Tuyển Tập Nghiên Cứu Biển, 2015, tập 21, số 2: 1-12

NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA TRƯỜNG SÓNG TRONG VỊNH NHA TRANG BẰNG MÔ HÌNH MIKE-21

Phạm Sỹ Hoàn, Lê Đình Mầu, Nguyễn Văn Tuân, Nguyễn Đức Thịnh, Nguyễn Chí Công
Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học & Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt Trong bài báo này, để tính toán các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang, chúng tôi đã sử dụng môdun tính sóng ven bờ của mô hình MIKE 21 (DHI, 2012). Kết quả tính toán cho thấy, các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang có quy luật biến đổi theo mùa và phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của trường gió. Độ cao sóng trong thời kỳ gió mùa đông bắc lớn hơn so với thời kỳ gió mùa tây nam và đạt cực đại vào tháng 12 - 1. Độ cao sóng hiệu dụng trung bình đạt giá trị 1,2 - 1,5 m tại khu vực bắc Hòn Tre và 0,8 - 0,9m tại khu vực ven bờ phía tây vịnh. Độ cao sóng hiệu dụng trung bình trong thời kỳ gió mùa tây nam nhỏ hơn 0,5 m so với thời kỳ gió mùa đông bắc. Tại các khu vực ven bờ phía tây vịnh, sóng có độ cao trung bình nhỏ hơn 0,3 m. Trong thời kỳ này, độ cao sóng lớn nhất thường rơi vào tháng 8. Sóng có độ cao lớn nhất khi bị ảnh hưởng của bão có thể đạt tới 4 - 5 m tại khu vực phía bắc Hòn Tre và 2 - 3,5 m tại khu vực ven bờ phía tây vịnh.

STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF WAVE FIELD IN NHA TRANG BAY BY MIKE-21 MODEL

Pham Sy Hoan, Le Dinh Mau, Nguyen Van Tuan, Nguyen Duc Thinh, Nguyen Chi Cong
Institute of Oceanography, Vietnam Academy of Science & Technology

Abstract Characteristics of the wave filed in Nha Trang bay were calculated by module of coastal area wave (spectral wave FM) of MIKE 21 model (DHI, 2012). The studied results show that characteristics of the wave field in Nha Trang bay have seasonal change rules and depended mainly on the wind regime. The wave height during the northeast monsoon period is higher than that during the southwest monsoon period. The maximum value of wave height occurs from December to January next year. The average significant wave height value is about 1.2 - 1.5 m in the north of Hon Tre island and about 0.8 - 0.9 m in front of beaches in the west coastal area. The average significant wave height value during the prevailing southwest monsoon period is less than that during the prevailing northeast monsoon period about 0.5 m. It is less than 0.3 m in front of beaches in the west coastal area. During the southwest monsoon prevailing period, the wave is the strongest in August. Storm wave height can reach from 4 to 5 m in the north of Hon Tre island and from 2 to 3.5 m in front of beaches in the west coastal area.

I. MỞ ĐẦU

Sóng biển là một trong những yếu tố động lực được quan tâm nhiều trong khoa học cũng như trong thực tiễn. Việc đo đạc, tính toán và dự báo các đặc trưng của trường sóng có ý nghĩa to lớn trong thực tiễn.

Ở Việt Nam, việc sử dụng mô hình để tính toán các đặc trưng của chế độ sóng ở Biển Đông đã được thực hiện bởi một số công trình nghiên cứu của một số tác giả trong và ngoài nước như: Peter C. Chu và cs. (2004) với mô hình WAVEWATCH-III; Nguyễn Thọ Sáo và cs. (2004); Lê Đình Mầu và cs. (2014); Warachat và cs. (2010) với mô hình WAM; Nguyễn Khắc Nghĩa và cs. (2009. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ NN và PTNN), Lê Đình Mầu và cs. (2010) với mô hình SWAN; Lê Mạnh Hùng và cs. (2011) với mô hình MIKE 21 SW FM… Các nghiên cứu này cũng đã đưa ra những đánh giá mức độ tin cậy so với các chuỗi số liệu đo đạc… Hiện nay, đối với các vùng biển ven bờ, cửa sông, nơi có địa hình biến đổi phức tạp, người ta thường áp dụng các mô hình có độ tin cậy cao như: SWAN, MIKE 21 SW, STWAVE để tính toán các đặc trưng của trường sóng. Để thực hiện các tính toán, các mô hình này cần sử dụng các điều kiện của sóng ngoài khơi khi truyền vào vùng ven bờ.

Để tính toán các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang, Lê Đình Mầu và cs. (2010) đã sử dụng mô hình tính sóng vùng ven bờ SWAN với điều kiện biên của sóng nước sâu được tính bằng mô hình Dolphin từ trường gió thu thập tại trạm khí tượng Nha Trang. Kết quả tính toán này đã mô phỏng khá tốt với trường gió với tốc độ 12 m/s và hướng NE và SE, tuy nhiên do điều kiện biên tính toán không đổi nên kết quả nghiên cứu chưa lột tả hết được sự phát triển cũng như tắt dần của trường sóng theo gió.

Các kết quả tính sóng ngoài khơi bằng mô hình với quy mô lớn để làm biên tính toán sóng cho các thủy vực ven bờ cũng đã được áp dụng. Với cách tính này, điều kiện sóng trên biên liên tục biến đổi theo thời gian (tháng, năm, nhiều năm). Các mô hình tính sóng quy mô toàn cầu được thừa nhận hiện nay là WAM, WAVEWATCH- III thường được sử dụng. Trường gió để tính toán thường là gió từ vệ tinh được phân tích lại và hiệu chỉnh dựa vào nhiều tài liệu đo đạc khác nhau. Đây cũng là cách tiếp cận được sử dụng trong nghiên cứu này. Mô hình tính sóng WAM cho Biển Đông đã được thực hiện trong đề tài cơ sở của phòng Vật Lý biển năm 2012 (Le Dinh Mau và Nguyen Van Tuan, 2014).

Trong bài báo này, các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang được tính bằng mô hình MIKE-21 SW FM với điều kiện biên sóng ngoài khơi lấy từ kết quả tính sóng Biển Đông bằng mô hình WAM của đề tài nói trên. Để đánh giá được các đặc trưng sóng lan truyền vào vùng bờ với điều kiện địa phương, chúng tôi đã sử dụng số liệu gió thu thập tại trạm khí tượng Nha Trang để tính toán.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Tài liệu

Đã sử dụng các kết quả tính toán sóng ngoài khơi bằng mô hình WAM (Le Dinh Mau và Nguyen Van Tuan, 2014) để làm điều kiện biên phục vụ việc tính toán các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang. Số liệu gió phục vụ cho việc tính toán bằng mô hình WAM được xử lý từ tư liệu gió vệ tinh với obs quan trắc 06 giờ/lần từ 1/1/2005 đến 31/12/2014 (10 năm).

Đã sử dụng số liệu gió tại trạm khí tượng Nha Trang từ 1990-2014 (25 năm), với obs quan trắc 06 giờ/ lần.

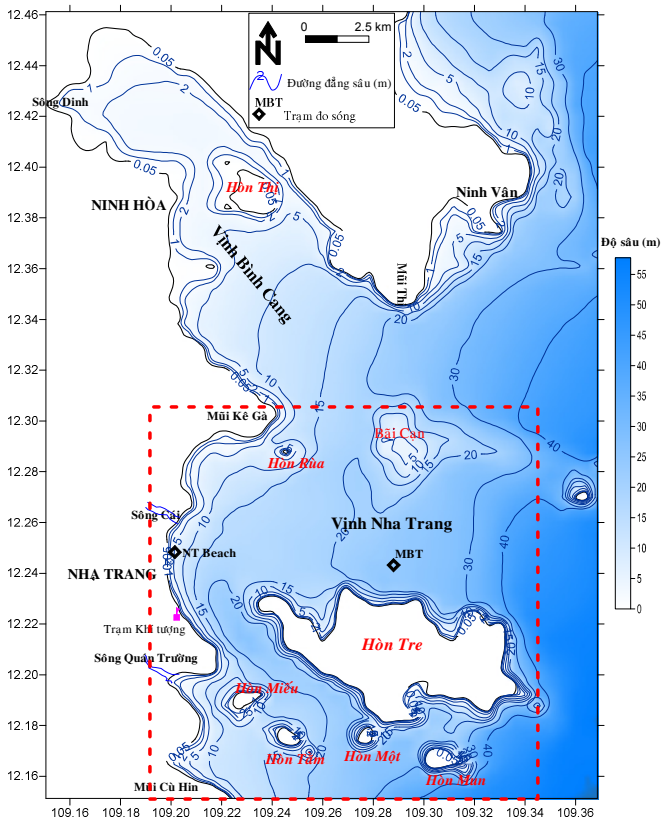
Để kiểm chứng các kết quả tính toán bằng mô hình đã sử dụng:

- Các số liệu đo sóng tại trạm liên tục trong 02 ngày đêm tại khu vực gần cửa vịnh Nha Trang (phía bắc Hòn Tre), từ 24 – 25/12/2013 (01 giờ/ lần đo) của hợp đồng ký với Sở KHCN Khánh Hòa về "*Nghiên cứu thiết lập rạn nhân tạo kết hợp phục hồi san hô ở khu vực mũi Bàng Thang (Tây Bắc Hòn Tre, vịnh Nha Trang)*" (hiện đang lưu trữ tại Phòng Vật lý - Viện Hải dương học).

- Các số liệu đo sóng tại trạm liên tục 03 ngày đêm tại khu vực ven bờ đối diện với UBND tỉnh Khánh Hòa, từ 9 giờ ngày 01/7/2015– 8 giờ ngày 04/7/2015 (01 giờ/lần đo) của hợp đồng ký với Sở KHCN Khánh Hòa về "*Xác định các khu vực có khả năng cải tạo, phát triển bãi tắm nhân tạo và đề xuất các phương án bảo vệ bãi tắm tự nhiên trong vịnh Nha Trang*" (hiện đang lưu trữ tại Phòng Vật lý- Viện Hải dương học).

Vị trí các điểm đo đạc và thu thập số liệu sóng phục vụ tính toán có thể xem trên hình 1 trạm MBT và TN Beach.

Để phục vụ cho việc tính toán bằng mô hình MIKE-21, đã sử dụng bản đồ địa hình đáy của Hải Quân nhân dân Việt Nam xuất bản năm 1994, tỉ lệ 1/100.000 (từ mũi Đại Lãnh đến Hòn Tre); Và được bổ sung chi tiết theo tỉ lệ 1/50.000 do Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển đo đạc năm 2006.



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và vị trí các điểm thu thập số liệu kiểm chứng mô hình
Fig. 1. The study areas and positions of wave data collection for model verification

2. Phương pháp

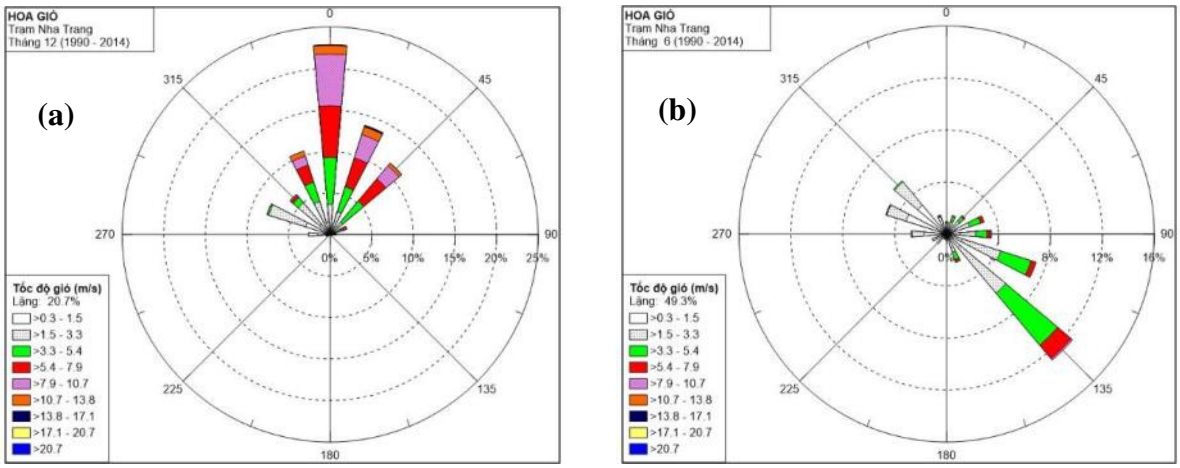
2.1. Khu vực nghiên cứu

Vịnh Nha Trang theo ranh giới hành chính (khung nét đứt trên hình 1) không thể tách khỏi sự tương tác thủy - thạch động lực với vực nước Bình Cang - Nha Phu ở phía bắc nên khi tính toán đã cho phép mở rộng phạm vi tính toán (Hình 1). Có thể thấy khu vực nghiên cứu có địa hình khá phức tạp đối với bài toán lan truyền sóng, có nhiều đảo che chắn, có bãi cạn lớn nằm phía bắc Hòn Tre án ngự phía trong cửa lớn của vịnh làm suy giảm năng lượng sóng truyền từ ngoài khơi vào vịnh và có đường bờ khúc khuỷu.

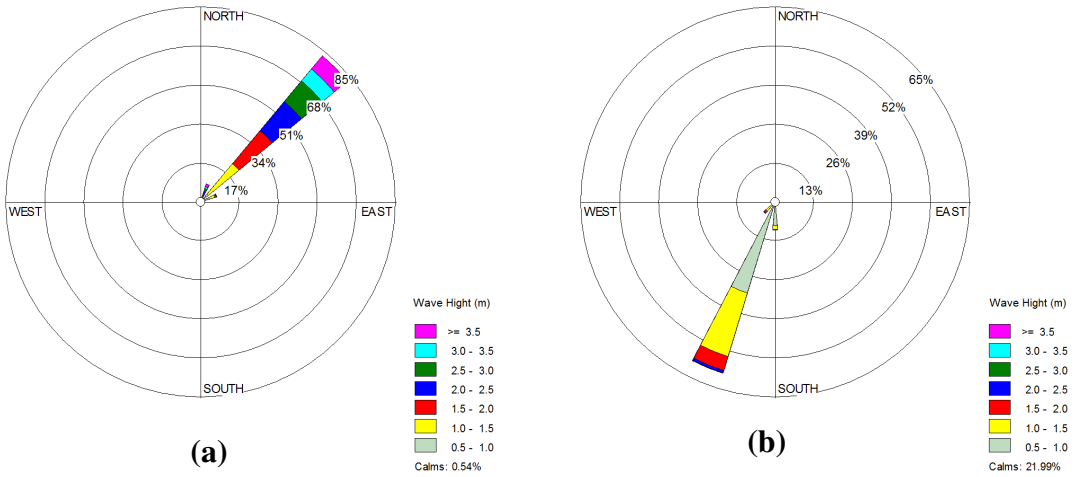
Khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa Châu Á với sự luân phiên của hai mùa gió thịnh hành là gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam. Trong đó, trường gió mùa đông bắc mạnh hơn cả tốc độ lẫn thời gian tác động.

Gió khi vào gần bờ bị thay đổi hướng thành hướng thịnh hành trong mùa gió đông bắc là bắc và đông bắc; trong mùa gió tây nam là hướng đông nam là chủ yếu (Hình 2). Gió trong khu vực ven bờ cũng là một yếu tố có ảnh hưởng đến sự biến dạng trường sóng trong vùng ven bờ.

Chế độ sóng ngoài khơi là yếu tố quan trọng nhất quyết định đến chế độ sóng trong vịnh. Do khu vực không có điểm quan trắc sóng dài ngày nên sóng ngoài khơi phục vụ tính toán sóng trong vịnh được tính từ mô hình WAM cho chu kỳ 10 năm (2005 - 2014), cứ 06 giờ có 01 số liệu. Mô hình WAM tính sóng Biển Đông đã được thực hiện qua đề tài cơ sở 2012, thể hiện qua công bố của Le Dinh Mau và Nguyen Van Tuan (2014). Sóng ngoài khơi phụ thuộc vào chế độ gió trên Biển Đông. Sóng ngoài khơi vịnh Nha Trang có hướng chủ đạo là đông bắc vào mùa gió mùa đông bắc và nam - tây nam vào mùa gió mùa tây nam. Sóng trong gió mùa đông bắc lớn hơn và chiếm ưu thế về thời gian ngự trị (7 tháng/ năm) hơn gió mùa tây nam (Hình 3).



Hình 2. Hoa gió trạm Nha Trang (1990 - 2014) (a- tháng 12; b- tháng 6)
Fig. 2. Wind rose at Nha Trang station during 1990 to 2014 (a- December; b- June)



Hình 3. Hoa sóng khu vực ngoài khơi vịnh Nha Trang (2005 - 2014) theo kết quả tính toán từ mô hình WAM (a- thời kỳ gió mùa đông bắc mạnh; b- thời kỳ gió mùa tây nam mạnh)
Fig. 3. Wave rose offshore Nha Trang bay (2005 - 2014) from WAM model (a- during strong NE monsoon; b- during strong SW monsoon)

2.2. Mô hình tính sóng

Mô hình tính sóng sử dụng là MIKE-21 SW FM là mô hình cho phép tính toán sự phát triển, sự biến dạng và sự suy tàn của sóng gió và sóng lừng trong vùng biển ven bờ và vùng khơi. Mô hình tính tới khá đầy đủ các hiệu ứng làm biến dạng sóng như khúc xạ, nhiễu xạ, phản xạ, nước nông, tương tác phi tuyến sóng - sóng… Một số phương trình cơ bản như sau:

- Công thức phổ sóng đầy đủ:

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

Với N(σ, θ)- là phổ mật độ hoạt động sóng. Phổ mật độ có mối quan hệ với mật độ năng lượng: $N = \frac{E}{\sigma}$;

θ - hướng truyền sóng; σ - tần số góc pha tương quan: $\sigma = \sqrt{gk\tanh(kd)} = \omega - \bar{k}.\bar{U}$

$\bar{v} = (c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$ - là tốc độ truyền sóng của một nhóm sóng. Trong đó:

$$(c_x, c_y) = \frac{d\bar{x}}{dt} = \bar{c}_g + \bar{U} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)}\right)\frac{\sigma}{k} + \bar{U} \quad (2)$$

$$c_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial\sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t} + \bar{U}.\nabla_{\bar{x}} d\right] - c_g\bar{k}.\frac{\partial\bar{U}}{\partial s} \quad (3)$$

$$c_\theta = \frac{d\theta}{dt} = -\frac{1}{k}\left[\frac{\partial\sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m} + \bar{k}.\frac{\partial\bar{U}}{\partial m}\right] \quad (4)$$

Hàm nguồn trong phương trình (1) bao gồm thành phần truyền mô men năng lượng gió thành sóng (S_{in}); tương tác phi tuyến sóng - sóng (S_{nl}); tiêu tán năng lượng do đổ sóng ở nước sâu (S_{ds}); tiêu tán năng lượng do ma sát đáy (S_{bot}) và do giảm độ sâu gây đổ sóng (S_{surf}).

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf} \quad (5)$$

2.3. Áp dụng tính toán cho vịnh Nha Trang

Đã tiến hành tính sóng cho vịnh Nha Trang trong thời gian 2005 - 2014. Mô hình đã được cài đặt với các thông tin như sau:

Tại biên lỏng ngoài biển: cho các đặc trưng sóng thu được từ mô hình WAM. Các đặc trưng này là không đổi trên biên, nhưng biến đổi theo thời gian 06 giờ/lần trong suốt quá trình tính toán (minh họa cho tháng 12 và tháng 7 như trên hình 3). Tại biên mặt cho tốc độ và hướng gió như kết quả thống kê trên bảng 1.

Đã dùng hàm phổ sóng đầy đủ, phổ sóng được rời rạc theo:

- Rời rạc tần số: Theo luật logarit
- Rời rạc hướng: được chia thành 16 hướng trong 360 độ.

Các tương tác phi tuyến được thiết lập trong mô hình dựa theo các kết quả nghiên cứu thực nghiệm của các tác giả khác đã được công bố và đã được nêu rõ trong tài liệu hướng dẫn mô hình (DHI, 2011). Cụ thể như: sự tiêu tán năng lượng do sự bạc đầu đỉnh sóng (Hasselmann, 1974 và Janssen, 1989); Ma sát đáy được tính theo Johnson và Kofoed- Hansen (2000) cho rằng ma sát phụ thuộc vào chính đặc trưng sóng và quan trọng là đặc điểm bề mặt đáy (ở đây dùng độ gồ ghề đáy Nikuradse (= 0,02)); Sự đổ sóng do nước nông theo công thức của Eldeberky và Battjies (1996) với tham số đổ sóng gamma là 0,8; Sự chuyển đổi năng lượng phi tuyến của sóng qua sự cộng hưởng sóng được rời rạc theo Hasselmann và cs. (1985).

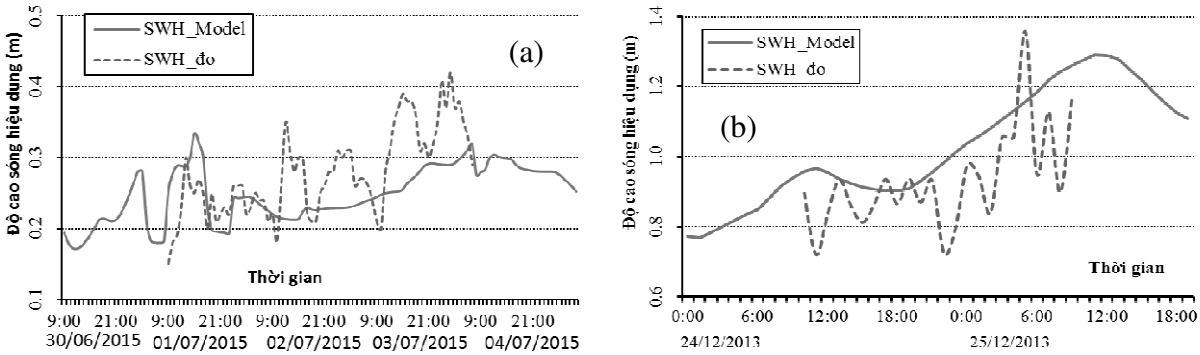
Lưới tính được thiết lập là lưới phi cấu trúc với 2147 điểm lưới, 3599 thành phần.

2.4. Kiểm chứng mô hình

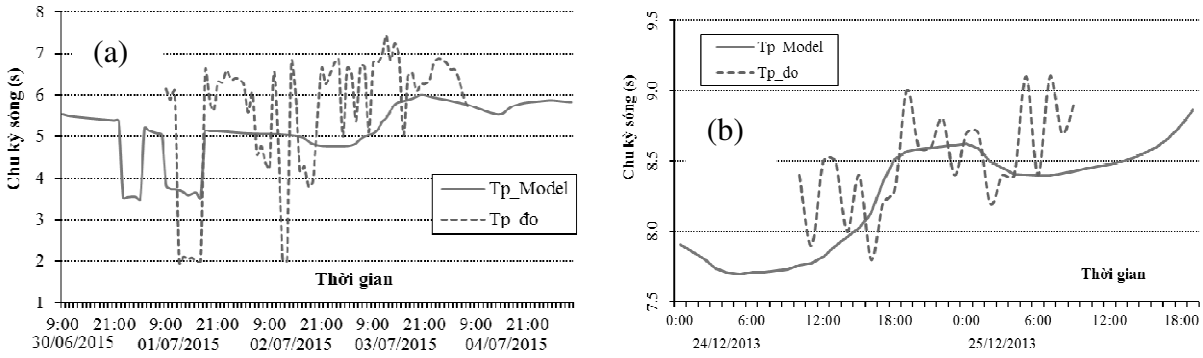
Mô hình được chạy để kiểm chứng cho trường hợp mùa gió mùa đông bắc 12/2013 và mùa gió mùa tây nam 07/2015 như hình 4 đến hình 6. Sai số tương đối trung bình mắc phải khi so sánh giá trị tính toán mô hình và giá trị thực đo trong trường hợp gió mùa tây nam là 9,8% đối với độ cao sóng hiệu dụng, 9,5% đối với độ cao sóng cực đại, 1,9% đối với chu kỳ, 1,9% đối với hướng sóng. Các giá trị này trong trường hợp gió mùa đông bắc lần lượt là: 10,2%, 1,2%, 2,1% và 3,97%. Có thể thấy các sai số như vậy là hoàn toàn chấp nhận được.

Bảng 1. Thống kê tốc độ và hường gió thịnh hành các tháng phục vụ tính toán mô hình
Table 1. The monthly statistic of prevailing wind speed and direction for setup model

	Hướng ưu thế		Tốc độ ưu thế 1		Tốc độ ưu thế 2		Tốc độ ưu thế 3		Cài đặt mô hình	
Tháng	Hướng	Tần suất (%)	Tốc độ	Tần suất (%)	Tốc độ	Tần suất (%)	Tốc độ	Tần suất (%)	Tốc độ	Hướng
1	N	21,18	< 3,4	20,08	< 5,5	36,44	< 6,75	59,94	6	N
2	NE	18,2	< 3,4	18,01	< 5,5	36,47	< 6,75	57,18	5	NE
3	NE	14,24	< 3,4	17	< 5,5	33,55	< 6,75	51,37	4	NE
4	SE	12,93	< 1,6	16,16	< 3,4	33,34	< 5,5	49,07	3	SE
5	SE	14,08	< 1,6	17,93	< 3,4	35,51	< 5,5	48,79	3	SE
6	SE	14,92	< 1,6	17,83	< 3,4	35,85	< 5,5	49,76	3	SE
7	SE	17,76	< 1,6	17,87	< 3,4	35,93	< 5,5	50,08	4	SE
8	SE	16,29	< 1,6	17,31	< 3,4	34,87	< 5,5	48,1	3	SE
9	SE	10,1	< 1,6	17,03	< 3,4	35,21	< 5,5	47,17	3	SE
10	NE	13,3	< 1,6	17,57	< 3,4	38,49	< 5,5	51,21	4	NE
11	N	15,86	< 3,4	18,08	< 5,5	30,35	< 6,75	49,42	5	N
12	N	26,17	< 3,4	18,02	< 5,5	34,57	< 6,75	59,21	6	N

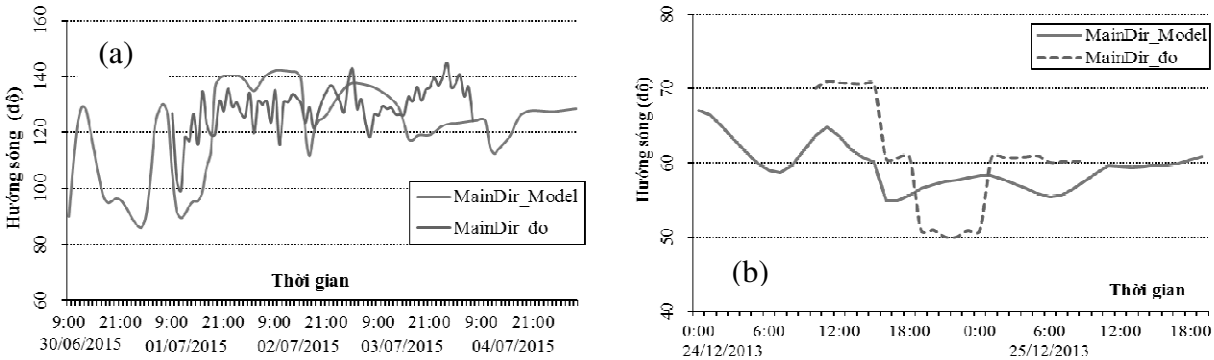


Hình 4. Độ cao sóng hiệu dụng (m) giữa kết quả tính toán mô hình và tài liệu thực đo trong thời kỳ gió mùa tây nam mạnh (a- tại vị trí trước bãi đường Lê Lợi) và thời kỳ gió mùa đông bắc mạnh (b- tại khu vực cửa phía đông vịnh Nha Trang)
Fig. 4. Significant wave height (m) from model result and measured data during strong southwest monsoon (a- at beach in front of Le Loi street) and strong northeast monsoon (b- at east mouth of Nha Trang bay)



Hình 5. Chu kỳ sóng (s) giữa kết quả tính toán mô hình và tài liệu thực đo trong thời kỳ gió mùa tây nam mạnh (a- tại vị trí trước bãi đường Lê Lợi) và thời kỳ gió mùa đông bắc mạnh (b- tại khu vực cửa phía đông vịnh Nha Trang)

Fig. 5. Peak wave period (s) from model result and measured data during strong southwest monsoon (a- at beach in front of Le Loi street) and strong northeast monsoon (b- at east mouth of Nha Trang bay)



Hình 6. Hướng sóng (độ) giữa kết quả tính toán mô hình và tài liệu thực đo trong thời kỳ gió mùa tây nam mạnh (a- tại vị trí trước bãi đường Lê Lợi) và thời kỳ gió mùa đông bắc mạnh (b- tại khu vực cửa phía đông vịnh Nha Trang)

Fig. 6. Mean wave direction (degree) from model result and measured data during strong southwest monsoon (a- at beach in front of Le Loi street) and strong northeast monsoon (b- at east mouth of Nha Trang bay)

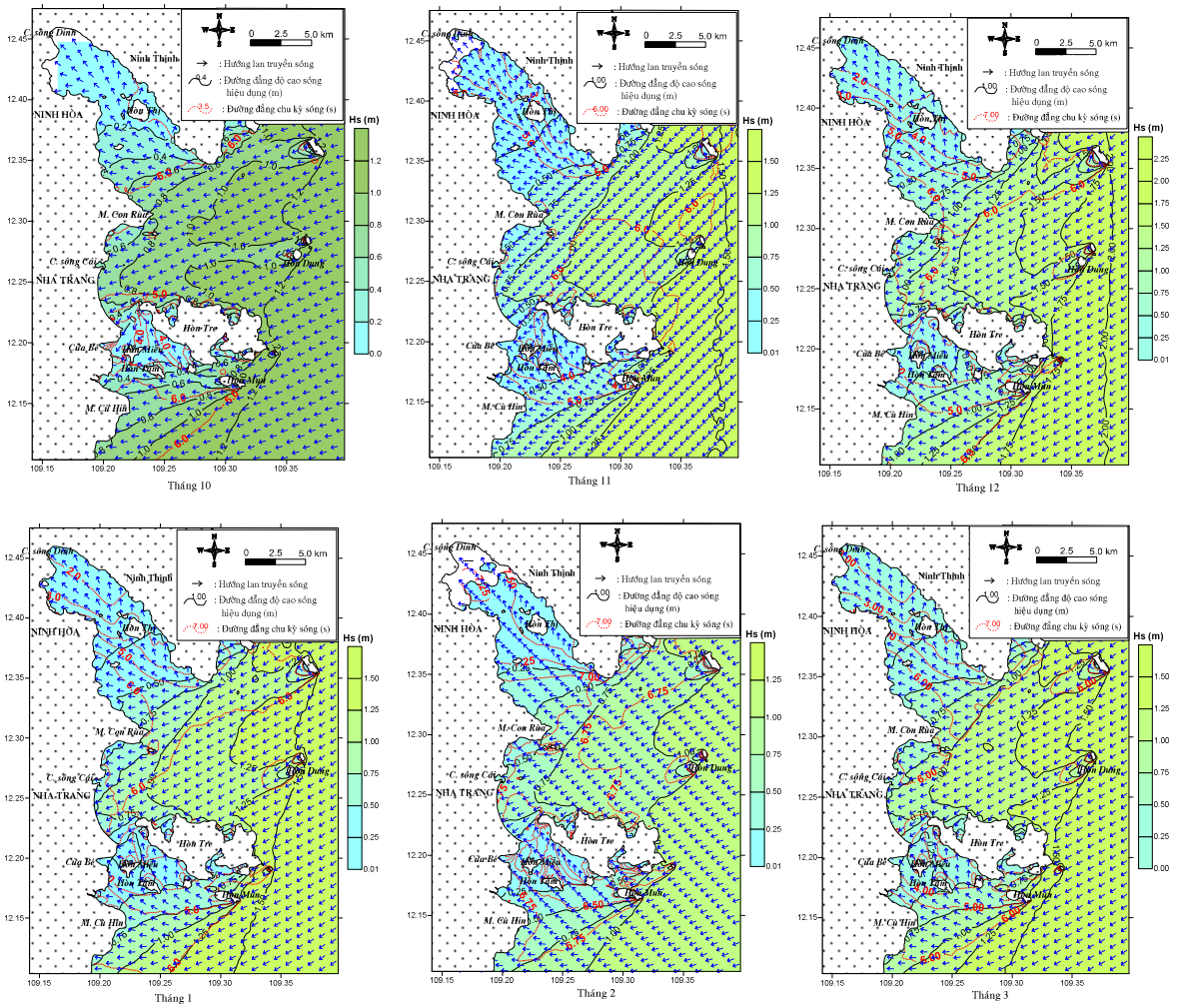
III. KẾT QUẢ

1. Đặc điểm biến đổi mùa

Như ta đã biết, sự biến đổi của các đặc trưng sóng phụ thuộc chặt chẽ vào sự biến đổi của gió. Trên vùng biển Khánh Hòa, gió mùa đông bắc hoạt động từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau, gió mùa tây nam từ tháng 5 đến tháng 9, các tháng 4 và 10 là tháng chuyển mùa gió nhưng mang nhiều đặc điểm của gió mùa đông bắc hơn gió mùa tây nam. Qua kết quả tính toán mô hình WAM với điểm truy xuất kết quả phân tích ngoài khơi vịnh Nha Trang cũng cho thấy, sóng có hướng đông bắc kéo dài 7 tháng trong năm (từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau), sóng có hướng nam - tây nam xảy ra trong các tháng còn lại (Le Dinh Mau và Nguyen Van Tuan, 2014). Sóng này khi lan truyền vào vịnh Nha Trang, chịu tác động của địa hình nhiều đảo che chắn, đường bờ thay đổi và gió địa phương nên đã thay đổi cả hướng và độ cao sóng.

Vào mùa gió mùa đông bắc, độ cao sóng hiệu dụng lớn dần lên từ tháng 10 đến tháng 12 và tháng 1, sau đó giảm dần xuống đến tháng 3 (Hình 7). Tháng 12 có độ cao sóng lớn nhất, đường đẳng độ cao sóng hiệu dụng trung bình 1,5 m lấn sâu vào cửa phía đông vịnh Nha Trang, đường đẳng độ cao sóng hiệu dụng trung bình 1 m lấn sâu vào sát các bãi tắm ven bờ tây vịnh. Trong tháng 11 và tháng 1, đường đẳng độ cao sóng hiệu dụng trung bình 0,75 m lấn sâu vào sát các bãi tắm bờ tây vịnh. Trong tháng 3, độ cao sóng ở các bãi tắm nhỏ hơn (gần 0,5 m), tháng 10 là từ 0,25 - 0,5 m. Dọc theo bờ tây vịnh, khu vực được che chắn sóng (không chịu tác động trực tiếp của sóng, chỉ chịu ảnh hưởng của sóng khúc xạ, nhiễu xạ…) là khu vực phía nam sân bóng Thanh Niên đến Dimond Bay, độ cao sóng hiệu dụng chủ yếu nhỏ hơn 0,5 m, các tháng 10, 3 độ cao sóng hiệu dụng nhỏ hơn 0,4, cho thấy vai trò che chắn sóng của Hòn Tre.

Hướng sóng trung bình trong mùa gió mùa đông bắc chủ yếu là hướng đông bắc đối với khu vực cửa phía đông vịnh và phía bắc Hòn Tre, các tháng 10 và tháng 3, hướng sóng hơi lệch đông thành hướng đông - đông bắc. Khu vực bắc Hòn Chồng đến Ba Làng, sóng có hướng đông. Khu vực phía tây và tây nam Hòn Tre, nơi có độ cao sóng nhỏ hơn, sóng có hướng là đông và đông nam (Hình 7).

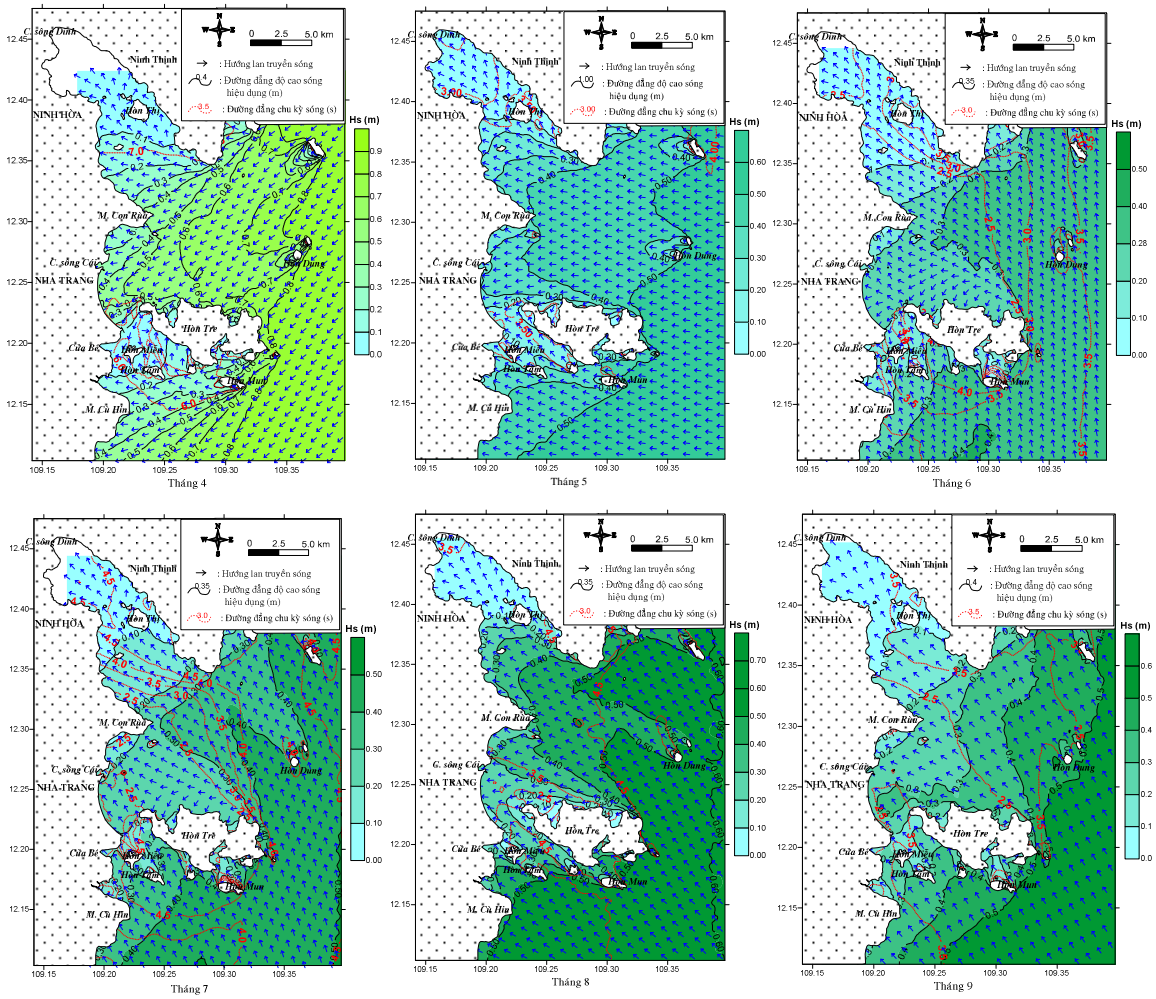


Hình 7. Phân bố trường sóng trung bình tháng mùa gió mùa đông bắc
Fig. 7. Distribution of monthly wave characteristics in NE monsoon

Chu kỳ sóng trung bình trong thời kỳ gió mùa đông bắc dao động từ 5 - 6,5 s đối với khu vực phía bắc Hòn Tre. Phía tây, tây nam Hòn Tre và vịnh Bình Cang - Nha Phu, chu kỳ sóng từ 3 - 5 s (Hình 7).

Vào mùa gió mùa tây nam, sóng khu vực phía nam Hòn Tre lớn hơn phía bắc Hòn Tre, tuy nhiên độ cao sóng nhỏ hơn nhiều so với mùa gió mùa đông bắc. Độ cao sóng hiệu dụng trung bình lớn nhất khoảng 0,5 - 0,6 m vào tháng 8 tại khu vực nam Hòn Tre (Hình 8). Vào tháng 8, đường đẳng độ cao sóng hiệu dụng 0,5 m ép sát vào bờ tây. Các tháng còn lại độ cao sóng nhỏ hơn 0,5 m. Khu vực cửa phía đông vịnh, phía bắc Hòn Tre, độ cao sóng hiệu dụng trung bình từ 0,3 - 0,5 m, vùng ven bờ tây vịnh phía bắc Hòn Tre, độ cao sóng hiệu dụng trung bình chủ yếu nhỏ hơn 0,3 m. Khu vực được che chắn sóng tốt nhất trong mùa gió mùa tây nam là khu vực bắc sông Cửa Bé đến Ba Làng.

Hướng sóng trung bình trong thời kỳ gió mùa tây nam khi lan truyền vào vịnh Nha Trang là đông - đông bắc vào tháng 4, đông - đông nam vào tháng 5, đông nam hoặc nam - đông nam vào tháng 6, 7, 8, 9 (Hình 8). Khu vực phía bắc Hòn Tre, sóng có hướng là đông hoặc đông - đông nam hoặc đông - đông bắc.



Hình 8. Phân bố trường sóng trung bình tháng mùa gió mùa tây nam
Fig. 8. Distribution of monthly wave characteristics in SW monsoon

Chu kỳ sóng trong vịnh Nha Trang trong thời kỳ gió mùa tây nam hoạt động trung bình từ 3 - 5 s, tháng 4 từ 5 - 6 s.

Các đặc trưng sóng theo tháng tại khu vực gần cửa phía đông vịnh Nha Trang bắc Hòn Tre và khu vực trước bãi tắm đường Lê Lợi bờ phía tây vịnh Nha Trang được thống kê trong bảng 2. Các đặc trưng trung bình tháng cũng như cực đại tháng cho thấy sự chiếm ưu thế của sóng trong mùa gió mùa đông bắc, lớn nhất là tháng 12, tháng 1 (độ cao sóng hiệu dụng phía bắc Hòn Tre từ 1,2 - 1,5 m, tại khu vực bãi tắm trước đường Lê Lợi đạt 0,8 - 0,9 m). Độ cao sóng lớn nhất trung bình tháng (Hmax) có thể đạt tới 2,3 - 3,0 m tại phía bắc Hòn Tre, đạt 1,5 - 1,6 m tại khu vực trước bãi tắm đường Lê Lợi trong thời gian gió mùa đông bắc mạnh. Chu kỳ sóng trong thời kỳ gió mùa đông bắc cũng lớn hơn gió mùa tây nam. Các đặc trưng của trường sóng cực đại tháng cũng cho thấy rằng sóng trong thời kỳ gió mùa đông bắc chiếm ưu thế hơn cả về độ cao sóng và thời gian tác động. Độ cao sóng hiệu dụng có thể đạt từ khoảng 1,9 - 2,4 m tại vị trí trước bãi tắm đường Lê Lợi, đạt khoảng 2 - 2,5 m tại khu vực phía bắc vịnh Nha Trang trong các tháng gió mùa đông bắc mạnh. Trong các tháng gió mùa tây nam, độ cao sóng hiệu dụng trung bình tháng lớn nhất có thể đạt từ 0,4 - 0,5 m tại khu vực phía bắc Hòn Tre, đạt khoảng 0,3 m tại bãi tắm đường Lê Lợi.

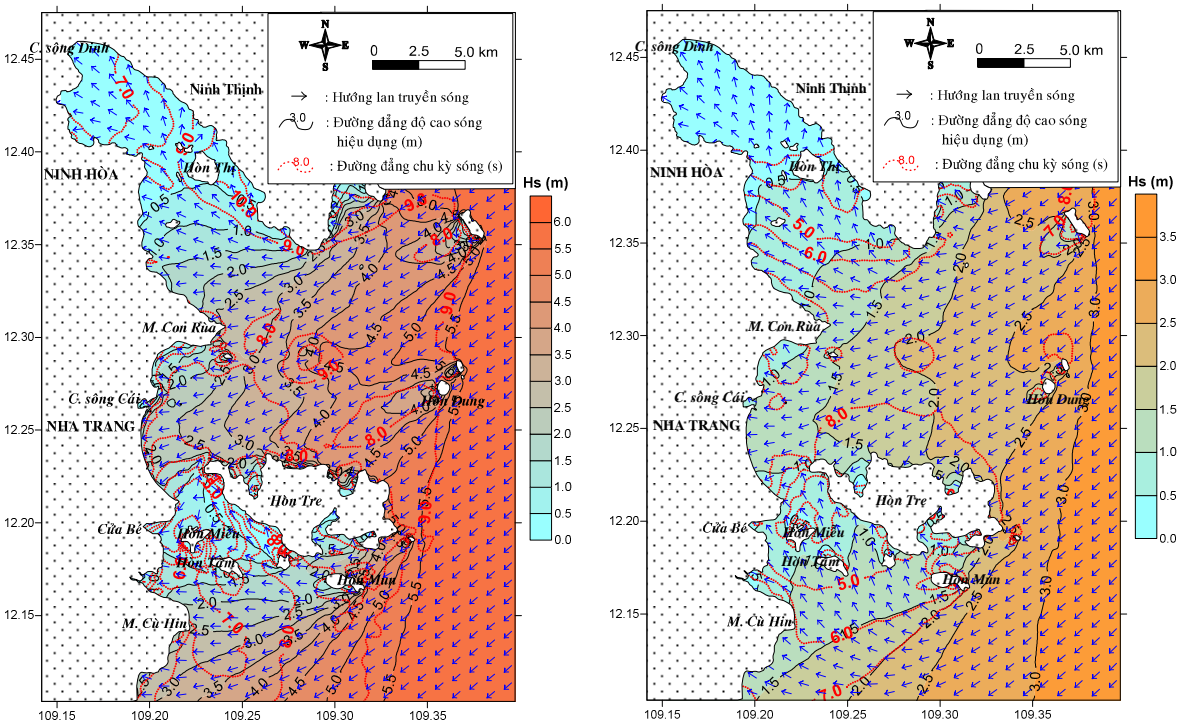
Bảng 2. Các đặc trưng sóng trung bình tại các vị trí trong vịnh Nha Trang
Table 2. Monthly average wave features at some points in the Nha Trang bay

Tháng	SWH_P1 (m)	SWH_P2 (m)	Hmax_P1 (m)	Hmax_P2 (m)	Period_P1 (s)	Period_P2 (s)	Dir_P1 (độ)	Dir_P2 (độ)
				Trung bình				
Tháng 1	0,76	1,18	1,48	2,30	5,27	5,48	78,27	56,60
Tháng 2	0,64	0,95	1,24	1,83	5,97	6,30	77,56	59,73
Tháng 3	0,65	0,96	1,28	1,88	5,05	5,26	76,46	59,28
Tháng 4	0,33	0,55	0,67	1,11	3,30	3,44	89,87	97,81
Tháng 5	0,22	0,37	0,46	0,74	3,19	3,23	98,26	110,84
Tháng 6	0,22	0,41	0,43	0,81	5,13	5,23	102,85	105,07
Tháng 7	0,23	0,37	0,48	0,76	4,26	4,25	97,11	114,60
Tháng 8	0,28	0,53	0,56	1,06	4,80	4,79	100,19	122,27
Tháng 9	0,29	0,37	0,60	0,75	2,56	4,33	74,40	129,83
Tháng 10	0,65	1,07	1,26	2,07	6,59	6,47	87,85	71,54
Tháng 11	0,65	1,19	1,27	2,32	5,95	5,98	86,06	57,36
Tháng 12	0,82	1,54	1,61	3,00	6,14	6,16	89,61	57,53
				Trung bình cực đại				
Tháng 1	1,06	1,87	2,08	3,63	5,27	5,75	84,27	51,84
Tháng 2	0,72	1,33	1,42	2,58	4,77	5,55	78,96	46,22
Tháng 3	0,77	1,40	1,52	2,75	4,20	4,69	81,20	46,55
Tháng 4	0,71	1,01	1,39	1,98	5,58	5,63	77,77	69,25
Tháng 5	0,36	0,59	0,72	1,17	4,05	3,98	81,55	96,33
Tháng 6	0,30	0,46	0,61	0,93	2,74	3,21	72,31	76,78
Tháng 7	0,53	0,64	1,07	1,27	5,65	5,68	74,43	72,09
Tháng 8	0,50	0,68	1,02	1,39	3,20	3,32	54,95	34,80
Tháng 9	0,40	0,54	0,81	1,08	3,98	4,00	81,89	91,54
Tháng 10	0,92	1,55	1,76	2,97	8,72	8,47	93,17	58,34
Tháng 11	1,19	1,85	2,24	3,50	10,56	10,08	92,69	61,75
Tháng 12	1,25	2,35	2,40	4,54	7,67	7,41	90,89	58,58

Ghi chú: P2- tại cửa phía đông vịnh; P1- trước bãi tắm đường Lê Lợi; SWH- độ cao sóng hiệu dụng, Hmax- độ cao sóng cực đại, Period- chu kỳ sóng trung bình, Dir- hướng sóng)

2. Sóng do ảnh hưởng bão

Vịnh Nha Trang là một trong số khu vực chịu ảnh hưởng ít của bão và áp thấp nhiệt đới so với các khu vực khác, đặc biệt là khu vực phía bắc Việt Nam. Trường sóng do ảnh hưởng bão đóng vai trò rất quan trọng trong công trình ven bờ, bảo vệ bờ biển. Kết quả tính trường sóng trong một số cơn bão điển hình được thể hiện trên hình 9. Sóng hiệu dụng cực đại có độ cao trên 3,5 m có thể xảy ra ở phía bắc Hòn Tre, khu vực ven bờ từ phía bắc Mũi Chụt đến Ba Làng có thể có độ cao sóng hiệu dụng trên 2 m, độ cao sóng cực đại trên 3,5 m (cơn bão FAITH xảy ra 12/1998). Một cơn bão khác không trực tiếp đổ bộ vào vịnh nhưng gây ra độ cao sóng lớn cho vịnh Nha Trang bởi vì nó đồng thời chịu ảnh hưởng 02 cơn bão là bão THIRTY (03 - 06/11/2013) khi vào gần bờ suy yếu thành áp thấp nhiệt đới và bão HAIYAN (03 - 11/11/2013) đi dọc bờ biển Quảng Ngãi - Quảng Ninh. Độ cao sóng hiệu dụng do bão có thể đạt trên 2 m ở khu vực phía bắc Hòn Tre, đạt từ 1 - 1,5 m khu vực ven bờ tây vịnh. Độ cao sóng cực đại có thể đạt từ 3 - 3,5 m ở khu vực bắc Hòn Tre, đạt 2 - 2,5 m khu vực ven bờ tây vịnh (Hình 9).



(a)- Bão FAITH (7-14/12/1998)

(b)- Bão THIRTY (3-6/11/2013) và HAIYAN (3-11/11/2013)

Hình 9. Phân bố các đặc trưng sóng do ảnh hưởng của bão

Fig. 9. Distribution of maximum wave characteristics during tropical storm effect

IV. KẾT LUẬN VÀ THẢO LUẬN

Việc áp dụng mô hình tính lan truyền phổ sóng đầy đủ cho một khu vực ven bờ có địa hình phức tạp với điều kiện biên được lấy từ mô hình tính sóng quy mô lớn đã được thực hiện nhiều trên thế giới cũng như ở Việt Nam, một trong những mô hình được thừa nhận hiện nay là mô hình MIKE-21 SW FM. Áp dụng thành công mô hình tính sóng cho chu kỳ nhiều năm tại vịnh Nha Trang có thể cho phép chúng ta đánh giá đặc trưng chế độ sóng khu vực.

Chế độ sóng trong vịnh Nha Trang cũng có tính chất biến đổi mùa theo mùa gió, chịu ảnh hưởng mạnh của chế độ sóng ngoài biển khơi và điều kiện địa hình khu vực. Chế độ sóng trong vịnh Nha Trang cho

thấy độ cao sóng lớn hơn hẳn trong mùa gió đông bắc, lớn nhất tháng 12, tháng 1 (độ cao sóng hiệu dụng trung bình tháng có thể đạt khoảng 1,2 - 1,5 mvà độ cao sóng cực đại trung bình tháng có thể đạt 2,3 - 3,0 m trong những tháng có gió mùa đông bắc mạnh). Độ cao sóng ven bờ nhỏ hơn từ phía nam sân bóng Thanh Niên đến Dimond Bay trong mùa gió mùa đông bắc, và từ bắc sân bóng Thanh Niên đến Ba Làng trong mùa gió mùa tây nam do được sự che chắn tốt của các đảo ven bờ, điển hình là đảo Hòn Tre).

Sóng trong bão lan truyền vào vịnh Nha Trang có độ cao sóng hiệu dụng có thể đạt từ 2,5 - 3,5 m ở khu vực phía bắc Hòn Tre, trên 1 - 2 m khu vực ven bờ tây vịnh. Độ cao sóng cực đại khi có bão ảnh hưởng có thể đạt 4 - 5 m ở khu vực phía bắc Hòn Tre, đạt 2 - 3,5 m ở khu vực ven bờ tây vịnh.

Kết quả tính toán này có thể tiến tới lập các bản đồ các đặc trưng sóng giúp cho việc tra cứu, tham khảo dễ dàng, phục vụ cho các ngành kinh tế biển vịnh Nha Trang. Với cách tiếp cận này, chúng ta có thể áp dụng tính toán sóng cho các thủy vực ven bờ ít có tài liệu đo sóng nhằm cung cấp số liệu sóng phục vụ khoa học và thực tiễn tốt hơn, tạo điều kiện cho việc dự báo trường sóng vùng ven bờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

DHI, 2011. MIKE 21 spectral wave module scientific documentation. Agern Allé 5, DK-2970 Horsholm, Denmark. 66 pp.

Le Dinh Mau and Nguyen Van Tuan, 2014. Estimation of wave characteristics in East Vietnam Sea using WAM model. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. ISSN 1859-3097, 3 (T.14): 212 - 218.

Lê Đình Mầu, Nguyễn Văn Tuân và Phạm Thị Phương Thảo, 2010. Đặc điểm phân bố các đặc trưng sóng tại vịnh Nha Trang trong các trường gió mùa điển hình. Tuyển tập Nghiên cứu Biển, NXB Khoa học và Kỹ Thuật, XVII: 9 - 17.

Lê Mạnh Hùng, Tăng Đức Thắng và Nguyễn Duy Khang, 2011. Kiểm nghiệm việc sử dụng mô hình MIKE 21 SW FM mô phỏng chế độ sóng Biển Đông. Tạp chí điện tử KH&CN Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi.

Nguyễn Thọ Sáo và Trần Quang Tiến, 2004. Ứng dụng mô hình WAM dự báo trường sóng Biển Đông và mô hình SWAN dự báo trường sóng ven bờ. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, KHTN & CN, tập XX, số 3PT, trang 29 - 43.

Peter C. Chu, Yiquan Qi, Yuchun Chen, Ping Shi, and Qingwen Mao, 2004. South China Sea wind - wave characteristics. Part I: Validation of wavewatch-III using the TOPEX/ POSEIDON data. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 21: 1718 - 1733.

Warachat W., U. W. Humphries, P. Wongwise, V. Suphat, and L. Wiriya, 2010. Numerical analysis of wave and hydrodynamic models for energy balance and primitive equations. International Journal of Computational Mathematical Science, 4 (8), pp. 365 – 375.