

## ĐẶC TRƯNG TRƯỜNG SÓNG KHU VỰC CỬA ĐẠI TỈNH QUẢNG NAM

Vũ Công Hữu<sup>1\*</sup>, Lê Xuân Hoàn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

\*E-mail: vuconghuu80@gmail.com

Ngày nhận bài: 2-2-2017 / Ngày chấp nhận đăng: 29-4-2017

**TÓM TẮT:** Việc tính toán các đặc trưng sóng có vai trò quan trọng trong nghiên cứu các quá trình ven bờ. Khu vực Cửa Đại, Quảng Nam đã và đang diễn ra các quá trình biến đổi bờ biển nghiêm trọng, gây thiệt hại cho các hoạt động kinh tế xã hội và dân sinh tại khu vực này. Nghiên cứu này đã tính toán các đặc trưng trường sóng khu vực Cửa Đại bằng mô hình phổ sóng dừng - mô hình EBED cho khoảng thời gian từ năm 2002 đến năm 2016. Mô hình đã được kiểm chứng bởi dữ liệu thí nghiệm trong bể sóng, số liệu sóng thực đo tại vịnh Nha Trang, Khánh Hòa cho 2 thời đoạn đặc trưng của mùa hè và mùa đông. Tại khu vực biển Quảng Nam, mô hình được kiểm chứng với chuỗi số liệu đo sóng trong mùa hè. Do vậy, kết quả trường sóng nhận được đáng tin cậy và có thể tham khảo cho các nghiên cứu khác của khu vực này.

**Từ khóa:** Chế độ sóng, Cửa Đại, mô hình sóng EBED.

### MỞ ĐẦU

Khi sóng truyền từ vùng nước sâu vào vùng ven bờ, các quá trình biến đổi sóng thường biến đổi đáng kể do sự biến đổi của địa hình đáy như hiệu ứng nước nông, khúc xạ và sóng vỡ, kết quả dẫn đến sự biến đổi các đặc trưng sóng. Trường hợp phức tạp hơn nữa là xung quanh các công trình ven bờ. Trong những thập kỷ gần đây, mô hình sóng đã được nghiên cứu và phát triển mạnh mẽ. Sự hạn chế về thuật toán giải số và công nghệ máy tính dẫn đến các xu hướng phát triển khác nhau trong các nghiên cứu tính toán sóng. Do vậy, mỗi một mô hình đều có những ưu và nhược điểm riêng. Cho đến nay, có thể phân chia các mô hình thành 2 loại là ‘các mô hình trung bình pha (phase-averaged models)’ và ‘các mô hình xét theo pha thực (phase-resolving models)’.

Các mô hình xử lý theo pha tính toán các đặc trưng sóng chi tiết trong miền thời gian bằng cách giải phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng. Các mô hình được phát triển theo phương pháp này thường gọi là mô

hình Boussinesq và có thể kể đến các tác giả như Peregrine (1967), Madsen và nnk., (1991), Wei và nnk., (1995), Veeramony và Svendsen (2000) [1-4]. Một số cơ quan nghiên cứu đã phát triển thành các phần mềm chuyên dụng như DHI [5],... Tuy nhiên, các mô hình loại này yêu cầu số lượng tính toán rất lớn và thường chỉ áp dụng với quy mô không gian nhỏ trong vùng nước nông.

Các mô hình trung bình pha bỏ qua những biến đổi của sóng trong pha sóng, chỉ xét đến biến đổi trung bình của sóng trong miền tần số dựa trên quan hệ cân bằng năng lượng hoặc cân bằng tác động. Loại mô hình này đặc biệt thích hợp với biến đổi hướng sóng trên quy mô không gian lớn do giảm khó khăn về mặt tính toán. Loại mô hình này có thể kể đến như SWAN model [6], STWAVE model [7] và WABED model [8] đã được áp dụng phổ biến ở cả vùng nước sâu và nước nông. Panchang và Demirbilek (1998) [9] chỉ ra là các loại mô hình dự báo sóng áp dụng trong vùng ven bờ sử dụng phương trình cân bằng năng lượng hay

cân bằng tác động không trực tiếp mô tả được hiệu ứng nhiễu xạ và phản xạ. Tuy vậy, các quá trình này được bổ sung bằng phương pháp gần đúng [10]. Các phương pháp khác nhau được nghiên cứu để xét đến hiệu ứng khúc xạ và phản xạ trong các mô hình trung bình pha, có thể kể đến các tác giả như Rivero và nnk., (1997), Holthuijsen và nnk., (2004).

Nghiên cứu này sử dụng mô hình EBED để tính toán các đặc trưng trường sóng ven bờ khu vực hai bên Cửa Đại của tỉnh Quảng Nam.

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = \frac{K}{2\omega} \left\{ (CC_g \cos^2 \theta S_y)_y - \frac{1}{2} CC_g \cos^2 \theta S_{yy} \right\} - \frac{K}{h} C_g (S - S_{stab}) \quad (1)$$

$S$  là mật độ phổ tần số và góc hướng;  $(x, y)$  là tọa độ phương ngang;  $\theta$  là hướng sóng tính từ trục  $x$  ngược chiều kim đồng hồ;  $\omega$  là tần số;  $C$  là tốc độ;  $C_g$  là tốc độ nhóm;  $h$  mực nước tĩnh;  $K$ ,  $K$  là các tham số tự do để tối ưu hóa tác động

## CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA MÔ HÌNH EBED

Trong nghiên cứu này, sử dụng mô hình EBED tính lan truyền sóng của Mase (2001). Mô hình này được phát triển dựa trên phương trình cân bằng năng lượng phổ sóng ngẫu nhiên đa hướng, có tính đến các hiệu ứng, khúc xạ, nhiễu xạ và thành phần tiêu tán năng lượng do sóng vỡ [11]. Phương trình có dạng:

của quá trình nhiễu xạ, khúc xạ và tiêu tán năng lượng;  $S_{stab}$  là mật độ phổ sóng ổn định.

Với  $v_x$ ,  $v_y$  và  $v_\theta$  là vận tốc lan truyền theo hướng tọa độ tương ứng:

$$(v_x, v_y, v_\theta) = \left( C_g \cos \theta, C_g \sin \theta, \frac{C_g}{C} \left( \sin \theta \frac{\partial C}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial C}{\partial y} \right) \right) \quad (2)$$

Nếu giả thiết mật độ phổ  $S$  và mật độ phổ  $S_{stab}$  là hàm của  $H_s^2$  và  $H_{stab}^2$  thì số hạng tán xạ năng lượng trong phương trình (1) có thể viết:

$$D_{diss} = \frac{K}{h} C_g S \left[ 1 - \left( \frac{\Gamma h}{H_s} \right)^2 \right] \quad (3)$$

$$\text{Với: } \begin{cases} \Gamma = 0,45, K = \frac{3}{8}(0,3 - 19,2s) & : s < 0 \\ \Gamma = 0,45 + 1,5s, K = \frac{3}{8}(0,3 - 0,5s) & : s \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

Ứng suất bức xạ được xác định bởi:

$$\begin{aligned} S_{xx} &= \frac{E}{2} \left[ 2n(1 + \cos^2 \bar{\theta}) - 1 \right] \\ S_{yy} &= \frac{E}{2} \left[ 2n(1 + \sin^2 \bar{\theta}) - 1 \right] \\ S_{xy} &= S_{yx} = \frac{E}{2} n \sin 2\bar{\theta} \end{aligned} \quad (5)$$

## TÍNH TOÁN TRƯỜNG SÓNG KHU VỰC CỬA ĐẠI TỈNH QUẢNG NAM

**Đặc trưng trường sóng nước sâu.** Mặc dù không có số liệu thực đo về trường sóng của khu vực biển lân cận nhưng có thể thấy chế độ sóng nơi đây bị chi phối bởi 2 mùa gió là Đông Bắc và Đông Nam. Dữ liệu tái phân tích sóng ngoài nước sâu (<http://plover.pmel.noaa.gov/java/ncBrowse/data>) cho thấy trường sóng chủ yếu là Đông Bắc và Đông Nam, sóng Tây Nam thường có biên độ nhỏ. Hình dưới đây cho thấy rõ chế độ sóng nước sâu vùng biển Quảng Nam - Đà Nẵng.

Thời kỳ gió mùa Đông Bắc: Hướng sóng chủ yếu là NE - E; độ cao sóng trung bình  $H_s = 2 - 3$  m; chu kỳ sóng trung bình  $T = 8 - 10$  s.

Thời kỳ gió mùa Tây Nam: Hướng sóng chủ yếu S - SW; độ cao sóng hữu hiệu trung bình  $H_s = 1 - 2$  m; chu kỳ sóng trung bình  $T = 6 - 8$  s.

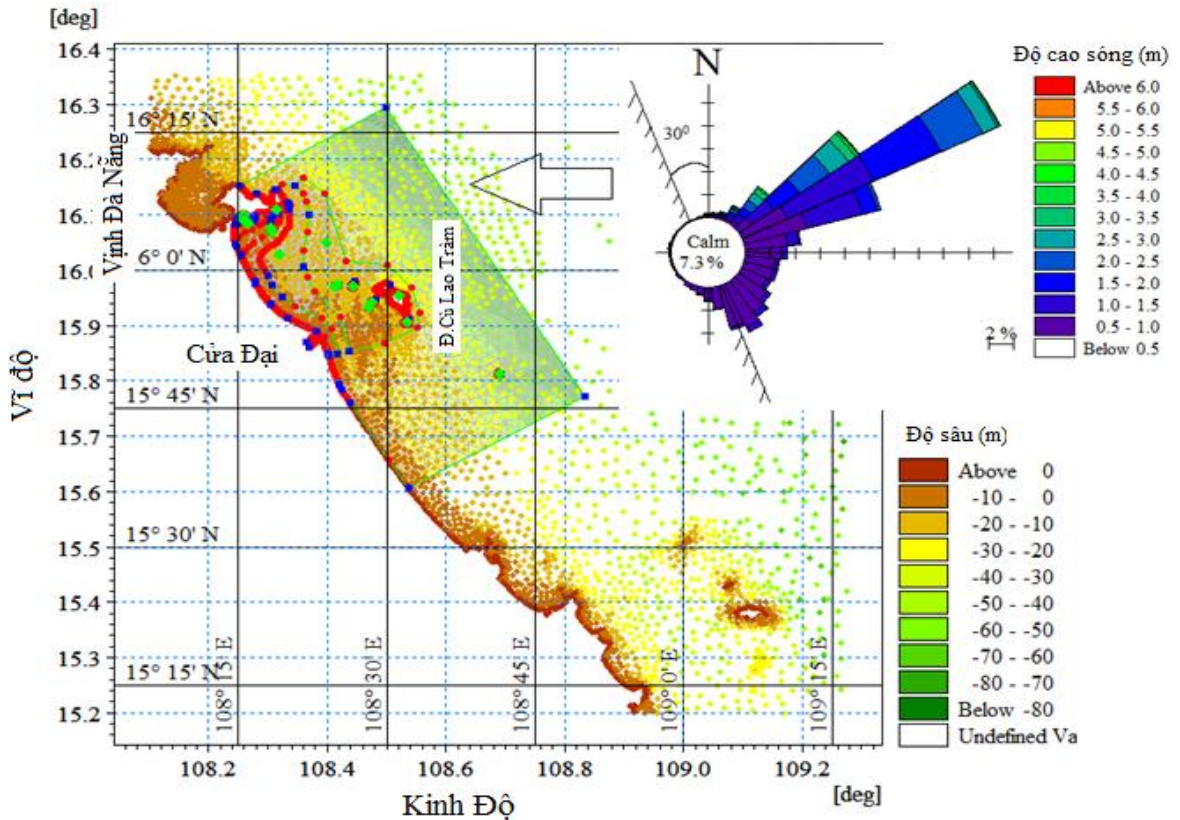
Tháng 4 và tháng 9 là hai tháng chuyển tiếp có độ cao và hướng không ổn định.

Tháng 12 và tháng 1 là hai tháng các đặc trưng gió và sóng có cường độ mạnh và hướng ổn định nhất.

Các hướng sóng chủ yếu từ ngoài khơi vào vùng bờ tức là các hướng từ bắc đến đông nam, chiếm đến 85%. Tần suất sóng từ các hướng đông bắc và đông nam cân bằng nhau (khoảng 43% từ hướng đông nam, 42% từ hướng đông bắc). Tuy nhiên, độ cao sóng lớn hơn 1 m chủ yếu từ các hướng đông bắc, các hướng thuộc

đông nam, độ cao sóng chủ yếu nhỏ hơn 1 m. Như vậy, tồn tại sự bất đối xứng về độ cao sóng giữa hai hướng chính là đông bắc và đông nam.

Điểm nước sâu được xét ở đây nằm khá xa bờ, do vậy tồn tại các sóng có hướng từ bờ ra. Tần suất các sóng lớn hơn 0,5 m có hướng từ bờ ra chiếm đến 7,7%.



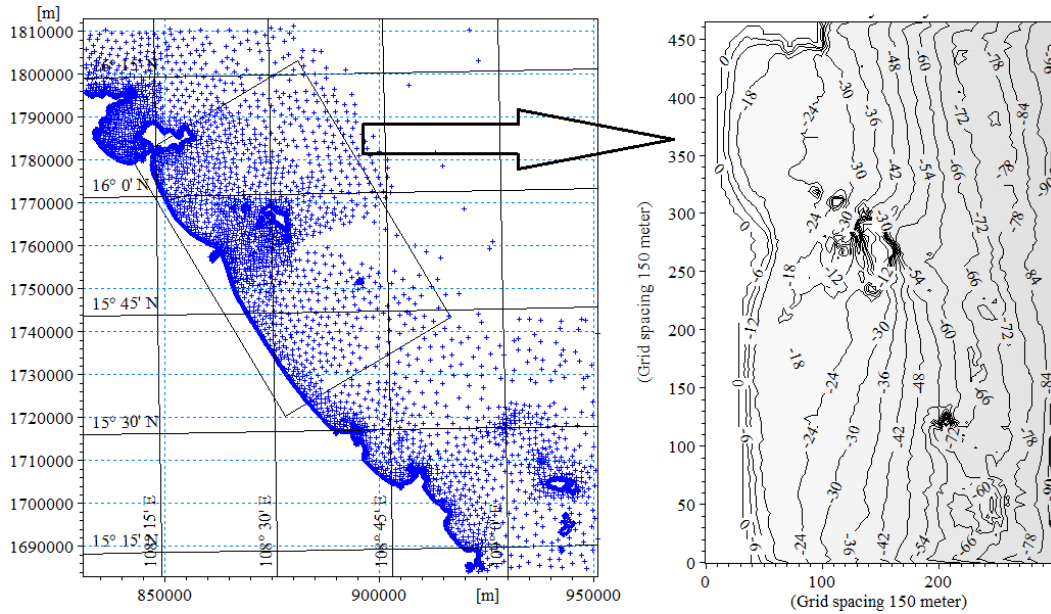
Hình 1. Hoa sóng nước sâu khu vực biển Hội An và độ sâu của khu vực

**Thiết lập mô hình truyền sóng.** Miền quan tâm là khu vực biển ven bờ xung quanh Cửa Đại, Quảng Nam. Tuy nhiên, miền tính được mở rộng về cả hai phía bắc và nam của Cửa Đại, Quảng Nam nhằm mục đích giảm sai số của bài toán ở các biên và đánh giá ảnh hưởng của các đảo phía đông nam (đảo Cù Lao Chàm và các đảo nhỏ xung quanh).

Độ sâu của miền tính toán được chiết xuất từ địa hình ngoài khơi và vùng ven bờ cho toàn dải bờ biển Quảng Nam - Đà Nẵng, được thực hiện lấy theo những hải đồ ở các tỷ lệ khác nhau như: 1:2.500.000, 1:1.000.000, 1:500.000, 1:400.000, 1:200.000, 1:100.000 và 1:25.000

do Bộ tư lệnh Hải Quân xuất bản. Các số liệu được quy chuẩn về cùng cao độ mực nước trung bình, số hóa và lưu trên các file miền lựa chọn. Số liệu địa hình đo đạc trong các đề tài, Cửa Đại - Quảng Nam vùng ven bờ Cửa Đại, địa hình đo của Cửa Đại - Quảng Nam trong đợt khảo sát từ ngày 4/6/2016 đến ngày 9/6/2016 do Viện Khoa học Thủy lợi tiến hành đo trong khuôn khổ của dự án DTM xây dựng công viên Sơn Trà.

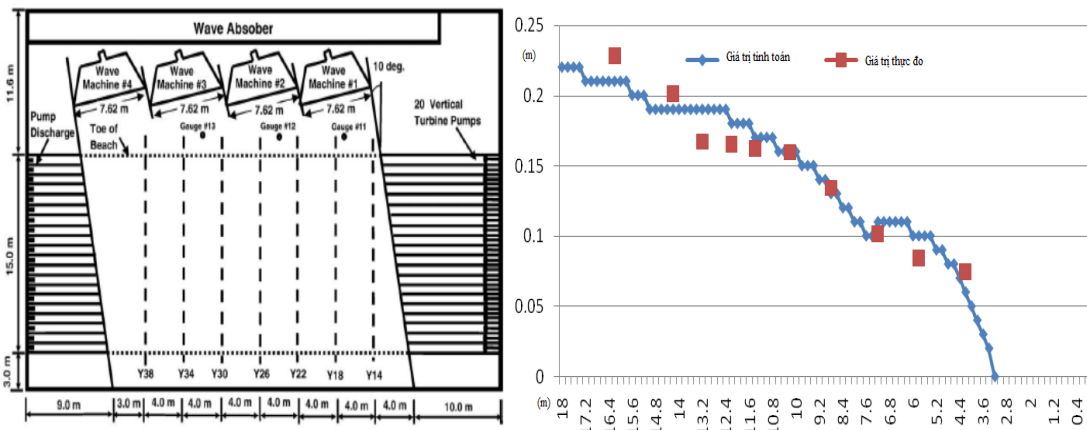
Số liệu sóng 6 giờ một lần được lấy từ Trung tâm Quốc gia Dự báo môi trường 'NCEP/NCAR' cho toàn Biển Đông.



Hình 2. Phạm vi và độ sâu miền tính

**Kiểm nghiệm mô hình sóng.** Mô hình được kiểm chứng với bộ dữ liệu thí nghiệm mô hình vật lý của Coastal and Hydraulics Laboratory's (CHL) Large-Scale Sediment Transport

Facility (LSTF). Kết quả kiểm nghiệm mô hình cho thấy sự phù hợp khá tốt giữa độ cao sóng tính toán và thực đo.



Hình 3. So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo tại mặt cắt Y26 của thí nghiệm

Trong nghiên cứu này, mô hình đã được kiểm chứng với số liệu đo đạc trong thực tế tại bãi biển Nha Trang cho 2 mùa đặc trưng. Kết quả được trình bày trong nội dung bài báo [12].

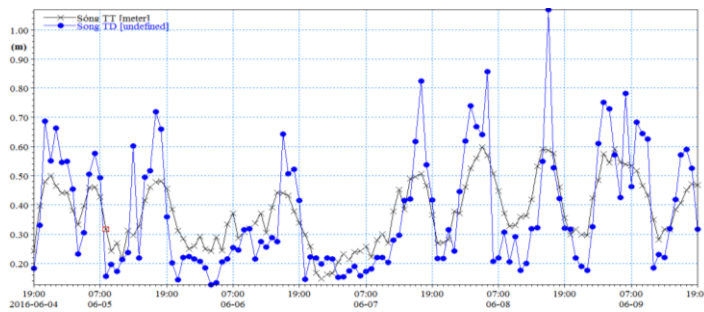
Tại khu vực nghiên cứu, mô hình được kiểm chứng với số liệu đo sóng ven bờ của dự án xây dựng công viên Đại dương Sơn Trà.

Số liệu sóng tại biên được trích xuất từ kết

quả mô hình WAVEWATH 3 với 6 h. Do vậy, khó có thể được khớp về pha giữa tính toán và thực đo cho từng giờ đo đạc. Đây cũng là lý do dẫn đến tồn tại các sai số tại các giá trị độ cao sóng lớn. Tuy nhiên, về mặt định lượng thể hiện qua chỉ số Nash đạt 0,84 (giá trị 0,75 là đạt yêu cầu).



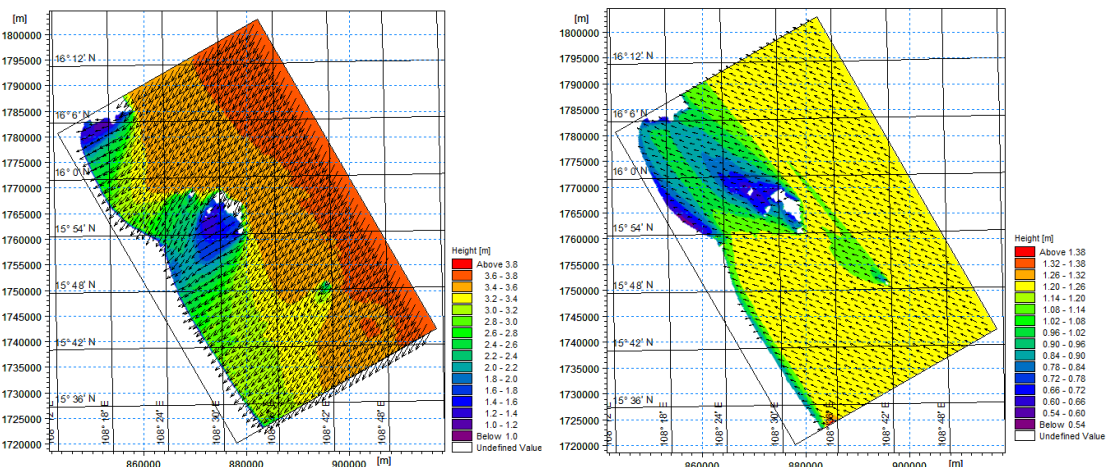
Hình 4. Vị trí đo sóng (wave) tại vị trí gần công viên Sơn Trà



Hình 5. Kết quả so sánh độ cao sóng tính toán và thực đo (từ ngày 4/6/2016 đến 9/6/2016)

**Đặc trưng trường sóng khu vực biển ven bờ Quảng Nam.** Sau khi kiểm nghiệm mô hình, đã tiến hành tính toán trường sóng khu vực biển ven bờ Quảng Nam với chuỗi thời gian từ 2002 đến 2016. Kết quả cho thấy, mặc dù trường sóng ngoài khơi có hướng đông bắc nhưng do

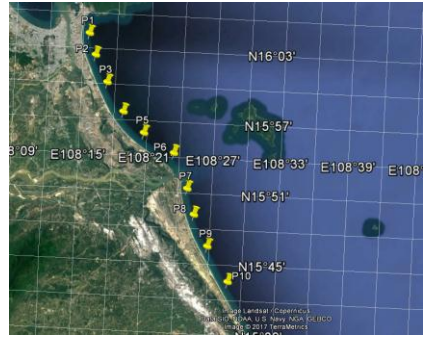
ảnh hưởng của bán đảo Sơn Trà và đảo Cù Lao Tràm thì sóng vùng ven bờ có hướng biến đổi phức tạp hơn. Khu vực hai bên Cửa Đại, do có sự chắn của đảo Cù Lao Tràm nên độ cao sóng khá nhỏ so với khu vực xa hơn ở 2 bên.



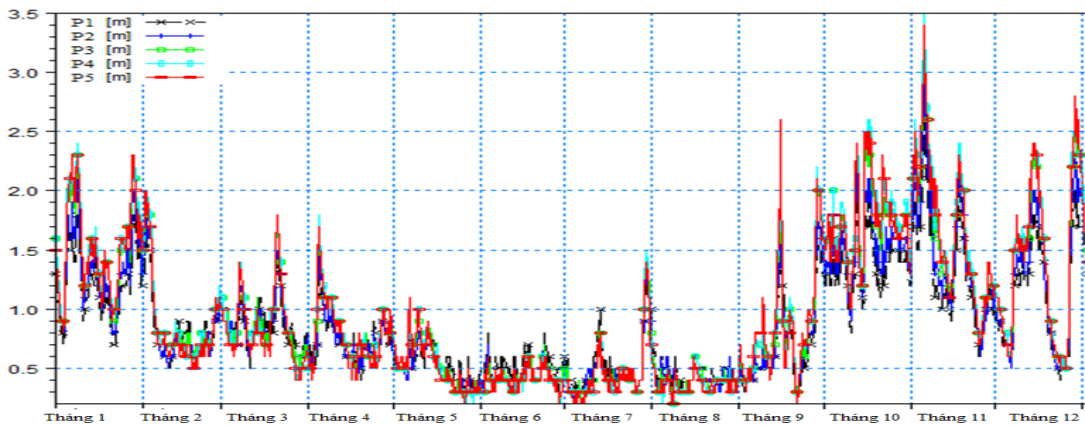
Hình 6. Phân bố trường sóng trong gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam

Để đánh giá được sự biến đổi của sóng dọc theo phương dọc bờ, hình dưới đây minh họa các vị trí trích số liệu sóng tính toán.

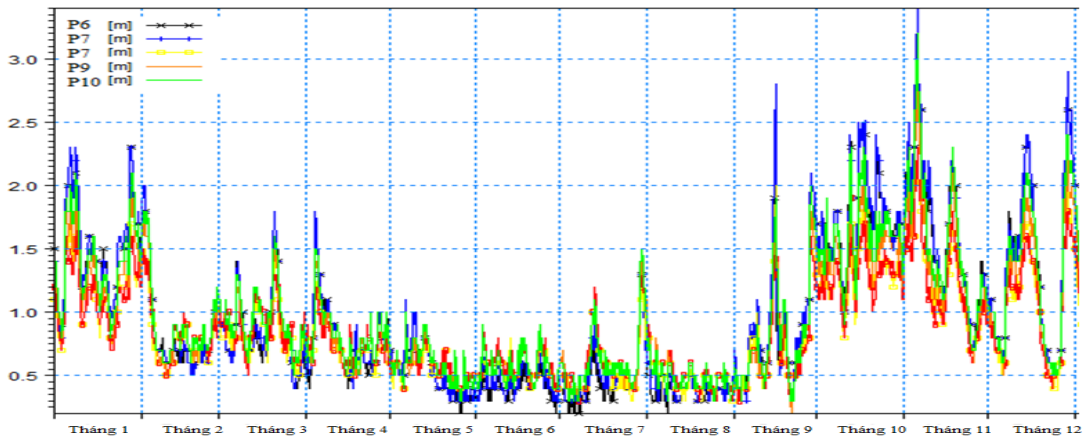
Thời kỳ gió mùa Đông Bắc trong khu vực được xác định từ tháng 9 cho đến tháng 3 năm sau. Thời kỳ gió mùa Tây Nam là các tháng 5 cho đến hết tháng 8. Kết quả so sánh độ cao sóng tại các vị trí dọc bờ cho thấy cùng quy luật biến đổi theo mùa, sự khác nhau về độ cao sóng không đáng kể trên cùng đường đẳng sâu. Chỉ riêng 2 điểm sát của sông P6 và P7 độ cao sóng nhỏ hơn rõ rệt. Vào các tháng mùa hè, độ cao sóng hầu như nhỏ hơn 1 m.



Hình 7. Vị trí dọc đường đẳng sâu để trích kết quả sóng



Hình 8. Phân bố độ cao sóng tại các điểm P1 đến P6 của các tháng trong năm



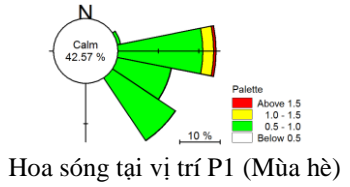
Hình 9. Phân bố độ cao sóng tại các điểm P1 đến P6 của các tháng trong năm

Tuy nhiên, về hướng sóng lại có sự khác biệt rõ ràng giữa các điểm. Cụ thể, các hình dưới đây cho thấy rõ sự khác biệt về hướng sóng và độ cao sóng trong các mùa.

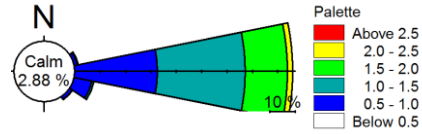
Các hình minh họa sự biến đổi về hướng

sóng và độ cao sóng ở trên cho thấy quy luật biến đổi có tính chất theo mùa rõ rệt. Quy luật này cho thấy sự bất đối xứng về trường sóng ven bờ trong các mùa gió Đông Bắc và Tây Nam.

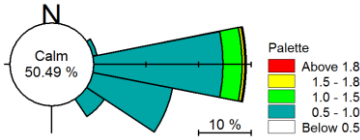
Đặc trưng trường sóng khu vực Cửa Đại...



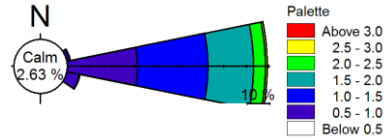
Hoa sóng tại vị trí P1 (Mùa hè)



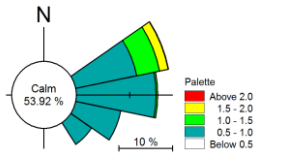
Hoa sóng tại vị trí P1 (Mùa đông)



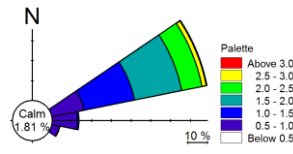
Hoa sóng tại vị trí P2 (Mùa hè)



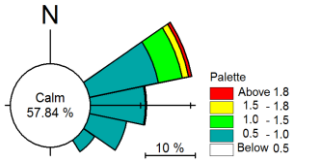
Hoa sóng tại vị trí P2 (Mùa đông)



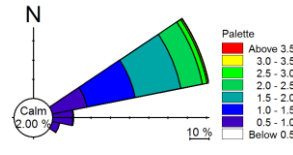
Hoa sóng tại vị trí P3 (Mùa hè)



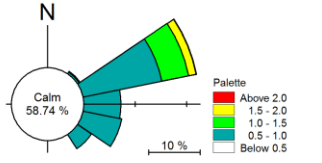
Hoa sóng tại vị trí P3 (Mùa đông)



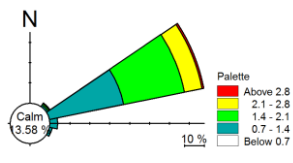
Hoa sóng tại vị trí P4 (Mùa hè)



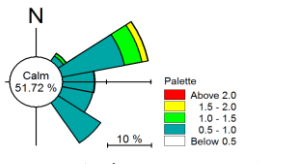
Hoa sóng tại vị trí P4 (Mùa đông)



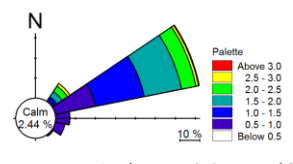
Hoa sóng tại vị trí P5 (Mùa hè)



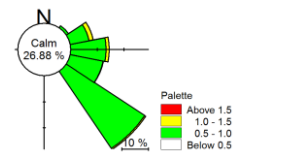
Hoa sóng tại vị trí P5 (Mùa đông)



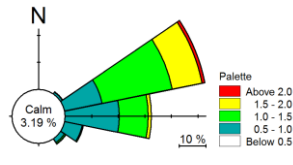
Hoa sóng tại vị trí P6 (Mùa hè)



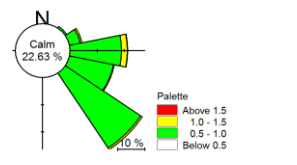
Hoa sóng tại vị trí P6 (Mùa đông)



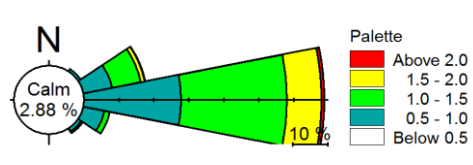
Hoa sóng tại vị trí P7 (Mùa hè)



Hoa sóng tại vị trí P7 (Mùa đông)

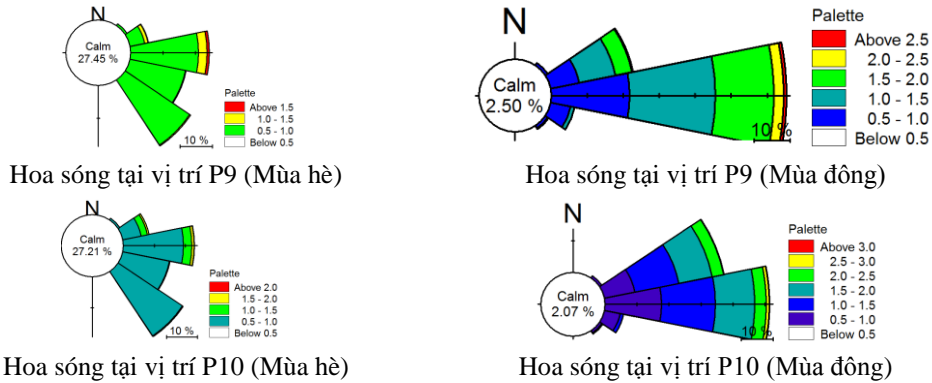


Hoa sóng tại vị trí P8 (Mùa hè)



Hoa sóng tại vị trí P8 (Mùa đông)

Hình 10. Hoa sóng tại các vị trí dọc đường đăng sâu 12 m



Hình 10. Hoa sóng tại các vị trí dọc đường đẳng sâu 12 m (tiếp)

## KẾT LUẬN

Mô hình tính sóng được kiểm nghiệm với số liệu phòng thí nghiệm và thực tế cho kết quả tin cậy. Tuy nhiên, mô hình sóng ở đây là mô hình sóng dừng nên các kết quả chỉ tin cậy với những vùng có địa hình đáy ít biến đổi. Các kết quả nghiên cứu này có thể được tham khảo cho các nghiên cứu tiếp theo về các quá trình thủy động lực của khu vực này.

**Lời cảm ơn:** Nội dung thực hiện của bài báo này được tài trợ bởi trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội thông qua đề tài mã số TN.16-21. Nhóm tác giả xin cảm ơn sự tài trợ này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Peregrine, D. H., 1967. Long waves on a beach. *Journal of Fluid Mechanics*, **27**(4), 815-827.
- Madsen, P. A., Murray, R., and Sørensen, O. R., 1991. A new form of the Boussinesq equations with improved linear dispersion characteristics. *Coastal Engineering*, **15**(4), 371-388.
- Wei, G., Kirby, J. T., Grilli, S. T., and Subramanya, R., 1995. A fully nonlinear Boussinesq model for surface waves. Part 1. Highly nonlinear unsteady waves. *Journal of Fluid Mechanics*, **294**, 71-92.
- Veeramony, J., and Svendsen, I. A., 2000. The flow in surf-zone waves. *Coastal Engineering*, **39**(2-4), 93-122.
- DHI manual, 2008. Mike 21 Boussinesq wave module scientific documentation.
- Booij, N. R. R. C., Ris, R. C., and Holthuijsen, L. H., 1999. A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **104**(C4), 7649-7666.
- Smith, J. M., Resio, D. T., and Zundel, A. K., 1999. STWAVE: Steady-state spectral wave model. Report 1. User's Manual For STWAVE Version 2.0 (No. CHL-99-1). *Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg MS Coastal and Hydraulics Lab*.
- Lin, L., Demirebilek, Z., Mase, H., Zheng, J., and Yamada, F., 2008. CMS-Wave: A nearshore spectral wave processes model for coastal inlets and navigation projects (No. ERDC/CHL-TR-08-13). *Engineer Research And Development Center Vicksburg MS Coastal and Hydraulics Lab*.
- Panchang, V., and Demirebilek, Z., 1998. Wave prediction models for coastal engineering applications. *Wave Phenomena and Offshore Topics*, 163-194.
- Mase, H., Oki, K., Hedges, T. S., and Li, H. J., 2005. Extended energy-balance-equation wave model for multidirectional random wave transformation. *Ocean Engineering*, **32**(8-9), 961-985.
- Nam, P. T., Larson, M., and Hanson, H., 2009. A numerical model of nearshore waves, currents, and sediment transport. *Coastal Engineering*, **56**(11-12), 1084-1096.
- Vũ Công Hữu và nnk., 2015. Đặc trưng trường sóng và diễn biến đường bờ bãi tắm khu vực vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa*



*học: Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 31(3S).*

13. Larson, M., Le Xuan, H., and Hanson, H., 2010. Direct Formula to Compute Wave

Height and Angle at Incipient Breaking. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, **136**(2), 119-122.

## WAVE REGIME IN THE COASTAL AREA OF DAI RIVER MOUTH AT QUANG NAM PROVINCE

**Vu Cong Huu<sup>1</sup>, Le Xuan Hoan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*VNU University of Science*

<sup>2</sup>*Institute of Mechanics, VAST*

**ABSTRACT:** The calculations of wave characteristics have an important role in the study of coastal processes. The coastal area of Dai river mouth (Cua Dai) at Quang Nam province has been experiencing serious shoreline and beach changes that have effected on the socio-economic activities and people's lives. This research has calculated the characteristics of wave field in Cua Dai, Quang Nam by steady-spectrum wave model for the time period from 2002 to 2016 years. The model was verified by experimental data in the wave tank, measured wave data in Nha Trang - Khanh Hoa for 2 periods characteristic of summer and winter. At the coastal area of Quang Nam, the model is verified with measured wave data series in the summer period. Therefore, the results of the characteristics of wave field are great reliable and can be referred by other researches of this coastal area.

**Keywords:** Wave regime, Dai river mouth, wave spectrum model (EBED).