

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI Ở THÀNH PHỐ HUẾ

Nguyễn Bắc Giang*, Trần Anh Tuấn

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: ngbgiang@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 17/6/2022; ngày hoàn thành phản biện: 27/6/2022; ngày duyệt đăng: 4/4/2023

TÓM TẮT

Với nguồn bức xạ mặt trời dồi dào, miền Trung Việt Nam nói chung và thành phố Huế nói riêng được đánh giá là khu vực có tiềm năng phát triển điện mặt trời. Bài báo này tập trung xác định tiềm năng lý thuyết điện mặt trời áp mái ở thành phố Huế cho 04 khối nhà ở, thương mại - dịch vụ - sản xuất, hành chính - sự nghiệp và di tích - tín ngưỡng. Dữ liệu ảnh viễn thám kết hợp với Hệ thống thông tin địa lý (GIS) và phương pháp ước tính tiềm năng điện mặt trời đã được sử dụng để xác định diện tích các mái nhà và tính toán tiềm năng điện mặt trời. Tổng diện tích mái khả dụng của tất cả các nhóm đối tượng nghiên cứu trên toàn thành phố Huế được xác định vào khoảng 2.262.167m², chiếm tỷ lệ 36% so với tổng diện tích mái trên thực tế. Diện tích mái hữu dụng của nhóm nhà ở chiếm tỷ lệ 54,7% và các nhóm nhà khác chiếm tỷ lệ 45,3%. Tiềm năng lý thuyết điện mặt trời áp mái ở khối nhà ở chiếm tỷ lệ cao nhất 74,73% và thấp nhất ở khu vực di tích - tín ngưỡng (4,46%).

Từ khóa: tiềm năng lý thuyết, điện mặt trời áp mái, thành phố Huế.

1. MỞ ĐẦU

Xu thế sử dụng năng lượng mặt trời nhằm giảm áp lực đối với nguồn năng lượng hóa thạch đang được áp dụng ở nhiều quốc gia phát triển trên thế giới [1]. Nguồn năng lượng mặt trời (NLMT) dồi dào và không cạn kiệt được xem là một trong những giải pháp khả thi cho vấn đề thiếu năng lượng cũng như giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đây cũng là một trong những nhu cầu cấp thiết để thực hiện việc chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch truyền thống sang nguồn năng lượng mặt trời với tiềm năng phong phú.

Tỉnh Thừa Thiên Huế nói chung và thành phố Huế nói riêng có số giờ nắng bình quân năm và cường độ bức xạ mặt trời khá cao, địa hình khu vực đô thị tương đối bằng phẳng và độ phân nhiệt cao nên về mặt kỹ thuật rất thích hợp để đầu tư phát triển điện mặt trời. Tổng bức xạ mặt trời của Việt Nam dao động từ 2,8 kWh/m²/ngày

đến 5,8 kWh/m²/ngày, trong khi đó ở khu vực Thừa Thiên Huế có giờ nắng bình quân năm và cường độ bức xạ mặt trời khá cao, cả năm có tới 1893,6 giờ nắng với bức xạ mặt trời tổng hợp hay bức xạ theo phương ngang vào khoảng 4,33 kWh/m²/ngày [2].

Hiện nay việc đầu tư phát điện mặt trời ở khu vực nghiên cứu vẫn chưa tương xứng với tiềm năng và thế mạnh sẵn có. Gần đây, khi các chính sách của Nhà nước được ban hành nhằm thúc đẩy việc phát triển năng lượng mặt trời được thể hiện ở Quyết định số 2068/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050; Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg về cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời tại Việt Nam và Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg ngày 11 tháng 4 năm 2017 về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại Việt Nam thì việc phát triển điện mặt trời trên địa bàn thành phố Huế là vô cùng thiết thực.

Trên thế giới các công trình nghiên cứu đánh giá về tiềm năng điện mặt trời áp mái được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau. Khan (2017) đã đánh giá tiềm năng điện mặt trời trên mái cho các tòa nhà ở khu vực dân cư trong thành phố ở vương quốc Ả Rập Xê Út dưới sự hỗ trợ của công cụ ArcGIS 10.2 [3]. Wiginton và cs (2010) đã tính toán tiềm năng của điện mặt trời áp nhà ở Đông Nam Ontario ở Canada bằng cách ước tính diện tích sân thượng kết hợp với hệ thống thông tin địa lý [4]. Yue và Huang (2011) đã ước tính tiềm năng điện mặt trời áp mái tổng thể ở Đài Loan kết hợp với quy hoạch sử dụng đất [5]. Ordoñez và cs (2010) đã sử dụng bản đồ đô thị từ Google Earth để phân tích tiềm năng điện mặt trời cho các tòa nhà dân cư ở Andalusia, Tây Ban Nha [6].

Ở Việt Nam các nghiên cứu về tiềm năng điện áp mái đã được thực hiện cho khu vực thành phố Đà Nẵng, thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội bằng cách sử dụng ảnh viễn thám với độ phân giải cao [7]. Tuy nhiên hiện nay vẫn chưa có nghiên cứu nào tiến hành khảo sát, đánh giá tiềm năng điện mặt trời áp mái cho nhóm các khối dân cư, đơn vị hành chính, thương mại, di tích bằng cách sử dụng ảnh vệ tinh cho khu vực thành phố Huế. Do đó, việc khảo sát, đánh giá tiềm năng điện mặt trời áp mái ở thành phố Huế được tiến hành nhằm mục đích tạo lập cơ sở cho việc ban hành chính sách, hoạch định đầu tư để thúc đẩy phát triển năng lượng mặt trời, giảm năng lượng truyền thống.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu thứ cấp

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ địa chính và quy hoạch sử dụng đất năm 2020 của thành phố Huế từ các đơn vị, phòng ban Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thừa Thiên Huế, Ủy ban Nhân dân thành phố Huế đã được thu thập.

Dữ liệu ảnh vệ tinh có độ phân giải cao được thu thập từ trang web (Google Earth Pro) thu nhận ở thời điểm năm 2020. Các ảnh vệ tinh được đưa về hệ tọa độ UTM WGS 84 và cắt theo ranh giới khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu về bức xạ mặt trời tổng hợp (Global Horizontal Irradiance - GHI) được tải từ website <https://globalsolaratlas.info> của World Bank Group.

2.2. Phương pháp thành lập bản đồ và hệ thống thông tin địa lý

Quy trình và kỹ thuật số hóa các đối tượng trên bản đồ được áp dụng theo hướng dẫn của Tổng cục Địa chính về Quy định kỹ thuật số hóa bản đồ địa hình và của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2005) về quy định kỹ thuật thành lập bản đồ bằng công nghệ ảnh số. Phần mềm Globle Mapper sử dụng để nắn chỉnh ảnh theo tọa độ VN_2000 và lưu file ảnh dưới dạng Geotif.

Kết quả từ việc giải đoán, số hóa được kết hợp với dữ liệu bản đồ sử dụng đất, bản đồ địa chính để thành lập bản đồ mái nhà cho các nhóm đối tượng ở khu vực nghiên cứu. Toàn bộ quá trình được thực hiện bằng phần mềm ArcGIS desktop phiên bản 10.2 để xử lý, phân tích và quản lý dữ liệu không gian theo vị trí.

2.3. Phương pháp tính toán tiềm năng năng lượng mặt trời

Phương pháp ước tính tiềm năng lý thuyết điện mặt trời được thực hiện cho tổng diện tích mái nhà của thành phố Huế. Trong phương pháp này, bức xạ mặt trời tổng hợp hay bức xạ theo phương ngang (GHI) và tổng diện tích mái nhà là 2 tiêu chí quan trọng nhất để đánh giá tiềm năng điện mặt trời.

$$GHI = DNI \times \cos(\theta) + DHI \quad (1)$$

Trong đó:

GHI: bức xạ mặt trời tổng hợp (kWh/m²/ngày), DNI: bức xạ mặt trời trực tiếp

DHI: bức xạ khuếch tán theo phương ngang, θ : Góc lệch giữa DNI và DHI

Tiềm năng lý thuyết điện mặt trời trong năm (MWh) được tính theo công thức (2) của Taehoon Hong et al. [8] như sau:

$$\text{Tiềm năng lý thuyết} = \frac{12}{i=1} \left(\sum_{j=6}^{18} \left(\sum_{k=1}^n SR_{ijk} \right) \right) \quad (2)$$

Trong đó:

TRA (Total Rooftop Area): tổng diện tích mái nhà ở khu vực nghiên cứu.

Srijik: bức xạ mặt trời (MW h/m²) vào ngày k của tháng i, vào thời gian j đến j+1

i: tháng trong năm (i = 1,2,3,..,12)

j: thời gian có bức xạ mặt trời trong 1 ngày 24 giờ ($j = 6,7,8, \dots, 18$)

k: ngày trong tháng ($k = 1,2,3, \dots, 31$),

n: tổng số ngày trong tháng i.

Trong trường hợp số liệu thống kê về bức xạ mặt trời tổng hợp (GHI) trung bình ($\text{kWh/m}^2/\text{ngày}$) có sẵn, công thức (2) trên đây trở nên đơn giản hơn khi tính tiềm năng lý thuyết của điện mặt trời trong ngày ($\text{kWh}/\text{ngày}$):

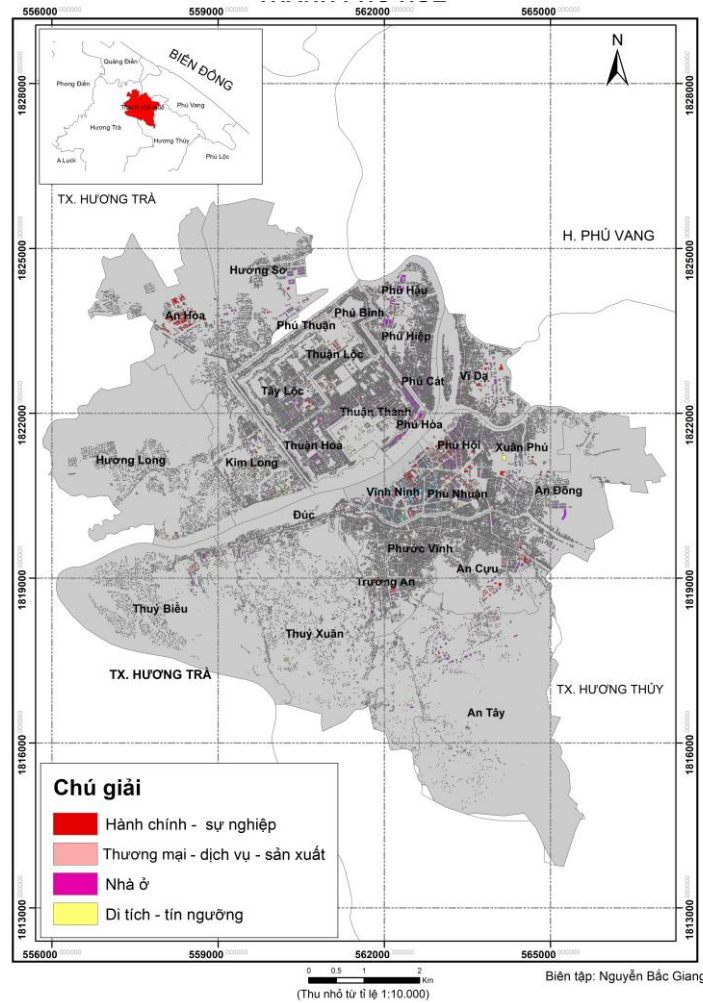
$$\text{Tiềm năng lý thuyết} = \text{TRA} \times \text{GHI} \quad (3)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 . Phân bố mái nhà của các nhóm đối tượng

3.1.1. Thành lập bản đồ mái nhà

Kết quả giải đoán xác định mái nhà từ nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh cho các nhóm đối tượng nhà ở, hành chính – sự nghiệp (HC-SN), thương mại - dịch vụ - sản xuất và di tích – tín ngưỡng được thể hiện ở hình 1.

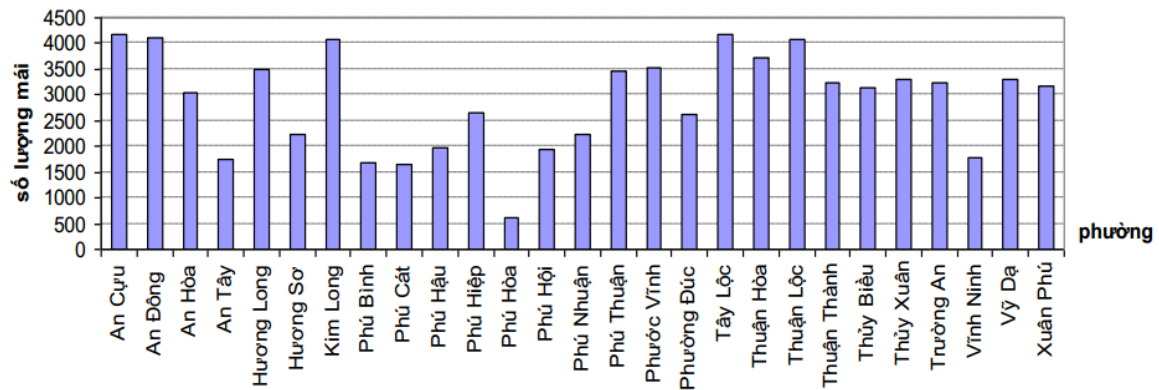


Hình 1. Bản đồ phân bố mái nhà theo các đối tượng khu vực thành phố Huế năm 2020

Kết quả ở hình 1 cho thấy, phần lớn các mái nhà tập trung với mật độ cao ở khu vực trung tâm của thành phố Huế. Các khu vực có mật độ mái nhà thấp là những khu vực rừng và khu vực đang triển khai hoạt động nông nghiệp chiếm 56,2% so với tổng diện tích tự nhiên của toàn thành phố Huế.

3.1.2. Số lượng và diện tích mái nhà theo phường của các nhóm đối tượng

Kết quả xác định số lượng mái nhà của các nhóm đối tượng theo phường được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Số lượng mái nhà.

Ở thời điểm khảo sát, tổng số lượng mái nhà ở thành phố Huế là 78.620 mái nhà. Số lượng mái nhà giữa các nhóm chênh lệch rất lớn, cụ thể: số lượng mái nhà ở khối nhà ở chiếm 91,08%, khối hành chính – sự nghiệp chiếm 4,20%, khối thương mại - dịch vụ - sản xuất chiếm 1,74% và khối di tích – tín ngưỡng chiếm 2,98%. Số lượng mái nhà nhiều nhất thuộc phường Tây Lộc (4.173 mái) và ít nhất thuộc phường Phú Hòa (607 mái).

Kết quả nghiên cứu đã xác định được tổng diện tích mái nhà ở thành phố Huế là 6.137.808,3 m², chiếm 8,68% so với tổng diện tích đất của thành phố (diện tích đất của thành phố Huế là 7.070,47ha) và chiếm 64,2% so với diện tích đất phi nông nghiệp (diện tích đất phi nông nghiệp là 4.539,62ha). Diện tích mái nhà của nhóm nhà ở chiếm tỷ lệ cao nhất (74,7%), nhóm hành chính – sự nghiệp chiếm tỷ lệ 15,8% và thấp nhất là khối di tích - tín ngưỡng chiếm 4,5%. Trên cơ sở xác định số lượng mái nhà và diện tích mái ở thành phố Huế có thể thấy rằng có mối liên hệ tỷ lệ thuận giữa số lượng mái nhà và diện tích mái theo các nhóm khối nhà được khảo sát.

Diện tích mái nhà theo nhóm đối tượng ở các phường có sự chênh lệch rất lớn. Trong số 27 phường của thành phố Huế, phường Phú Thuận có tổng diện tích mái nhà ở lớn nhất và thấp nhất là phường An Tây. Phường Vĩnh Ninh có tổng diện tích mái nhà khối hành chính – sự nghiệp, Thương mại - dịch vụ - sản xuất lớn nhất trong số 27 phường của thành phố Huế và thấp nhất là phường Phú Bình và phường Phú Hiệp. Tổng diện tích mái nhà của nhóm di tích - tín ngưỡng lớn nhất ở phường Thuận Thành và thấp nhất là phường Phú Hòa.

3.1.3. Số lượng mái nhà theo diện tích

Để triển khai phát triển điện mặt trời áp mái thì diện tích mái nhà có vai trò quyết định lượng bức xạ mặt trời mà mái nhà có thể thu nhận so với các yếu tố hình dáng, hướng đón nắng, chiều cao các khối nhà,... Dựa vào kết quả giải đoán ảnh, lọc diện tích mái nhà theo các nhóm đối tượng đã được mã hóa bằng phần mềm ArcGis, kết quả tổng hợp diện tích mái nhà theo các nhóm được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ phần trăm giữa các nhóm mái nhà theo diện tích thực tế.

STT	Nhóm	Diện tích				
		< 32m ²	33-50m ²	51-100 m ²	101- 150m ²	>150m ²
1	Nhà ở	19108	19157	22016	5240	3848
2	Hành chính – sự nghiệp	696	486	758	376	1.300
3	Di tích - tín ngưỡng	453	475	655	273	437
4	Thương mại - dịch vụ - sản xuất	238	176	309	132	485
Tổng số lượng mái		20.495	20.294	23.738	6.021	6.070
Tỷ lệ (%)		26,75	26,49	30,98	7,86	7,92

Kết quả ở bảng 1 cho thấy số lượng mái nhà có diện tích từ 32-100 m² chiếm tỷ lệ cao nhất 61,81%, thấp nhất là nhóm có diện tích trên 150m² chiếm 7,92%. Theo tính toán với quy mô các hộ gia đình thông thường hiện nay, với công suất lắp đặt từ 2-5kWp thì diện tích mái cần thiết vào khoảng 30-35m² (mỗi kWp cần một khoảng diện tích 6-7m²). Do đó, diện tích mái tiềm năng để lắp đặt điện mặt trời áp mái ở khu vực dân cư chiếm tỷ lệ khá cao.

3.1.4. Hình dạng các mái nhà

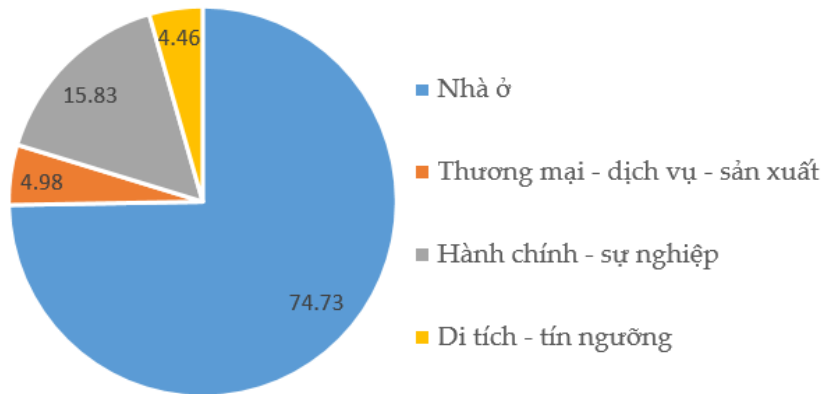
Hình dạng các mái nhà đóng vai trò quan trọng trong việc lắp đặt, thi công thiết bị năng lượng mặt trời áp mái, đón nhận năng lượng mặt trời và phân bố bức xạ mặt trời trên tổng diện tích bề mặt của mái nhà. Kết quả khảo sát cho thấy, ở thành phố Huế nhóm khối nhà cơ quan hành chính sự nghiệp có hình dạng mái nhà gồm hai mái và bốn mái, trong khi khối nhà ở chủ yếu hai mái và dạng hỗn hợp (mái bằng, hai mái, bốn mái, mái cong, mái tròn...) (hình 3).

			
Khối cơ quan	Khối thương mại	Khối nhà dân	Khối di tích
			
Mái bằng	Hai mái	Bốn mái	Hỗn hợp

Hình 3. Các dạng mái nhà đặc trưng của các nhóm khối nhà.

3.2. Tiềm năng điện mặt trời áp mái

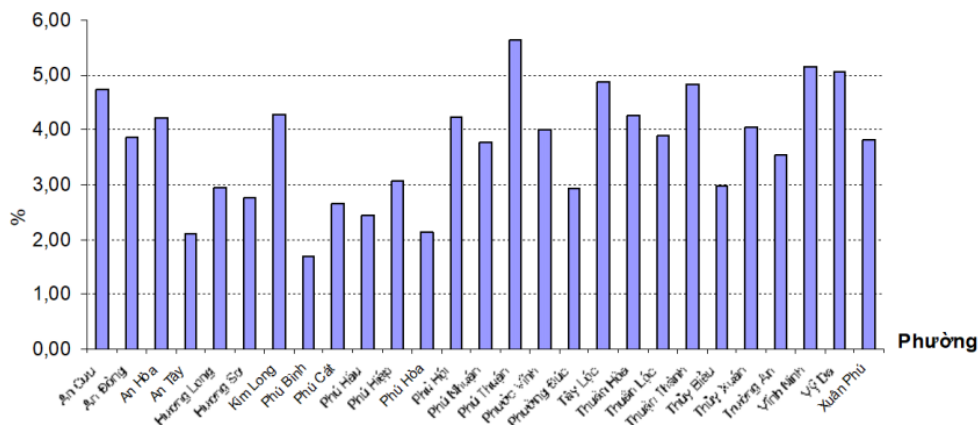
Trên cơ sở xác định diện tích mái nhà theo các nhóm đối tượng và dữ liệu quan trắc về bức xạ mặt trời tổng hợp (GHI) ở khu vực thành phố Huế của World Bank Group, tiềm năng lý thuyết điện mặt trời áp mái của các nhóm nhà ở các phường trong khu vực nghiên cứu được thể hiện ở các hình 4.



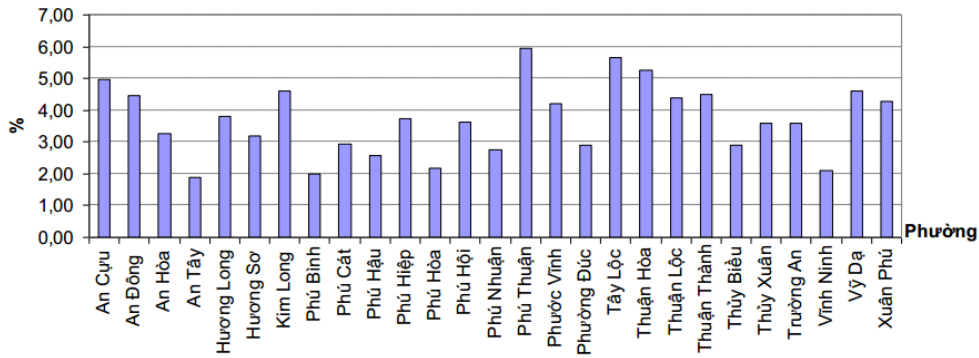
Hình 4. Tỷ lệ tiềm năng lý thuyết điện mặt trời áp mái các nhóm nhà ở thành phố Huế năm 2022

Kết quả trình bày ở hình 4 cho thấy, trong số 4 nhóm đối tượng khảo sát, tiềm năng lý thuyết điện mặt trời lắp mái ở nhóm nhà ở chiếm tỷ lệ cao nhất và thấp nhất là khối di tích - tín ngưỡng. Tổng tiềm năng lý thuyết về điện mặt trời áp mái của tất cả các nhóm đối tượng ở thành phố Huế là 26.576,7 MWh/ngày (tương đương với 9.700.495 MWh/năm); trong đó: khối nhà ở cung cấp 19.860,1 MWh/ngày chiếm 74,73%; khối hành chính - sự nghiệp (cơ quan, giáo dục, y tế...) cung cấp 4.207,9 MWh/ngày chiếm 15,83%; khối thương mại - dịch vụ - sản xuất cung cấp 1.323,8 MWh/ngày chiếm 4,98% và khối di tích - tín ngưỡng cung cấp 1.184,8 MWh/ngày chiếm 4,46%.

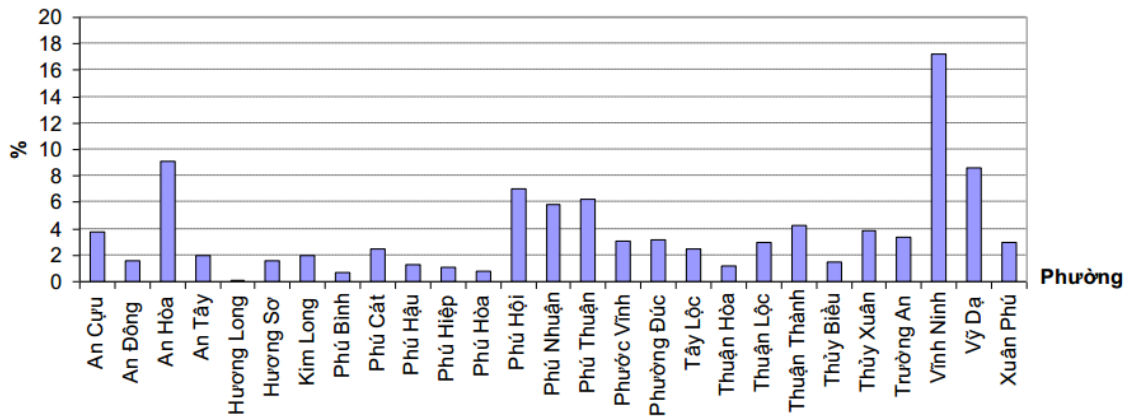
Kết quả tính toán tiềm năng lý thuyết điện mặt trời của các nhóm nhà theo phường được thể hiện lần lượt ở các hình 5 đến hình 8.



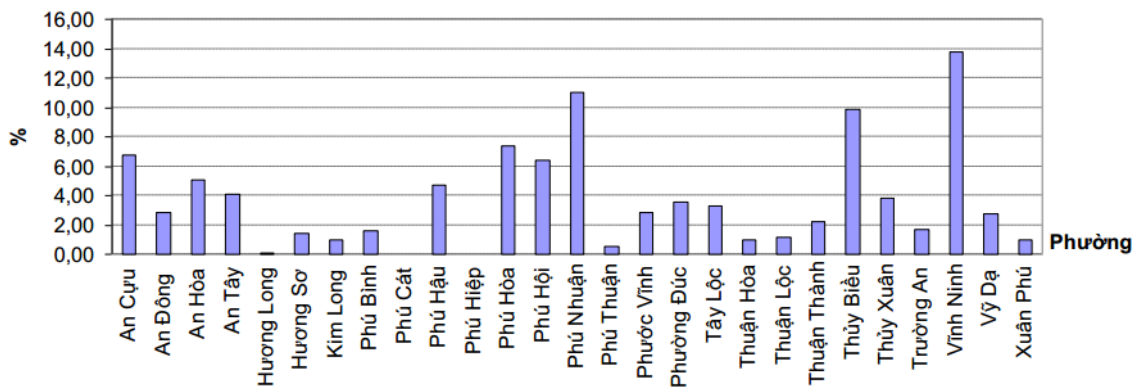
Hình 5. Tiềm năng lý thuyết điện mặt trời của các nhóm nhà theo phường



Hình 6. Tiềm năng lý thuyết điện mặt trời của nhóm nhà ở theo phường



Hình 7. Tiềm năng lý thuyết của điện mặt trời theo phường của nhóm HC - SN



Hình 8. Tiềm năng lý thuyết điện mặt trời theo phường của nhóm thương mại - dịch vụ - sản xuất

Kết quả ở các hình 5 đến 8 cho thấy, tiềm năng lý thuyết ở các phường có sự khác biệt rất lớn, những phường có tiềm năng lý thuyết cao nhất trong tất cả các nhóm là Phú Thuận (5,63%), Vĩnh Ninh (5,16%) và Vỹ Dạ (5,07%). Những phường có tiềm

năng lý thuyết thấp nhất trong tất cả các nhóm là Phú Bình (1,69%), An Tây (2,11%) và Phú Hòa (2,12%) .

Tuy nhiên, các kết quả tính toán tiềm năng lý thuyết trên đây mới chỉ xem xét diện tích của toàn bộ mái nhà hiện có để tính toán chứ chưa cân nhắc đến các yếu tố tác động như hiệu ứng bóng đổ (hillshade) do cây cối và các khối nhà cao tầng xung quanh, độ dốc và hướng mái, sự kiên cố của mái...

4. KẾT LUẬN

Tiềm năng năng lượng áp mái ở thành phố Huế là khá lớn, trong đó diện tích mái chiếm tỷ lệ cao thuộc các nhóm nhà ở và hành chính-sự nghiệp. Trong khu vực nghiên cứu số lượng mái nhà tỷ lệ thuận với diện tích mái nhà của các nhóm. Mật độ mái nhà phân bố tập trung ở khu vực trung tâm và giảm dần ra các phường ở khu vực xung quanh thành phố. Diện tích mái nhà có khả năng lắp đặt năng lượng áp mái (trên 30 m²) chiếm tỷ lệ 73,25%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Solar Power Europe (2019). *Global Market Outlook for Solar Power/2019 - 2023*.
- [2]. World Bank Group - Global Solar Atlas: <https://globalsolaratlas.info/?c=-1.065019,67.273151,2&s=16.46667,107.58333&e=1&h=1>.
- [3]. MMA Khan, M. Asif, E. Stach (2017). Rooftop PV potential in the residential sector of the kingdom of Saudi Arabia, *Buildings* 7, 46.
- [4]. L. Wiginton, H. Nguyen, J. Pearce (2010). Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy, *Comput. Environ, Urban Syst.* 34, 345-357.
- [5]. C. Yue, G. Huang (2011), An evaluation of domestic solar energy potential in Taiwan incorporating land use analysis, *Energy Pol.* 39, 7988–8002.
- [6]. J. Ordoñez, ~ E. Jadraque, J. Alegre, G. Martínez (2010). Analysis of the photovoltaic solar energy capacity of residential rooftops in Andalusia (Spain), *Renewable Sustainable Energy Rev.* 14, 2122–2130.
- [7]. Vu Minh Phap (2020). Assessment of rooftop solar power technical potential in Hanoi city, Vietnam, *Journal of Building Engineering* 32, 101528.
- [8]. Hong T., Lee M., Koo C., Jeong K., Kim J. (2016). Development of a method for estimating the rooftop solar photovoltaic (PV) potential by analyzing the available rooftop area using Hillshade analysis, *Applied Energy*, Elsevier Ltd.

ASSESSMENT OF ROOFTOP SOLAR POWER POTENTIAL IN HUE CITY

Nguyen Bac Giang*, Tran Anh Tuan

Faculty of Environmental Science, University of Sciences, Hue University

*Email: ngbgiang@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

Endowed with abundant solar radiation, Central Vietnam as a whole and Hue city in particular is assessed as the region holding a significant potential for developing solar power. This paper focuses on determining the rooftop solar energy potential of Hue city for four rooftop groups including residential housing, commerce - service - production, administration - non-business, and relics - beliefs. Remote sensing images coupled with Geographic Information System (GIS) and the method of estimating solar power potential have been used to determine the roof area and calculate the potential of rooftop solar power. The results show that the total effective roof area of all groups in Hue city is about 2,262,167m², accounting for 36% of the actual total roof area. The effective roof area of the residential housing group accounted for 54.7%, and other groups accounted for 45.3%. The physical potential of rooftop solar power in residential group accounted for the highest rate of 74.73% and the lowest fell on the group of relics and beliefs (4.46%).

Keywords: physical potential, rooftop solar power, Hue city.



Nguyễn Bắc Giang sinh ngày 25/9/1975 tại Bắc Giang. Năm 1997, ông tốt nghiệp Cử nhân Địa lý Tài nguyên và Môi trường tại Trường Đại học Khoa học Huế. Năm 2008, ông tốt nghiệp Thạc sĩ Khoa học Môi trường tại Đại học Huế. Năm 2020 ông nhận học vị Tiến sĩ Quản lý Tài nguyên và Môi trường. Hiện nay, ông công tác tại trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Đô thị (vệ sinh môi trường, đô thị hóa, nhiệt đô thị, không gian xanh...); Đánh giá môi trường, Mô hình hóa Môi trường, Quản lý chất lượng nước.



Trần Anh Tuấn sinh ngày 23/3/1967 tại thành phố Huế. Năm 1991, ông tốt nghiệp Cử nhân Sinh học tại Trường Đại học Tổng hợp Huế. Năm 2002, ông tốt nghiệp Thạc sĩ Quản lý Môi trường tại Trường Đại học Queensland, Australia. Năm 2013, ông nhận học vị Tiến sĩ Khoa học Môi trường tại Trường Đại học Quốc gia Hà Nội. Hiện nay, ông công tác tại Trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Quản lý môi trường, Du lịch sinh thái, Quản lý nhu cầu tài nguyên, Năng lượng tái tạo.