

Bài báo khoa học

Nghiên cứu xác định năng lượng sóng biển khu vực Nam Trung Bộ

Ngô Nam Thịnh^{1,2*}, Đỗ Vĩnh Nguyên¹, Lê Thị Phụng¹, Nguyễn Thị Bầy³

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh;
nnthinh@hcmunre.edu.vn; vinhnguyen4481338@gmail.com; ltpfung@hcmunre.edu.vn

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh;

³ Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM; nguyentbay@gmail.com

* Tác giả liên hệ: nnthinh@hcmunre.edu.vn; Tel.: +84-944657939

Ban Biên tập nhận bài: 23/11/2020; Ngày phản biện xong: 29/12/2020; Ngày đăng bài: 25/2/2021

Tóm tắt: Năng lượng sóng biển là một dạng năng lượng tái tạo dựa trên việc sử dụng cơ năng từ dao động tuần hoàn của sóng biển để tạo ra điện. Năng lượng tái tạo từ sóng biển được đánh giá là một nguồn năng lượng sạch và hầu như không làm suy thoái môi trường. Theo đánh giá từ một công trình nghiên cứu của Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam vào năm 2019, tổng công suất năng lượng sóng năm trên toàn dải ven biển Việt Nam đáp ứng được 90% nhu cầu tiêu thụ điện năng của Việt Nam trong cùng kỳ. Vùng Nam Trung Bộ được xác định là nơi có trữ lượng năng lượng sóng lớn nhất trên toàn dải ven biển Việt Nam. Trong báo cáo này, các tác giả đã ứng dụng mô hình Mike 21 SW để tính toán đặc trưng sóng biển và xác định chuyển tải năng lượng sóng biển tại khu vực biển Nam Trung Bộ biến thiên trong hai mùa gió thịnh hành năm 2017.

Từ khóa: Năng lượng sóng biển; MIKE; Nam Trung Bộ.

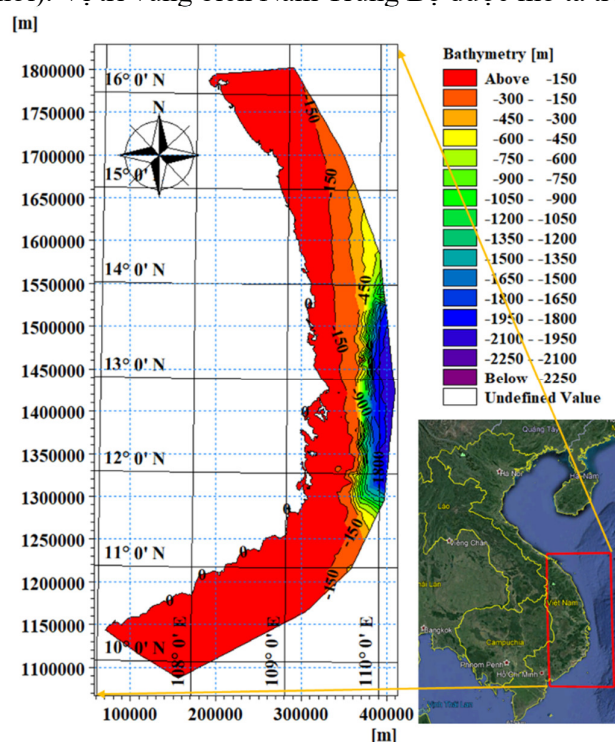
1. Mở đầu

Sự ra đời của năng lượng tái tạo đã giảm đi áp lực cho ngành năng lượng trong bối cảnh nhiên liệu hóa thạch đã dần cạn kiệt và được nêu rõ từ những năm 1950 [1], từ đó góp phần kiểm soát và làm giảm lượng phát thải khí nhà kính cũng như làm giảm các mâu thuẫn đối với các vùng có nhiều nguồn nhiên liệu hóa thạch, điển hình như Biển Đông. Đan Mạch đã có báo cáo đề xuất về cách loại bỏ dần nhiên liệu hóa thạch trong tương lai vào năm 2010 với mục tiêu chính là làm cho Đan Mạch trở nên độc lập với nhiên liệu hóa thạch vào năm 2050 [2]. Ngoài năng lượng gió, năng lượng sóng cũng được đánh giá là một nguồn năng lượng vô tận trong tự nhiên và hầu như không làm suy thoái môi trường.

Trên thế giới, các nghiên cứu về năng lượng sóng đã phát triển từ nửa cuối thế kỷ XX, các quốc gia có vùng biển rộng và khoa học tiên tiến đã có rất nhiều chương trình nghiên cứu về năng lượng sóng như Na Uy, Thụy Điển, Mỹ, Pháp, Nhật Bản...[3]. Tại Việt Nam, các nghiên cứu về năng lượng sóng biển chỉ được nghiên cứu từ năm 2000 trở lại. Các nghiên cứu về năng lượng sóng chủ yếu tập trung vào nghiên cứu tiềm năng năng lượng sóng ở vùng nước sâu với các độ phân giải thấp [3] và sử dụng các số liệu đầu vào từ phương pháp thống kê tần suất các con sóng theo độ cao [4] hoặc sử dụng số liệu đầu vào từ các số liệu vệ tinh [5]. Cũng từ các nghiên cứu đi trước đã đánh giá vùng biển Nam Trung Bộ là nơi có nguồn năng lượng sóng lớn nhất trên toàn dải ven biển Việt Nam, chính vì thế đề tài đã xác định khu vực nghiên cứu là khu vực biển Nam Trung Bộ.

Hiện nay, có rất nhiều mô hình tính sóng khác nhau được công bố và sử dụng như WAM, SWAN, WAVEWATCH III, MIKE 21 SW, STWAVE, DELFT3D...[3, 6–11]. Tuy nhiên, mô hình MIKE 21 SW là một mô hình thương mại với lợi thế là có thể linh động trong lưới tính cùng khả năng mô phỏng các quá trình ở khu vực ven bờ như sự nông dần, nhiễu xạ, khúc xạ và sóng vỡ do biến đổi độ sâu...[12]. Ngoài ra, MIKE 21 SW còn giúp xác định được năng lượng sóng một cách trực tiếp với độ tin cậy cao và được sử dụng rộng rãi tại Việt Nam. Chính vì thế, đề thúc đẩy sự quan tâm và phát triển nghiên cứu về lĩnh vực năng lượng tái tạo mà cụ thể là năng lượng sóng biển được mạnh mẽ hơn, đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững của toàn cầu và Việt Nam, nghiên cứu đã được thực hiện với mục tiêu là xác định được sự phân bố nguồn năng lượng sóng biển năm 2017 tại mỗi khu vực bằng mô hình MIKE 21 SW. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo năm 2013, từ đó mới mô phỏng tính toán trường sóng cho năm 2017.

Vùng biển ven bờ khu vực Duyên hải Nam Trung Bộ có bãi biển cát thô và dốc. Thềm lục địa từ Đà Nẵng đến Vũng Tàu có sự phân hóa phức tạp, diện tích thềm lục địa mở rộng ở phía bắc, co hẹp từ Bình Định và lại mở rộng dần xuống phía nam [13] như Hình 1. Điều này cho thấy năng lượng sóng ngoài khơi khi truyền vào khu vực rất ít bị tiêu tán do ma sát đáy (mang chế độ biển khơi). Vị trí vùng biển Nam Trung Bộ được mô tả trong Hình 1.



Hình 1. Vị trí vùng biển Nam Trung Bộ.

2. Mô hình ứng dụng trong nghiên cứu

Như đã trình bày ở trên, nghiên cứu đã ứng dụng mô hình MIKE 21 SW để xác định năng lượng sóng biển cho khu vực biển Nam Trung Bộ. Mô hình MIKE 21 SW có thể dựa trên lưới phi cấu trúc để mô phỏng sự phát sinh, suy giảm và lan truyền sóng được tạo ra bởi gió và sóng lừng. Giao diện thân thiện và mức độ tin cậy cao đã làm cho MIKE 21 đóng một vai trò quan trọng thực sự trong các mô hình ở đất liền, vùng bờ biển và ngoài khơi [14]. Trong đó, chúng tôi sử dụng mô hình MIKE 21 SW với nguồn dữ liệu đầu vào là hai bộ số liệu gió tái phân tích toàn Biển Đông từ dữ liệu gió toàn cầu (NOAA) năm 2013 và năm 2017 với bước thời gian 4 tiếng.

2.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 21 SW

Phương trình chủ đạo là phương trình cân bằng sóng hoạt động trong hệ tọa độ Đêcac. Theo hướng tọa độ ngang, phương trình bảo toàn động lượng sóng được viết như sau:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}N) = \frac{S}{\sigma} \quad (1)$$

Trong đó $N(x, \sigma, \theta, t)$ là mật độ ảnh hưởng; t là thời gian; $\vec{x}(x, y)$ là hệ tọa độ Cartesian; $\vec{v}(c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$ là vận tốc truyền của nhóm sóng; S là số hạng gốc của phương trình cân bằng năng lượng được biểu diễn như sau:

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf} \quad (2)$$

Trong đó S_{in} sự chuyển tải động lượng năng lượng gió vào sự phát sinh ra sóng; S_{nl} năng lượng chuyển tải do tương tác phi tuyến sóng – sóng, S_{ds} sự tiêu tán năng lượng sóng do sóng bậc đầu; S_{bot} sự tiêu tán do ma sát đáy; S_{surf} sự tiêu tán năng lượng bởi sự vỡ sóng do biến đổi độ sâu.

2.2. Cơ sở lý thuyết về năng lượng sóng

Chuyển tải năng lượng sóng được tính bởi công thức:

$$P_{energy} = \rho g c_g E \quad (3)$$

$$\text{Với} \quad E = \frac{\rho g H_s^2}{8} \quad (4)$$

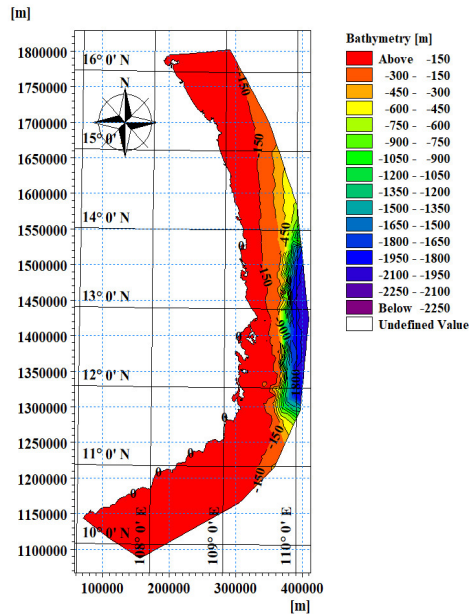
Trong đó ρ là mật độ nước biển; H_s là độ cao sóng có nghĩa; g là gia tốc trọng trường, c_g là vận tốc nhóm sóng.

2.3. Các số liệu sử dụng trong tính toán mô hình

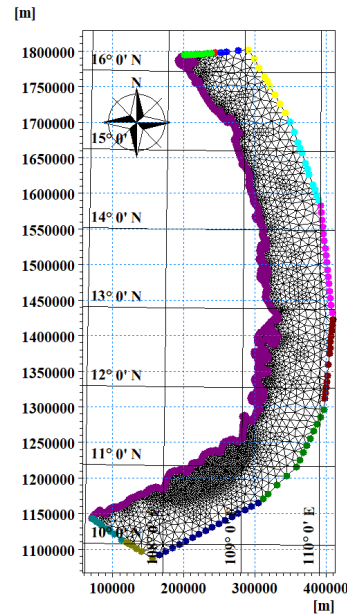
2.3.1. Dữ liệu địa hình vùng biển Nam Trung Bộ

Một trong những dữ liệu đầu vào quan trọng nhất của MIKE 21 là dữ liệu địa hình đáy biển. Trong nghiên cứu này, địa hình được kết hợp từ hai nguồn dữ liệu: Thứ nhất, từ Phú Yên đến Ninh Thuận được trích xuất từ bản đồ địa hình của Phòng Địa chất và Địa mạo biển, Viện Hải dương học trong kết quả nghiên cứu của Lê Đình Mậu và cộng sự “Đặc điểm khí tượng hải văn và động lực biển tỉnh Khánh Hòa” được thực hiện từ 2016–2018; Thứ hai, từ Đà Nẵng đến Bình Định và tại Vũng Tàu được kế thừa từ hải đồ tỉ lệ 1:200.000 do Hải quân Nhân dân Việt Nam tái bản lần thứ 1 năm 1993.

Cả 2 nguồn dữ liệu địa hình thu thập ở dạng số, được chuyển sang định dạng file .xyz và đưa vào chương trình Mike Zero để nội suy giá trị độ sâu trong tọa độ. Trong mô hình MIKE, dữ liệu địa hình nhập vào mô hình được lưu ở dạng file 2 chiều. Trên Hình 2 và Hình 3 trình bày địa hình đáy và lưới tính khu vực tính toán.



Hình 1. Địa hình vùng biển Nam Trung Bộ.

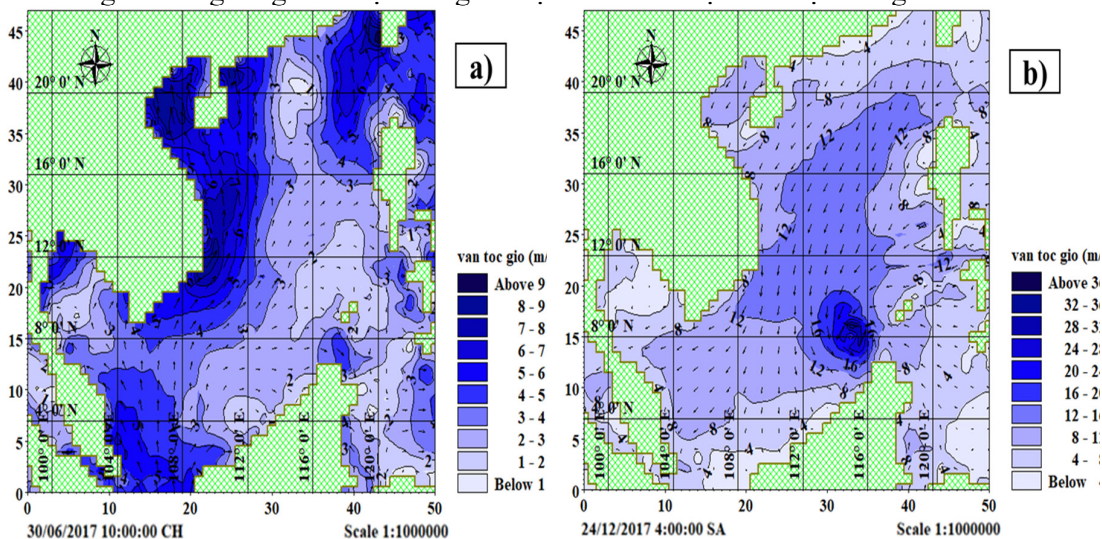


Hình 2. Lưới tính áp dụng vùng biển Nam Trung Bộ.

2.3.2. Điều kiện biên và điều kiện đầu vào

– Điều kiện biên: Tại các biên của khu vực tính toán, các tác giả đã thiết lập ở dạng biên đóng với mực nước tĩnh (độ cao sóng $h=0$) và biên đổi phụ thuộc vào các vùng lân cận. Điều này tạo ra một vùng tính với các biên được thay đổi phụ thuộc vào các phân tử cận biên và dẫn đến việc các nguồn năng lượng chỉ được giải phóng nhưng không được bổ sung ở các vùng biên.

– Dữ liệu đầu vào là hai bộ số liệu gió tái phân tích toàn Biển Đông từ dữ liệu gió toàn cầu (NOAA) năm 2013 và năm 2017 với bước thời gian 4 tiếng [15], do miền tính khá rộng nên không xét sóng lừng. Các đặc trưng dữ liệu đầu vào được thể hiện trong Hình 4.

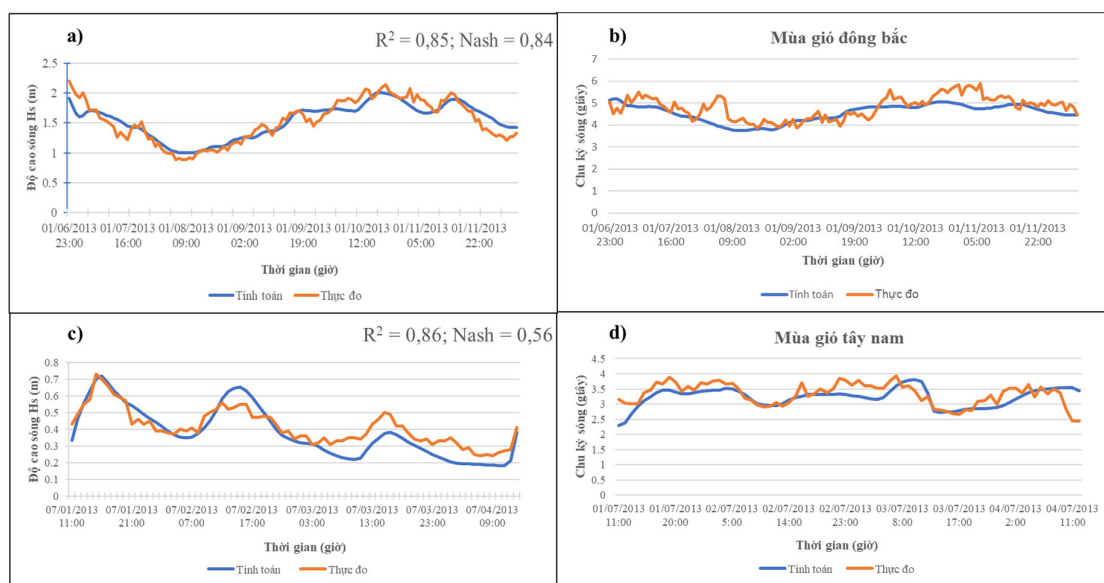


Hình 4. Đặc trưng dữ liệu đầu vào được xây dựng từ số liệu gió toàn cầu (NOAA) trong thời điểm 10:00 CH ngày 30/6/2017 đại diện cho mùa gió tây nam (a) và thời điểm 4:00 SA ngày 24/12/2017 đại diện cho mùa gió đông bắc (b).

2.4. Lựa chọn thông số mô hình

Mô hình tính được hiệu chỉnh trên cơ sở so sánh hai đặc trưng sóng là độ cao sóng có nghĩa (H_s) và chu kỳ sóng (T) giữa kết quả được tính bằng mô hình với số liệu thực đo trong giai đoạn từ 11:00 CH ngày 6/1/2013 đến 7:00 SA ngày 12/1/2013 (mùa gió đông bắc) (Hình 5a, 5b) và kiểm định trong giai đoạn từ 11:00 SA ngày 1/7/2013 đến 12:00 CH ngày 4/7/2013 (mùa gió tây nam) (Hình 5c, 5d) tại cùng vị trí có tọa độ $109,019^\circ\text{E} - 11,437^\circ\text{N}$ [1].

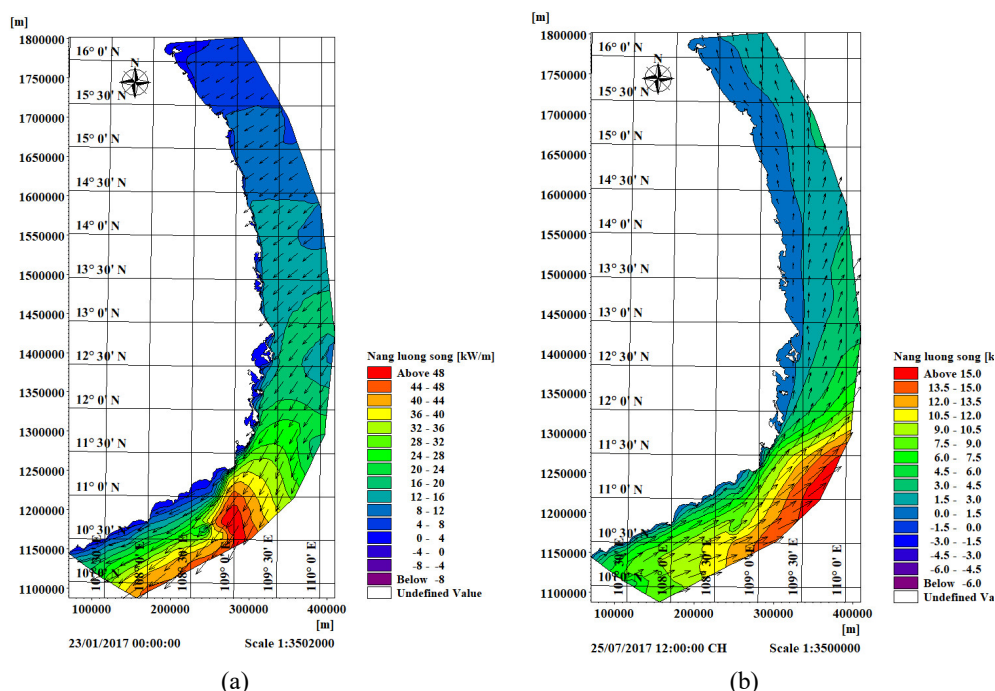
Phân tích tính toán thống kê giữa hai chuỗi số liệu tính toán bằng mô hình và chuỗi số liệu quan trắc thu được các kết quả khá tốt. Đối với kết quả hiệu chỉnh mô hình đã cho kết quả tương quan rất tốt, hệ số tương quan đạt 0,85 và hệ số hiệu quả mô hình Nash đạt 0,84 (Hình 5a) và sai số chu kỳ sóng trung bình là 5,28% (Hình 5b). Đối với kết quả kiểm định mô hình đã cho kết quả tương quan khá tốt, hệ số tương quan đạt 0,86 và hệ số hiệu quả mô hình Nash đạt 0,56 (Hình 5c) và sai số chu kỳ sóng trung bình là 3,28% (Hình 5d).



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh trong mùa gió đông bắc (giai đoạn 23:00 06/01/2013 – 7:00 12/01/2013) (a) và kết quả kiểm định trong mùa gió tây nam (giai đoạn 11:00 01/07/2013 – 12:00 04/07/2013) (b) giữa độ cao sóng và chu kỳ sóng thực đo với kết quả tính toán.

3. Kết quả và thảo luận

Từ kết quả tính toán cho thấy, vào mùa gió đông bắc (tháng 1) sóng thịnh hành theo hướng đông bắc trên toàn khu vực và chuyển tải năng lượng sóng lớn nhất đạt trên 48 kW/m/h (Hình 6a). Xung quanh khu vực đảo Phú Quý có mật độ năng lượng sóng lớn nhất trên toàn khu vực và lan rộng về phía biển khơi khu vực phía nam, mật độ năng lượng sóng giảm dần khi lên phía bắc. Vào mùa gió tây nam (tháng 7), mật độ năng lượng sóng suy giảm (đạt trên 15 kW/m/h), vùng có mật độ năng lượng sóng lớn là vùng biển khơi tỉnh Ninh Thuận (Hình 6b). Các sóng thịnh hành theo hướng tây nam và dần chuyển sang đông–đông nam từ vĩ tuyến $12^\circ 30'$ lên khu vực phía bắc.



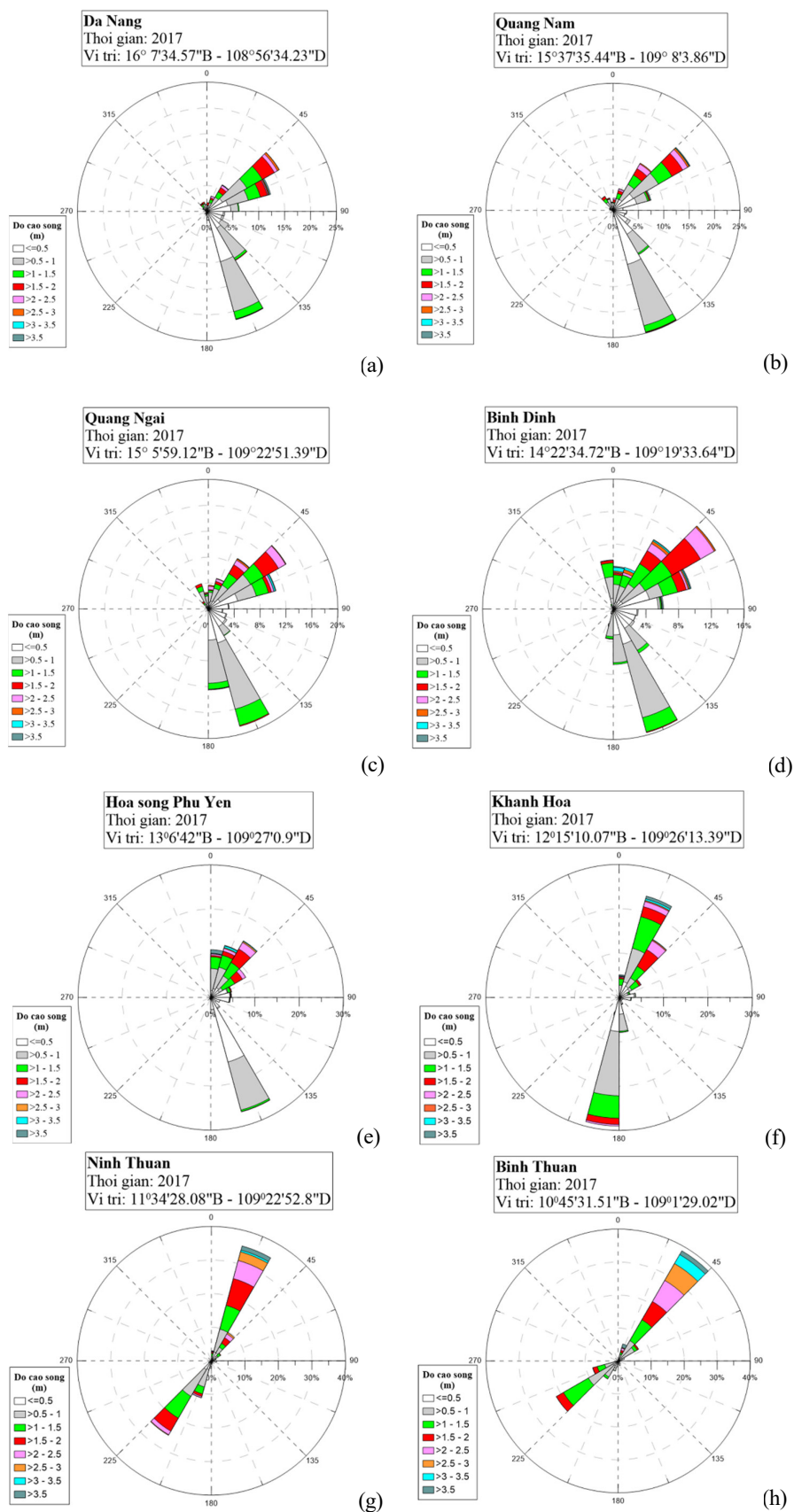
Hình 6. Biểu đồ năng lượng sóng thời kỳ gió mùa đông bắc (a) và gió mùa tây nam (b) tại vùng biển Nam Trung Bộ.

Từ kết quả tính toán tiến hành trích xuất các đặc trưng sóng và năng lượng sóng để xây dựng biểu đồ hoa sóng tại 9 vị trí trong đó có 8 vị trí tương ứng với 8 tỉnh là Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận đều cùng nằm trên đường đẳng sâu 100 m nhằm loại bỏ các tác động của định hình có độ dốc lớn ngoài khơi và tác động của các vũng vịnh gần bờ; và 1 vị trí ven bờ đảo Phú Quý (độ sâu 20 m) (nơi có dòng năng lượng sóng lớn quanh năm) để đánh giá tiềm năng năng lượng sóng tại từng khu vực. Kết quả cho thấy:

– Các đặc trưng sóng và sự phân bố mật độ năng lượng sóng biến đổi phụ thuộc vào chế độ gió mùa (Hình 6). Mùa gió đông bắc mang lại trữ lượng năng lượng sóng cao hơn so với mùa gió tây nam trên toàn khu vực nghiên cứu và thời gian hoạt động cũng nhiều hơn mùa gió tây nam trong cùng một năm.

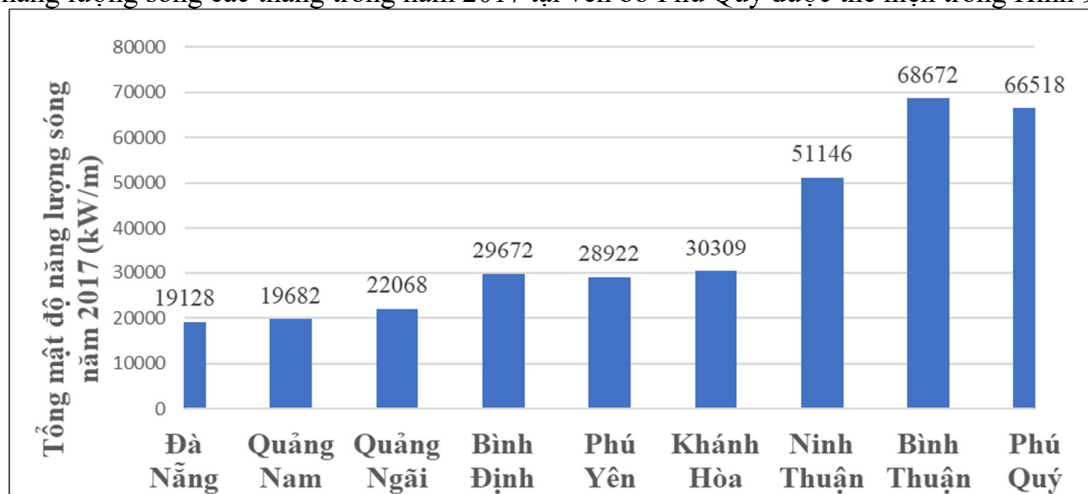
– Ứng với trường gió mùa đông bắc, ngoài khơi Bình Thuận là nơi có độ cao sóng lớn nhất với các sóng hướng đông bắc chiếm ưu thế (Hình 7h). Độ cao sóng có nghĩa chiếm ưu thế trong khoảng từ 1,5 m đến > 3 m và có thể đạt > 3,5 m.

– Ứng với trường gió mùa tây nam, độ cao sóng lớn nhất tại ngoài khơi Ninh Thuận (độ cao sóng có nghĩa chiếm ưu thế từ 1–2,5 m và có thể đạt đến 2,5 m) với các sóng có hướng từ tây nam sang nam–tây nam (Hình 7g).

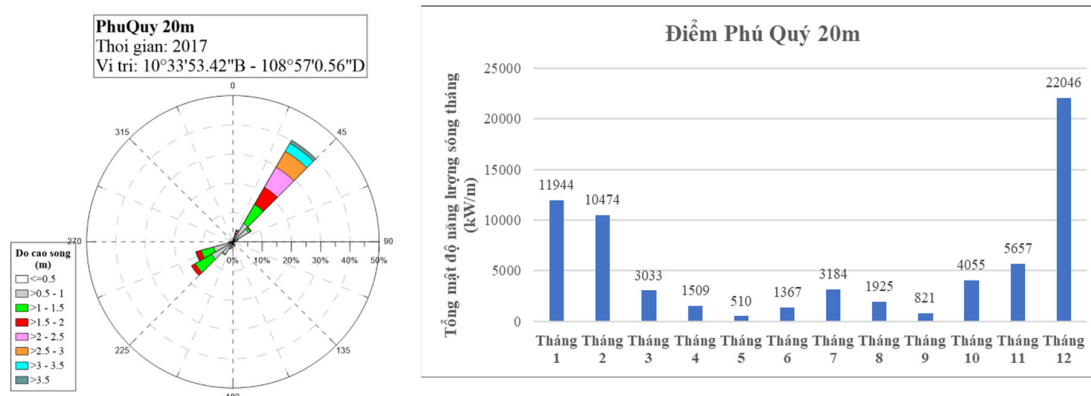


Hình 7. Đặc trưng sóng tại các vị trí trích xuất.

Trong cả hai mùa gió thịnh hành, càng về phía nam tại khu vực nghiên cứu độ cao sóng có xu hướng lớn dần và hướng sóng càng lệch sang phải. Trong đó Bình Thuận là nơi có độ cao sóng tối ưu với tần suất xuất hiện của các sóng thịnh hành nhiều nhất và mang lại trữ lượng năng lượng sóng lớn nhất trên toàn khu vực nghiên cứu (tổng mật độ năng lượng sóng trong năm 2017 đạt trên 68.000 kW/m/năm), mật độ năng lượng sóng giảm đi rất ít khi truyền vào vùng ven bờ của đảo Phú Quý (tổng mật độ năng lượng sóng năm 2017 đạt trên 66.000 kW/m/năm) (Hình 8). Vì thế, vùng biển xung quanh đảo Phú Quý là nơi có mật độ năng lượng sóng biển cao quanh năm (riêng tháng 12 có tổng mật độ năng lượng sóng tháng đạt trên 22.000 kW/m (Hình 9)), rất thích hợp cho việc lựa chọn thí điểm trong nghiên cứu khai thác nguồn năng lượng sạch từ sóng biển tại Việt Nam. Các đặc trưng sóng và tổng mật độ năng lượng sóng các tháng trong năm 2017 tại ven bờ Phú Quý được thể hiện trong Hình 9.



Hình 8. Tổng mật độ năng lượng sóng năm 2017 tại các vị trí trích xuất.



Hình 9. Hoa sóng (trái) và biểu đồ tổng mật độ năng lượng sóng tháng (phải) tại ven bờ Phú Quý.

Thời kỳ gió đông bắc mang lại tiềm năng năng lượng sóng lớn hơn so với thời kỳ gió tây nam. Khu vực phía Nam có mật độ năng lượng sóng lớn hơn khu vực phía bắc. Ninh Thuận là nơi có mật độ năng lượng sóng lớn nhất trong mùa gió tây nam, Bình Thuận là nơi có mật độ năng lượng sóng lớn nhất trong mùa gió đông bắc và trong cả năm 2017. Nguồn năng lượng sóng lớn chủ yếu tập trung xung quanh khu vực đảo Phú Quý.

Ngoài ra, khu vực phía Nam và đặc biệt là từ tỉnh Bình Thuận là nơi ít chịu tác động của bão nhất trên toàn vùng biển Nam Trung Bộ. Vì thế, Bình Thuận có thể được coi là một tỉnh thích hợp cho việc tập trung nghiên cứu phục vụ khai thác nguồn năng lượng từ sóng biển cho ngành công nghiệp điện Việt Nam. Theo đánh giá của Tổng cục Biển và Hải đảo Việt

Nam vào năm 2019 [16], tổng công suất năng lượng sóng năm trên toàn dải ven biển Việt Nam đáp ứng được 90% nhu cầu tiêu thụ điện năng của Việt Nam trong cùng kỳ. Vì thế, tiềm năng khai thác năng lượng sóng biển của Việt Nam là rất triển vọng và khu vực có thể triển khai khai thác năng lượng sóng biển đầu tiên có thể phải xét đến đó là đảo Phú Quý của tỉnh Bình Thuận.

4. Kết luận

Kết quả tính toán cho thấy mô hình MIKE 21 Spectral Wave đã mô tả chi tiết và tính toán cụ thể sự phân bố dòng năng lượng sóng tại vùng biển Nam Trung Bộ và sự biến thiên mật độ năng lượng sóng theo không gian và thời gian tại giới hạn khu vực nghiên cứu với kết quả khá chính xác (sai số < 10%).

Mô hình MIKE 21 đã tổng hợp được tất cả các yếu tố có thể mô tả dòng năng lượng sóng như sự tác động của gió, các quá trình tương tác sóng và các tác động của địa hình. Mô hình Mike của DHI đã được tin dùng và sử dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới trong đó có Việt Nam, nó được dùng để tính toán thủy triều, sóng, lan truyền chất, chuyển tải bùn cát, ...

Chuyển tải năng lượng sóng biển đối chủ yếu phụ thuộc vào chế độ gió mùa. Vào mùa gió tây nam, khu vực Ninh Thuận là nơi có mật độ năng lượng sóng lớn nhất. Khu vực Bình Thuận là nơi có mật độ năng lượng sóng lớn nhất trong mùa gió đông bắc (đạt trên 48 kW/m/h) và trong năm (tổng mật độ năng lượng sóng đạt trên 68.000 kW/m/năm). Đặc biệt, đảo Phú Quý là nơi có trữ lượng năng lượng sóng lớn quanh năm (tổng mật độ năng lượng sóng năm 2017 đạt trên 66.000 kW/m/năm) và ít chịu tác động của các thời tiết cực đoan như bão nên cần tiếp tục tập trung nghiên cứu và phát triển nhằm thúc đẩy khai thác nguồn năng lượng sóng tại Việt Nam.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.N.T., N.T.B.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.N.T., N.T.B.; Xử lý số liệu: N.N.T., D.V.N., L.T.P; Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình: N.N.T., D.V.N., L.T.P; Viết bản thảo bài báo: N.N.T., D.V.N, L.T.P; Chỉnh sửa bài báo: N.T.B.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu tính toán sự xuất hiện dòng Rip vùng ven biển Nam Trung Bộ, áp dụng cho bãi biển Đồi Dương tỉnh Bình Thuận” mã số TNMT.2018.06.10.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Hubbert, M.K. Nuclear Energy and the Fossil Fuels, Publ. no. 95, Shell Development Company, Houston, Texas, 1956. <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf>
2. “Grøn energi – vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler” er udgivet af Klimakommissionen. © 2010 Klimakommissionen ISBN: www 978–87–7844–878–1. I den foreliggende udgave er enkelte tal i boks 4.1 på side 81 rettet. Denne publikation er også tilgængelig i en trykt version ISBN: 978–87–7844–879.
3. Hùng, N.M. và cs. Năng lượng sóng biển khu vực biển Đông và vùng biển Việt Nam. *Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2009**.
4. Tùng, T.T.; Dũng, L.Đ. Nghiên cứu xác định năng lượng sóng ven bờ cho dải ven biển miền Trung Việt Nam. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2012**, 39, 1859–3941.

5. Duyên, N.T.K. Tính toán tiềm năng năng lượng sóng vùng biển khơi và ven bờ Việt Nam. Luận văn thạc sĩ khoa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Nxb ĐHQGHN, 2009.
6. Krogstad, H.E.; Barstow, S.F.J.C.E. Satellite wave measurements for coastal engineering applications. *Coastal Eng.* **1999**, 37, 283–307.
7. Settelmaier, J. B.; Gibbs, A.; Santos, P.; Freeman, T.; Gaer, D. Simulating waves nearshore (SWAN) modeling efforts at the national weather service (NWS) southern region (SR) coastal weather forecast offices (WFOs). Proc. 91th AMS Annual Meeting, Seattle, WA, Paper P13A, 2011.
8. Huân, N.M. Hệ thống nghiệp vụ dự báo ngắn hạn các yếu tố khí tượng thủy văn biển trên Biển Đông. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Nxb ĐHQGHN, 2010.
9. Vinh, V.D.; An, P.H. Ứng dụng mô hình toán nghiên cứu biến động địa hình đáy vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2013**, 11.
10. Thanh, B.; Thịnh, N.N.; Hoàng, T.T. Nghiên cứu tính toán sóng bằng mô hình Delft 3D tại khu vực biển Cần Giờ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2013**, 630, 37–40.
11. Thịnh, N.N.; Hoàng, T.T.; Phùng, N.K. Nghiên cứu tính toán trường sóng và dòng Rip (Rip Current) khu vực bãi biển Cù Hin. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2014**, 642, 29–32.
12. Phùng, N.K.; Thịnh, N.N.; Hoàng, T.T. Nghiên cứu tính toán dòng Rip (Rip current) khu vực Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2012**, 12, 85–90.
13. Long, B.H. và cs. Cẩm nang tra cứu về điều kiện tự nhiên, môi trường – sinh thái, kinh tế, xã hội và quản lý tổng hợp đới ven bờ biển Nam Trung Bộ. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2011.
14. DHI. Mike 21 Spectral Wave FM Module, Scientific document-tation. Danish Hydraulic Institute (DHI), 2012.
15. National weather service environmental modeling center form: http://www.https://polar.ncep.noaa.gov/waves/viewer.shtml?–multi_2–aus_ind_phi–
16. Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam (VASI). Năng lượng sóng biển: Tiềm năng khổng lồ của biển đảo Việt Nam, 2019. Truy cập ngày 20/08/2019. Từ <http://www.vasi.gov.vn/712/nang-luong-song-bien-tiem-nang-khong-lo-cua-bien-dao-viet-nam/t708/c223/i1575>.

A study to determine sea wave energy in the South Central Coast

Ngo Nam Thinh^{1,2*}, Do Vinh Nguyen¹, Le Thi Phung¹, Nguyen Thi Bay³

¹ HCMC University of Natural Resources and Environment; nnthinh@hcmunre.edu.vn; vinhnguyen4481338@gmail.com; ltphung@hcmunre.edu.vn

² University of Science–VNU.HCM; nnthinh@hcmunre.edu.vn

³ University of Technology–VNU.HCM; nguyentbay@gmail.com

Abstract: Wave energy is a form of renewable energy based on the use of energy from the circulatory oscillation of waves to generate electricity. Renewable energy from waves is rated as a clean energy source and hardly degrades the environment. According to a research by Vietnam Administration of Sea and Islands in 2019, total annual wave energy capacity throughout Vietnam's coastal range meets 90% of Vietnam's electricity consumption needs in the same period. The South Central Coast is identified as home to the largest wave energy reserves throughout the coastal region of Vietnam. In this report, the authors had applied the Mike 21 SW model to calculate the specific parameters of waves and determine the energy of waves in the South Central Coast region variable according to two prevailing monsoon seasons.

Keywords: Wave Energy; Wave Power; MIKE; Nam Trung Bo.