thể lên đến 4 tỷ m³.



Hình 1. Cơ cấu nguồn điện Việt Nam quý 1/2019 (theo EVN)

Ngoài ra, nước ta nằm trong vùng nhiệt đới có bức xạ mặt trời lớn với sự chênh lệch đáng kể giữa các địa phương: cường độ bức xạ ở phía Nam thường cao hơn phía Bắc. Cường độ bức xạ mặt trời trung bình ngày trong năm thay đổi từ 3,3 kWh/m² ở phía bắc đến 5,7 kWh/m² ở phía nam (Hình 2). Từ dưới vĩ tuyến 17, bức xạ mặt trời không chỉ nhiều mà còn rất ổn định trong suốt thời gian của năm, giảm khoảng 20% từ mùa khô sang mùa mưa. Số giờ nắng trong năm ở miền Bắc vào khoảng 1600-1800 giờ trong khi ở miền Trung và miền Nam Việt Nam, con số này vào khoảng 1700-2600 giờ mỗi năm (Bảng 1), tiềm năng chuyển đổi quang năng - điện năng ở nước ta có thể lên đến 4,6kWh/kWp (Hình 3).

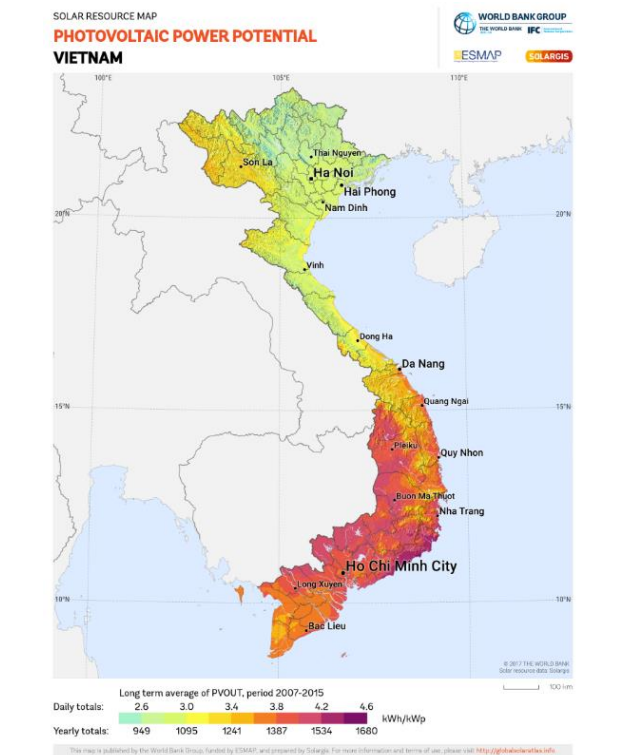


Hình 2. Bản đồ cường độ bức xạ mặt trời trung bình ở Việt Nam (theo globalsolaratlas.info)

Bảng 1. Bức xạ mặt trời ở các vùng miền nước ta

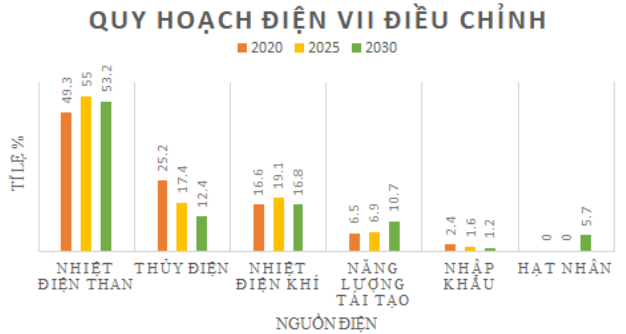
Vùng	Số giờ nắng trong năm	Cường độ bức xạ mặt trời (kWh/m²/ngày)
Đông Bắc	1600 – 1750	3,3 – 4,1
Tây Bắc	1750 – 1800	4,1 – 4,9
Bắc Trung Bộ	1700 – 2000	4,6 – 5,2

Tây Nguyên và Nam Trung Bộ	2000 – 2600	4,9 – 5,7
Nam Bộ	2200 – 2500	4,3 – 4,9
Trung bình cả nước	1700 – 2500	4,6



Hình 3. Bản đồ tiềm năng năng lượng mặt trời của Việt Nam (theo globalsolaratlas.info)

Mặc dù có tiềm năng lớn, nhiều ưu điểm, nhưng thời gian qua, các sản phẩm sử dụng năng lượng mặt trời vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi mà chỉ tập trung tại nông thôn, miền núi-nơi mức sống tương đối thấp. Hiện nước ta có hơn 3.000 hộ dân vùng sâu, vùng xa được điện khí hóa bằng hệ điện mặt trời gia đình, 8.500 hộ sử dụng điện mặt trời qua các trạm sạc ắc quy... Cho đến nay, số các dự án có tầm cỡ và quy mô rất ít, tỷ trọng công suất lắp đặt các nhà máy điện từ năng lượng tái tạo trong tổng công suất đặt của cả hệ thống còn rất khiêm tốn. Theo quy hoạch cơ cấu nguồn điện quốc gia giai đoạn 2015-2020, tầm nhìn 2030 (Quy hoạch VII điều chỉnh năm 2016) [3], mặc dù tỉ lệ năng lượng tái tạo có tăng nhưng vẫn chưa xứng tầm với tiềm năng (Hình 4).



Hình 4. Quy hoạch cơ cấu nguồn điện Việt Nam (Quy hoạch VII điều chỉnh năm 2016)

3. Thực tế tiêu thụ điện ở một số khu vực nông thôn Việt Nam

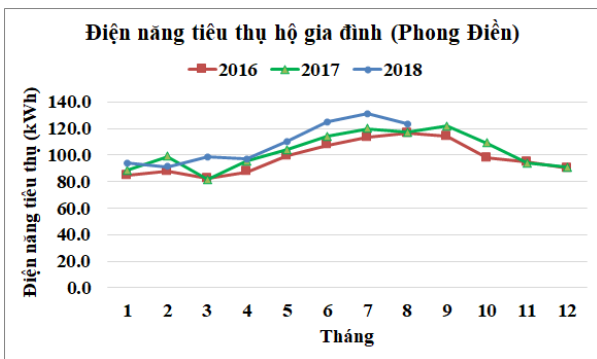
Số liệu tiêu thụ điện trong giai đoạn 2016-2018 tại một số khu vực nông thôn Việt Nam được thu thập. Bằng việc phân tích các số liệu này, có thể thấy được mức tăng trưởng của điện năng tiêu thụ cũng như công suất định của các hộ gia đình.

3.1. Tình hình tiêu thụ điện tại Phong Điền (Huế)

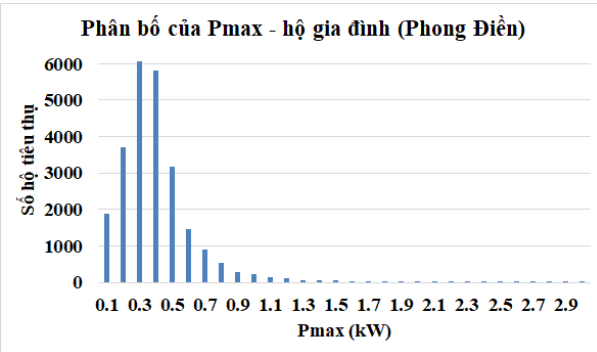
Phong Điền là một huyện nằm ở phía bắc tỉnh Thừa Thiên - Huế, có địa hình đa dạng, bao gồm núi đồi, đồng bằng, ven biển và đầm phá. Huyện có dự án Nhà máy điện Mặt trời Phong Điền – Huế, là dự án điện mặt trời quy mô lớn đầu tiên đi vào hoạt động tại Việt Nam. Dự án có công suất 35MW, sản lượng điện khoảng 61.570MWh/năm.

Thống kê điện năng tiêu thụ của hơn 24.000 hộ gia đình ở huyện Phong Điền (Hình 5, Hình 7) cho thấy, nhu cầu điện năng thay đổi giữa các tháng trong năm, cao nhất vào mùa hè (tháng 6-9) và thấp nhất vào mùa đông (tháng 1-4, 11-12). Điện năng tiêu thụ trung bình tăng từ 96 kWh năm 2016 lên 102 kWh năm 2017 và 108 kWh năm 2018, tương đương với mức tăng trung bình vào khoảng 6%.

Mức công suất cực đại của hộ gia đình tại huyện Phong Điền không cao, đa phần dưới 1,5kW (Hình 6).



Hình 5. Điện năng tiêu thụ trung bình của hộ gia đình tại Phong Điền



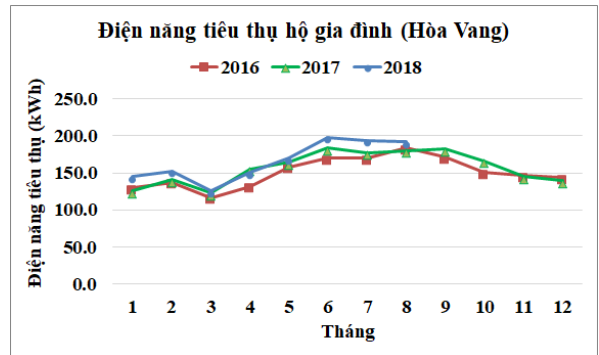
Hình 6. Phân bố Pmax của hộ gia đình ở Phong Điền

3.2. Tình hình tiêu thụ điện tại Hòa Vang (Đà Nẵng)

Hòa Vang là một huyện ngoại thành, chiếm phần lớn (72%) diện tích đất liền, của thành phố Đà Nẵng. Kinh tế huyện Hòa Vang phát triển đa dạng với đủ loại ngành nghề. Phần lớn người dân sinh sống bằng nghề nông, chăn nuôi gia súc, gia cầm, dệt lụa, nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản, một bộ phận nhỏ tham gia sản xuất tiểu thủ công nghiệp, kinh doanh dịch vụ phục vụ du lịch.

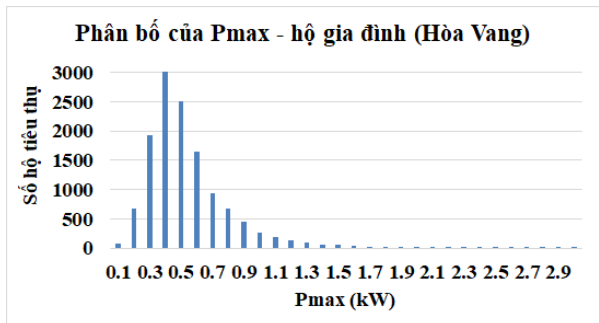
Thống kê điện năng tiêu thụ của hơn 12.000 hộ gia đình

ở huyện Hòa Vang (Hình 7) cho thấy, nhu cầu điện năng thay đổi giữa các tháng trong năm, với sự thay đổi cũng tương tự như của huyện Phong Điền, Điện năng tiêu thụ trung bình tăng từ 148 kWh năm 2016 lên 157 kWh năm 2017 và 165 kWh năm 2018, tương đương với mức tăng trung bình vào khoảng 5%.



Hình 7. Điện năng tiêu thụ trung bình của hộ gia đình tại Hòa Vang

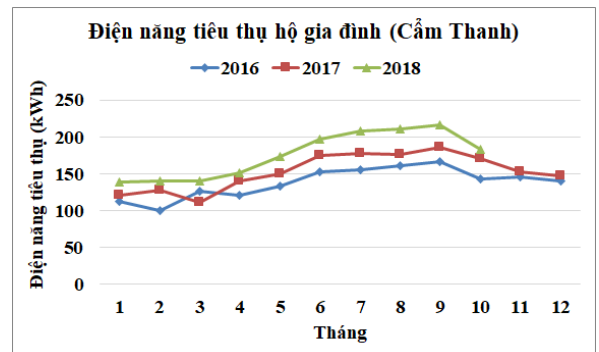
Khảo sát công suất cực đại của các hộ gia đình ở đây cho thấy, mức công suất cực đại không cao, hầu hết đều dưới mức 2kW (Hình 8).



Hình 8. Phân bố Pmax của hộ gia đình ở Hòa Vang.

3.3. Tình hình tiêu thụ điện tại Cẩm Thanh (Hội An)

Cẩm Thanh là một xã thuộc thành phố Hội An, tỉnh Quảng Nam, có diện tích gần 9km², trong đó gần một nửa diện tích là mặt nước. Từ xa xưa, dân cư dựa vào sự ưu đãi của thiên nhiên đã sớm biết khai thác đánh bắt thủy hải sản trên sông, biển lập làng chài kết hợp với làm ruộng nước, ruộng khô, chăn nuôi gia súc và trồng trọt. Ngày nay, Cẩm Thanh đang phát triển theo hướng bảo tồn sinh thái và nhân văn, phát triển các loại hình du lịch cộng đồng, nghỉ dưỡng, làng quê...

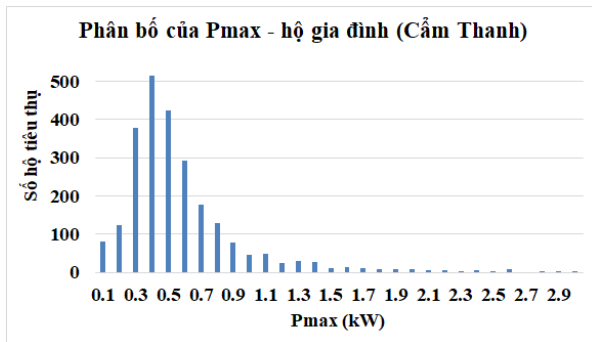


Hình 9. Điện năng tiêu thụ trung bình của hộ gia đình tại Cẩm Thanh

Khảo sát tình hình tiêu thụ điện của khoảng 2.500 hộ gia đình ở Cẩm Thanh cho thấy mức tăng trưởng rõ rệt về

chỉ số điện năng tiêu thụ, từ mức trung bình tháng 136 kWh năm 2016 đến 151 kWh trong năm 2017 và 174 kWh cho năm 2018, tương đương với mức tăng trưởng 10%-15%.

Công suất đỉnh ở khu vực Cẩm Thanh cũng cao hơn khu vực Phong Điền hay Hòa Vang, với đa phần đỉnh công suất dưới 2 kW, một số hộ gia đình có công suất đỉnh có thể lên đến 2,6 kW.



Hình 10. Phân bố Pmax của hộ gia đình ở Cẩm Thanh

4. Dự báo tăng trưởng nhu cầu tiêu thụ điện và mức công suất đỉnh

Việc thiết kế các hệ thống năng lượng mặt trời ngoài đảm bảo nhu cầu hiện tại cũng còn phải xét đến sự tăng trưởng của nhu cầu tiêu thụ điện trong tương lai.

Quy hoạch Điện VII điều chỉnh năm 2016 đã xác định tốc độ tăng trưởng của điện thương phẩm bình quân khoảng 10% trong giai đoạn 2016-2020 và có thể cao hơn. Theo báo cáo quy hoạch tổng thể phát triển ngành công nghiệp thành phố Đà Nẵng đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 [4], sản lượng điện thương phẩm đến năm 2020 ước đạt khoảng 4.524,3 triệu kWh, bình quân giai đoạn 2016-2020 ước tăng 11,1%/năm. Công suất cực đại (Pmax) tăng bình quân 10,5%/năm. Như vậy, khi thiết kế hệ thống năng lượng mặt trời phục vụ cho sinh hoạt, cần phải tính đến sự tăng trưởng khoảng 10% của nhu cầu tiêu thụ cũng như công suất cực đại của hệ thống.

Với đa số hộ dân ở khu vực nông thôn có mức công suất đỉnh dưới 2 kW, xét đến các dự báo về sự tăng trưởng nhu cầu điện năng cũng như công suất đỉnh, một hệ thống năng lượng mặt trời với quy mô 2,5 kWp có thể đáp ứng hầu hết nhu cầu.

5. Đề xuất mô hình hệ thống năng lượng mặt trời phục vụ mục đích sinh hoạt ở khu vực nông thôn Việt Nam

5.1. Hiệu suất chuyển đổi quang năng - điện năng của tấm pin mặt trời [5]

Hiệu suất pin mặt trời là tỉ số giữa năng lượng điện từ và năng lượng ánh sáng mặt trời. Có rất nhiều các yếu tố có thể ảnh hưởng đến hiệu suất pin mặt trời như: thành phần vật liệu cấu tạo (Polycrystalline – Poly, Monocrystalline – Mono, HIT – Hybrid, hay silic vô định hình), vĩ độ – vùng miền, vị trí – hướng lắp đặt, điều kiện khí hậu...

Pin Polycrystalline còn gọi tắt là poly hay pin đa tinh thể. Các tấm pin làm từ tế bào đa tinh thể thường có màu xanh đậm hoặc xanh đốm. Hiệu suất tấm pin năng lượng mặt trời đa tinh thể trung bình khoảng 15-22%.

Pin monocrystalline còn gọi tắt là mono hay pin đơn

tinh thể thường có màu đen đậm. Pin mono có giá thành đắt hơn pin poly, nhưng hiệu quả chúng mang lại cao hơn với cùng một điều kiện lượng nắng và diện tích bề mặt như nhau. Hiệu suất chuyển đổi năng lượng của pin mono khoảng 22-27%.

Pin HIT là sự kết hợp giữa các tấm monocrystalline với một lớp phim mỏng, giúp tăng hiệu quả chuyển đổi năng lượng lên đến 44%. Tuy nhiên, loại pin này cũng là loại đắt nhất trên thị trường.

Pin silic vô định hình là những tấm pin mặt trời mỏng được làm bằng cách phủ một lớp chất nền bằng thủy tinh, nhựa hoặc kim loại với một hoặc nhiều lớp vật liệu quang điện mỏng. Các tấm pin dạng này thường có trọng lượng thấp nhưng chiếm không gian lớn. Hiệu suất của pin silic vô định hình khoảng 15 – 22%.

Hai loại pin phổ biến nhất hiện nay là pin poly và mono. Pin mono thường có hiệu quả hơn pin poly trong điều kiện ánh sáng yếu. Còn trong điều kiện bức xạ mặt trời cao như ở miền Trung, miền Nam nước ta, cộng thêm sự suy giảm hiệu suất do nhiệt độ thì sự chênh lệch về hiệu quả của 2 loại pin này không còn rõ rệt nữa. Vì vậy, khi xét đến hiệu quả đầu tư, pin poly là một lựa chọn phù hợp cho các hệ thống năng lượng mặt trời ở khu vực nông thôn miền Trung Việt Nam.

5.2. Sự suy giảm hiệu suất của tấm pin mặt trời

5.2.1. Suy giảm hiệu suất theo thời gian sử dụng

Tất cả các hệ thống năng lượng mặt trời đều bị giảm hiệu suất theo thời gian sử dụng. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng sự suy giảm hiệu suất này vào khoảng 0,5-1%/năm.

5.2.2. Suy giảm hiệu suất do nhiệt độ môi trường

Các chỉ số công bố về hiệu suất của tấm pin mặt trời đều được thực hiện trong điều kiện thí nghiệm, với nhiệt độ của tấm pin khoảng 25°C, nhiệt độ môi trường khoảng 10°C, góc chiếu của mặt trời thẳng với tấm pin và không bị bóng râm. Khi nhiệt độ môi trường tăng lên, hiệu suất của tấm pin sẽ suy giảm. Pin màng mỏng có sự suy giảm hiệu suất theo nhiệt độ thấp nhất, vào khoảng 0,2-0,25%/°C. Pin poly và mono suy giảm hiệu suất vì nhiệt độ nhiều hơn so với pin màng mỏng. Sự suy giảm này có thể lên đến 0,35-0,5%/°C [6].

Như vậy, khi nhiệt độ môi trường là 30°C, hiệu suất của tấm pin poly và mono có thể suy giảm đến 10% hiệu suất công bố. Với điều kiện thời tiết của miền Trung nước ta, vào mùa hè, nhiệt độ môi trường thường cao hơn 30°C, vì vậy, các hệ thống năng lượng mặt trời khó có thể đạt được công suất đỉnh như thiết kế. Để nâng cao hiệu suất của hệ thống năng lượng mặt trời, các giải pháp làm mát tấm pin có thể được xem xét đến như làm mát bằng sự đối lưu không khí, làm mát bằng nước,...

5.2.3. Các nguyên nhân gây suy giảm hiệu suất khác

Ngoài hai nguyên nhân đã bàn ở trên, còn có nhiều yếu tố khác tác động đến hệ thống năng lượng mặt trời, làm giảm hiệu suất của hệ thống như sự hao do bộ inverter, do dây dẫn hay do bụi bẩn bám trên bề mặt tấm pin mặt trời... Để duy trì được hiệu suất hệ thống, cần có sự theo dõi, bảo trì định trị và thay thế các thiết bị không đảm bảo tiêu chuẩn.

Tổng hợp các nguyên nhân gây suy giảm hiệu suất, có thể thấy rằng các hệ thống năng lượng mặt trời lắp đặt trong

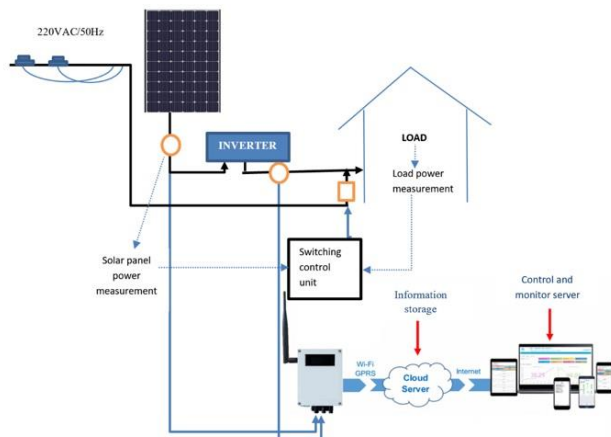
điều kiện nước ta chỉ có thể đạt hiệu quả tối đa 75-85% công suất định thiết kế.

5.3. Quy mô đề xuất của hệ thống năng lượng mặt trời phù hợp với nhu cầu hộ dân ở khu vực nông thôn

Để đáp ứng phần lớn nhu cầu của các hộ dân ở khu vực nông thôn, hệ thống năng lượng mặt trời với công suất 2,5 kW có thể phù hợp. Tuy nhiên, xét đến sự suy giảm hiệu suất do điều kiện môi trường nước ta, một hệ thống với công suất 3 kW được đề xuất.

Vào buổi trưa một ngày trời trong, ánh mặt trời tỏa nhiệt khoảng 1000W/m^2 [7]. Một hệ thống gồm 1m^2 pin mặt trời với hiệu suất công bố 15-17% có thể cung cấp năng lượng khoảng 150-170W. Như vậy, để có thể cung cấp được 3 kW, cần phải có dàn pin mặt trời với diện tích bề mặt khoảng 18-20 m^2 .

Hệ thống phối hợp điện mặt trời – điện lưới đơn giản (Hình 11) có thể được sử dụng. Ở đây, khi năng lượng từ mặt trời vượt quá nhu cầu sử dụng thì phần năng lượng dư ra có thể được lưu trữ để sử dụng khi không có ánh mặt trời hoặc bán lại cho lưới điện quốc gia theo chương trình mua bán điện mặt trời. Ngoài ra, hệ thống được nối với lưới điện quốc gia như một nguồn điện dự phòng để đảm bảo nguồn cung cấp điện cho người sử dụng khi điện mặt trời không đủ cung cấp cho nhu cầu hay bị suy giảm tức thời do mặt trời bị che khuất. Các thông tin về tình hình cung cấp và tiêu thụ điện năng được lưu trữ nhằm mục đích giám sát và điều chỉnh hệ thống trong trường hợp cần thiết.



Hình 11. Sơ đồ hệ thống phối hợp năng lượng mặt trời - điện lưới

Nhằm tiến đến việc loại bỏ hoàn toàn sự phụ thuộc vào lưới điện quốc gia, nhưng vẫn đảm bảo nguồn điện ổn định cho người dùng, các nguồn năng lượng tái tạo khác, phù hợp với điều kiện của khu vực nông thôn có thể được sử dụng kết hợp trong hệ thống này như năng lượng từ khí sinh học biogas.

6. Kết luận

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng nặng nề, các nguồn năng lượng có nguồn gốc từ hóa thạch ngày càng cạn kiệt, việc khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng sạch, năng lượng tái tạo đang ngày càng được quan tâm và trở thành một trong những vấn đề được ưu tiên của các quốc gia trên thế giới.

Bài báo đã nghiên cứu thực tế tiêu thụ điện và dự báo về tăng trưởng nhu cầu điện năng ở một số khu vực nông thôn miền Trung Việt Nam. Từ đó, đề xuất xây dựng hệ thống điện mặt trời với quy mô 3 kWp, với tấm pin mặt trời loại poly để vừa đảm bảo nhu cầu tiêu thụ điện, đồng thời hiệu quả về mặt kinh tế.

Ngoài ra, để giảm thiểu và tiến đến khả năng hoàn toàn không phụ thuộc vào lưới điện quốc gia, các nguồn năng lượng tái tạo khác như biogas cũng có thể được kết hợp trong hệ thống này.

Lời cảm ơn: Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo đã hỗ trợ công trình nghiên cứu này thông qua Đề tài Khoa học và công nghệ cấp Bộ mã số CTB2018_DNA.04 “Xác lập mô hình và các thông số cơ bản của hệ thống năng lượng liên thông Hybrid Biogas-năng lượng mặt trời phù hợp với điều kiện sản xuất và đời sống ở nông thôn Việt Nam”, thuộc Chương trình Khoa học - Công nghệ cấp Bộ “Nghiên cứu phát triển hệ thống năng lượng kết hợp (hybrid) biogas-năng lượng mặt trời phù hợp với khu vực nông thôn Việt Nam”.

Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn các công ty Điện lực Đà Nẵng, Điện lực Huế, Điện lực Hội An đã hỗ trợ, cung cấp số liệu cho việc nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Upadhyay, M.P. Sharma, A review on configurations, control and sizing methodologies of hybrid energy systems, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 38 (2014) 47-63.
- [2] M. Rahman, M. Mahmodul, J.V. Paatero, Hybrid application of biogas and solar resources to fulfil household energy needs: a potentially viable option in rural areas of developing countries, *Renew. Energy* 68 (2014) 35-45.
- [3] Quy hoạch điện VII, điều chỉnh năm 2016.
- [4] Sở công thương Đà Nẵng, Báo cáo quy hoạch tổng thể phát triển ngành công nghiệp thành phố Đà Nẵng đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030, 10/2016.
- [5] Green, M. A.; Emery, K.; Hishikawa, Y.; Warta, W. (2010). "Solar cell efficiency tables (version 36)". *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. 18 (5): 346. doi:10.1002/pip.1021.
- [6] Indra Bahadur Karki, Effect of Temperature on the I-V Characteristics of a Polycrystalline Solar Cell, *Journal of Nepal Physical Society*, August-2015, Vol. 3, No. 1, pp 35-40.
- [7] Solar Cell Efficiency, PVEducation, pveducation.org.