

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 21-SW ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ SÓNG THIẾT KẾ Ở KHU VỰC VEN BỜ TRÊN ĐẢO PHÚ QUÝ, TỈNH BÌNH THUẬN

Kiều Xuân Tuyền, Nguyễn Đình Quang

Viện Khoa học Thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên

Phan Thị Tường Vi

Trường Cao đẳng Công nghệ - Kinh tế và Thủy lợi miền Trung

Tóm tắt: Đảo Phú Quý là một huyện đảo của tỉnh Bình Thuận, cách Trường Sa khoảng 400km. Từ vị trí đảo Phú Quý, với trạm ra đa quan sát biển có thể kiểm soát toàn bộ tuyến đường hàng hải quốc tế từ Thái Bình Dương qua Ấn Độ Dương. Vì vậy, Phú Quý có vị trí cực kỳ quan trọng về an ninh quốc phòng, là hậu phương và là nơi trung chuyển nhu yếu phẩm cho các quần đảo Trường Sa, Hoàng Sa ngoài khơi xa. Hiện nay đảo Phú Quý bị xâm thực rất nghiêm trọng. Trong bài báo này, tác giả đã ứng dụng mô hình MIKE 21-SW tính toán lan truyền sóng nước sâu, để từ đó xác định các thông số sóng thiết kế ở khu vực ven bờ trên đảo Phú Quý, phục vụ tính toán thiết kế các công trình bảo vệ bờ trên đảo.

Từ khóa: Lan truyền sóng, thông số sóng thiết kế, đảo Phú Quý.

Summary: Phu Quy is an island district of Binh Thuan province, it is about 400km from Truong Sa. With the marine radar station located on Phu Quy island, we can control the entire international maritime route from the Pacific to the Indian Ocean. Therefore, Phu Quy has an extremely important position in terms of security and defense, as well as the rear and transit center for the Truong Sa and Hoang Sa islands. Currently, Phu Quy is seriously eroded. In this paper, the author has applied the MIKE 21-SW wave model to calculate the wave propagation to determine the design wave parameters in the coastal areas of Phu Quy island, serving for calculate and design of coastal protection works on the island.

Keywords: wave propagation, design wave parameters, Phu Quy island.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Huyện đảo Phú Quý là một quần thể gồm 10 hòn đảo lớn nhỏ, trong đó đảo Phú Quý có diện tích lớn nhất (16,4 km²) và là đảo duy nhất có dân cư với 3 xã, 10 thôn và khoảng 27.500 người. Trong 10 đảo này có đảo Hòn Hái nằm trên đường cơ sở (A6) để tính vùng lãnh hải của Việt Nam nằm ở tọa độ 9°58'- 10°33'N và 109°05'E, đồng thời đây là mỏm nhô ra xa nhất của đường viền nội thủy Việt Nam ở phần Đông Nam Biển Đông.

Huyện đảo Phú Quý phân bố trong phạm vi tọa

độ từ 10°29'-10°33' vĩ độ Bắc và 108°55'-108°58' kinh độ Đông, cách thành phố Phan Thiết 125km về phía Đông Nam. Huyện đảo Phú Quý án ngữ tuyến giao thông đường biển quan trọng từ thành phố Hồ Chí Minh đi Hải Phòng, Hồng Kông, Đài Loan, Trung Quốc, Nhật Bản...

Hơn 35 năm trở lại đây đảo Phú Quý bị biển xâm thực rất nghiêm trọng. Trước năm 1975 diện tích đảo là 22 km², đến năm 2010 diện tích đảo chỉ còn khoảng 18 km². Diện tích đảo Phú

Ngày nhận bài: 01/10/2018
Ngày thông qua phản biện: 12/11/2018

Ngày duyệt đăng: 30/11/2018

Quý đã bị biển xâm thực khoảng 18% trong vòng 35 năm qua [1].

Miền Trung, trong đó có đảo Phú Quý là nơi bị tàn phá bởi thiên tai nhiều nhất của cả nước. Hàng năm bão lốc, sóng, gió, sạt lở đã cướp đi nhiều sinh mạng, tàu thuyền của ngư dân trên đảo, cuốn trôi nhiều nhà cửa và nhiều diện tích đất canh tác hiểm hoi của đảo đã làm ảnh hưởng rất lớn tới đời sống và các hoạt động kinh tế trên đảo.



Hình 1. Địa hình đảo Phú Quý

Với vị trí chiến lược và tầm quan trọng về vấn đề an ninh quốc phòng nêu trên, việc giữ ổn định bền vững đảo trước mọi tác động của thiên nhiên, giữ ổn định cuộc sống của nhân dân trên đảo là nhiệm vụ rất cần thiết.

Việc nghiên cứu xác định các thông số sóng ven bờ phục vụ cho việc quy hoạch, thiết kế các công trình ven bờ, các công trình bảo vệ bờ trên đảo Phú Quý vừa có ý nghĩa thực tế và có ý nghĩa khoa học sâu sắc phục vụ dân sinh và phát

triển kinh tế trên đảo, góp phần vào công cuộc bảo vệ an ninh quốc phòng, giữ vững chủ quyền biển Đông của tổ quốc.

Quy trình chung để xây dựng các công trình ven biển, bao gồm cả thiết kế đê biển là cần tính được sóng ở vùng nước sâu, sau đó tính sóng lan truyền vào vùng xây dựng công trình. Đối với những khu vực có địa hình đơn giản, đường bờ thẳng, các đường đẳng sâu song song với đường bờ, không bị che chắn bởi các mũi đá, cồn ngầm thì có thể tính toán truyền sóng bằng các công cụ đơn giản như mô đun tính sóng của Wadibi, mô đun tính sóng của Mike 21,... Đối với khu vực đảo Phú Quý, do địa hình khu vực khá phức tạp bị chen chắn bởi các mũi đá, đường bờ cong... nên để tính sóng lan truyền vào vùng xây dựng công trình, tác giả đã sử dụng mô hình toán Mike 21-SW [2].

2. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH MIKE 21-SW

Mike21-SW là mô đun tính phổ sóng gió được tính toán dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô đun này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ. Động lực học của sóng trọng lực được mô phỏng dựa trên phương trình mật độ tác động sóng. Phổ mật độ tác động sóng thay đổi theo không gian và thời gian là một hàm của 2 tham số pha sóng. Hai tham số pha sóng là vector sóng K với độ lớn K và hướng θ . Ngoài ra, tham số pha sóng cũng có thể là hướng sóng θ và tần suất góc trong tương đối. Trong mô hình này thì hướng sóng θ và tần suất góc tương đối được chọn để tính toán. Tác động mật độ N được thay thế bằng mật độ năng lượng E thông qua công thức:

$$E(\sigma, \theta) = E(\sigma_{\max}) \pi r^2 \left(\frac{\sigma_{\max}}{\sigma} \right)^{-m} \text{ với } m=5 \quad (1)$$

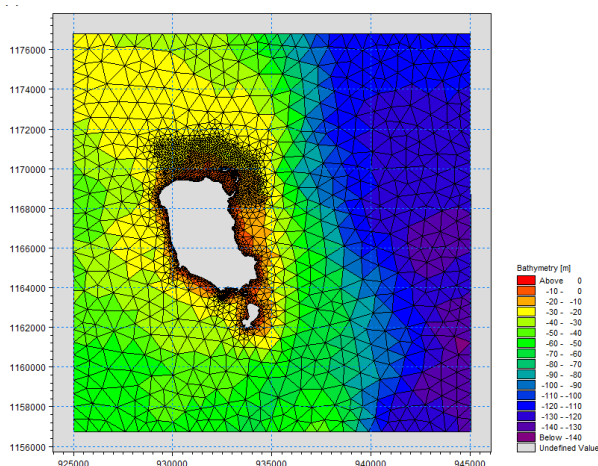
Mike21-SW bao gồm hai công thức khác nhau: Công thức tham số tách hướng và công thức phổ toàn phần.

- Công thức tham số tách hướng được dựa trên việc tham số hoá phương trình bảo toàn hoạt

động sóng.

- Công thức phổ toàn phần được dựa trên phương trình bảo toàn hoạt động sóng.

Mike21-SW bao gồm các hiện tượng vật lý sau: Sóng phát triển bởi tác động của gió; tương tác sóng-sóng là phi tuyến; tiêu tán sóng do sự bạc đầu; tiêu tán sóng do ma sát đáy; tiêu tán sóng do sóng vỡ; khúc xạ và hiệu ứng nước nông do sự thay đổi độ sâu; tương tác sóng - dòng chảy; ảnh hưởng của thay đổi độ sâu theo thời gian.



Hình 2. Miền tính, lưới tính

3. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

3.1. Miền tính, lưới tính

Miền tính, lưới tính khu vực Phú Quý được thiết lập phục vụ tính toán giao động mực nước, lan truyền sóng từ ngoài khơi vào vùng ven bờ và trường dòng chảy tổng cộng giữa mực nước, sóng gió phục vụ công tác hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Miền tính, lưới tính của khu vực được xây dựng dựa trên số liệu địa hình thực đo ven bờ năm 2012 của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên và số liệu khu vực ngoài khơi do Hải quân Việt Nam đo đạc. Các số liệu địa hình này đã được hiệu chỉnh và đưa về cùng một hệ cao độ quốc gia, hệ tọa độ được quy về UTM48. Miền tính toán khu vực Phú Quý được thiết lập gồm 4 biên: biên 1 là biên phía Tây, biên 2 là biên phía Bắc, biên 3 là biên phía Đông và biên 4 là biên phía Nam.

- Giới hạn miền tính khu vực Phú Quý:

+ Giới hạn điểm đầu: Kinh độ: 925000; Vĩ độ: 1156800

+ Giới hạn điểm cuối: Kinh độ: 945000; Vĩ độ: 1176800

- Lưới tính được thiết lập trong mô hình là lưới phi cấu trúc với 3450 ô lưới tính toán.

+ Diện tích ô lưới lớn nhất 400.000 m².

+ Số mắt lưới tối đa trong vùng tính 200.000.

+ Góc nhỏ nhất trong ô lưới 26⁰.

3.2. Điều kiện biên và ban đầu để tính toán, kiểm định mô hình

- Biên mực nước: Biên mực nước được thiết lập cho 4 biên với dao động mực nước tại các biên được lấy từ hằng số điều hòa toàn cầu trong mô hình Mike 21.

- Biên sóng: Số liệu sóng để tính toán kiểm định dòng chảy được lấy từ số liệu sóng thực đo.

- Biên gió: Số liệu biên sóng, gió được lấy để cho vào mô hình tính toán kiểm định trường dòng chảy giữa thực đo và tính toán (vì số liệu dòng chảy thực đo là dòng chảy tổng cộng của triều, sóng và gió). Do không có số liệu thực đo nên số liệu gió được quy đổi từ số liệu sóng thực đo. Công thức quy đổi được sử dụng là SPM 1984 tính toán sóng dựa trên công thức JONSWAP và sử dụng vận tốc gió hiệu chỉnh U_A và vận tốc gió đo đạc U .

3.3. Tính toán hiệu chỉnh kiểm định mô hình

* Số liệu: Số liệu sóng tại biên mô hình làm đầu vào cho hiệu chỉnh mô hình sóng với số liệu sóng thực đo được lấy từ số liệu sóng tái phân tích toàn cầu NOAA, tương ứng với thời gian thực đo từ 9 giờ 01 phút ngày 18/12/2012 đến 6 giờ 01 phút ngày 03/01/2013. Số liệu sóng này đã được quy đổi về thời gian GMT+7, theo múi giờ Việt Nam.

* Bộ thông số mô hình sóng: Tiến hành thiết lập bộ thông số mô hình tính toán lan truyền sóng và so sánh kết quả tính toán lan truyền sóng bằng mô

hình với số liệu thực đo để đưa ra được bộ thông số mô hình sóng phù hợp với khu vực biển Phú Quý. Bộ thông số mô hình gồm:

- Số bước thời gian tính toán: 381
- Khoảng thời gian một bước tính toán: 3600s
- Thời gian tính toán: từ 9:01 ngày 18/12/2012 đến 6:01 ngày 03/01/2013
- Hệ số sóng vỡ: 0,68
- Hệ số ma sát đáy: tính theo Nikuradse roughness: 0,28
- Điều kiện biên mực nước: các biên triều

- Điều kiện ban đầu: phổ sóng sử dụng tính toán là JONSWAP

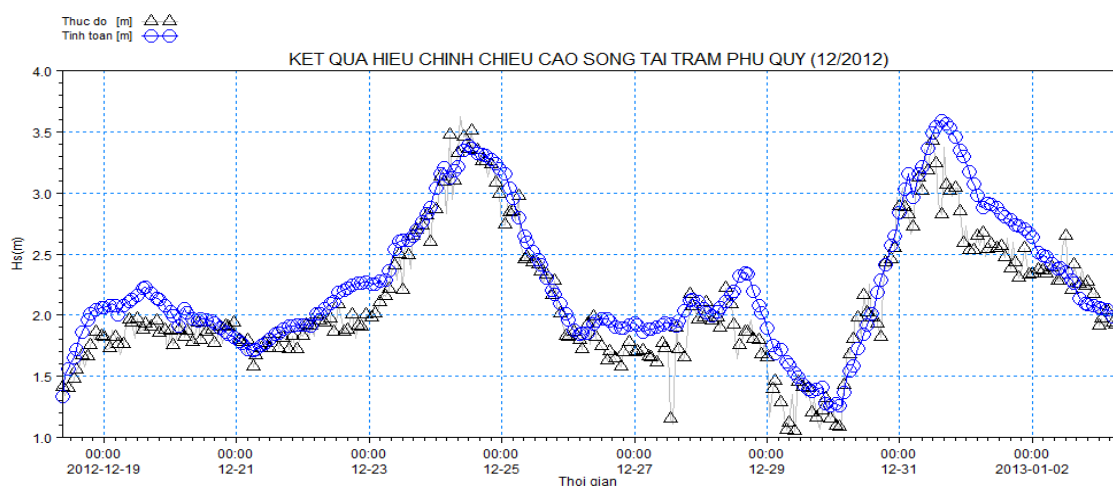
- Điều kiện biên sóng: biên sóng được lấy từ số liệu sóng tài phân tích toàn cầu NOAA.

- Điều kiện biên gió: biên gió được lấy theo số liệu tính toán.

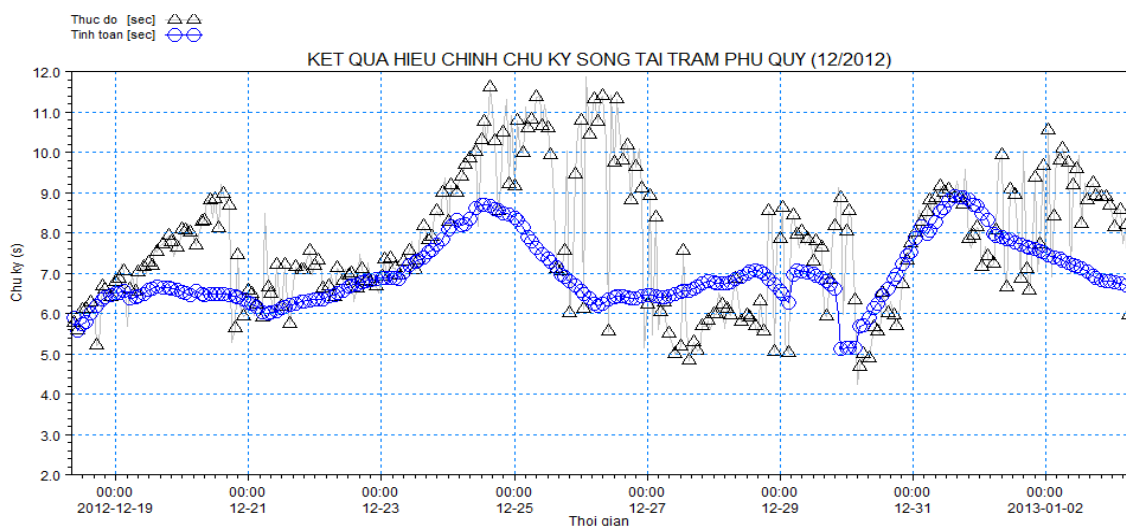
- Hệ số ma sát gió: 0,001855.

Kết quả tính toán: dạng điểm, bước thời gian xuất kết quả: 1 giờ 1 giá trị.

Kết quả tính toán, hiệu chỉnh lan truyền sóng bằng mô hình và đo đạc thực tế như sau:



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh chiều cao sóng tại trạm Phú Quý (12/2012)



Hình 4. Kết quả hiệu chỉnh chu kỳ sóng tại trạm Phú Quý (12/2012)

Để đánh giá độ chính xác giữa kết quả tính toán và kết quả thực đo, sử dụng chỉ số Nash-

Sutcliffe (1970) để đánh giá

$$F^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (x_i' - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Trong đó:

F^2 - là hệ số Nash

x_i - là giá trị thực đo thứ i

x_i' - là giá trị tính toán thứ i

$\bar{x}$ - là giá trị thực đo trung bình

Kết quả so sánh chiều cao sóng giữa thực đo và tính toán, có chỉ số Nash = 0,87.

Nhận xét: Kết quả tính toán hiệu chỉnh sóng thực đo tại trạm Phú Quý và số liệu sóng tính toán bằng mô hình trong thời gian từ ngày 18/12/2012 đến ngày 03/01/2013 được thể hiện tại hình 3 và hình 4 thông qua việc so sánh về giá trị chiều cao sóng và chu kỳ sóng.

Dựa vào hình 3 và 4 cho thấy về pha chiều cao sóng và chu kỳ sóng tính toán và thực đo gần như là tương đồng với nhau. Về độ lớn chiều cao sóng và chu kỳ sóng giữa tính toán và thực đo có một số sự sai khác tại một số điểm, tuy nhiên về tổng thể thì kết quả tính toán cho phép chấp nhận được.

Để đánh giá được mức chênh lệch chiều cao sóng giữa thực đo và tính toán sử dụng chỉ số

NASH, kết quả cho $F^2 = 0,8$. Với kết quả so sánh về chỉ số NASH cho thấy kết quả tính toán bằng mô hình đảm bảo điều kiện chính xác cho phép của mô hình. Vì vậy có thể sử dụng bộ thông số sau khi kiểm định, hiệu chỉnh mô hình để tính toán cho các bước tiếp theo.

4. KẾT QUẢ TÍNH SỐNG THIẾT KẾ TẠI MỘT SỐ VỊ TRÍ VEN BỜ TRÊN ĐẢO PHÚ QUÝ

Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả chọn sóng hướng Bắc và hướng Tây ứng với các tần suất 10% và 2% để tính toán sự lan truyền sóng nước sâu vào khu vực đảo.

- Để xác định các giá trị của mực nước triều trung bình thiết kế, dựa vào chuỗi số liệu thực đo tại trạm Phú Quý (1980-2012), tính toán vẽ đường tần suất và xác định được các giá trị mực nước triều (H_t) ứng với các tần suất (bảng 1).

- Để xác định các tham số sóng cực đại vùng nước sâu lan truyền vào khu vực ven bờ, dựa vào "Kết quả phân vùng bão và xác định nguy cơ nước dâng do bão cho khu vực ven bờ biển Việt Nam" của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2014 [3], thấy đảo Phú Quý thuộc vùng V. Từ đó, tra được chiều cao sóng nước sâu thiết kế (H_s) và chu kỳ phổ sóng (T_p) theo từng tần suất (bảng 1).

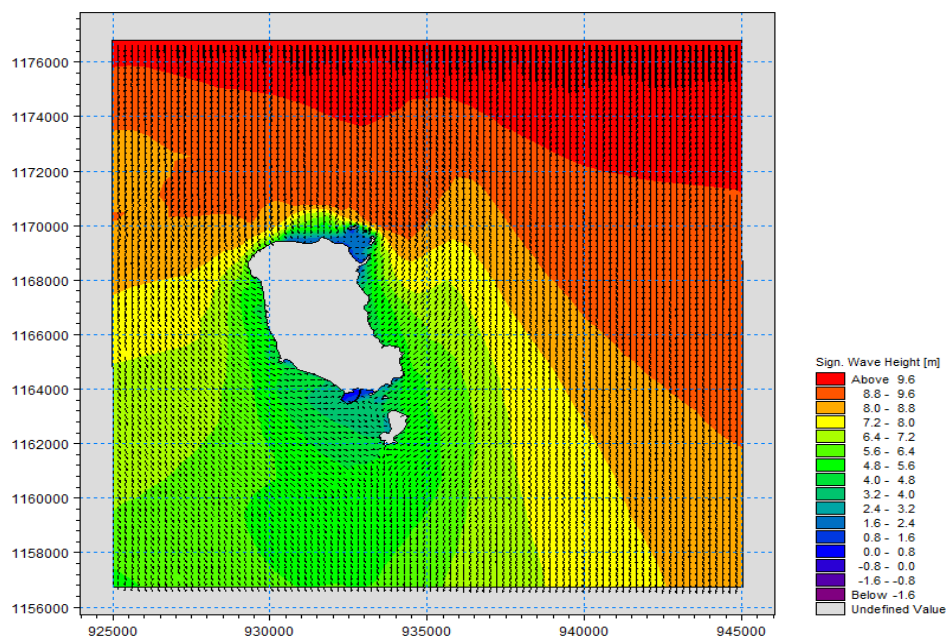
Bảng 1. Tham số sóng vùng nước sâu theo các tần suất thuộc vùng V

Tần suất	Chu kỳ(năm)	H_s (m)	T_p (s)	H_t (m)
10%	10	9,4	11,6	2,49
5%	20	9,9	11,9	2,52
2%	50	10,5	12,4	2,56
1%	100	11,0	12,7	2,58

*** Kết quả tính sự lan truyền sóng nước sâu theo hướng Bắc vào đảo:**

Dựa vào chiều cao sóng nước sâu thiết kế và

chu kỳ phổ sóng theo các tần suất ở bảng 1 ta đưa vào mô hình và từ đó xác định được chiều cao sóng thiết kế (H_{sp}) và chu kỳ sóng thiết kế (T_{sp}) tại các vị trí trên đảo như sau:



Hình 5. Kết quả tính truyền sóng hướng Bắc tại Phú Quý

Bảng 2. Chiều cao sóng và chu kỳ sóng tại một số vị trí trên đảo theo sóng hướng Bắc

Tần suất	Vị trí	Chiều cao sóng nước sâu H_s (m)	Chiều cao sóng thiết kế H_{sp} (m)	Chu kỳ sóng thiết kế T_{sp} (s)
10%	D01	9,4	1,82	11,44
	D02	9,4	1,36	11,42
	D03	9,4	2,41	11,06
	D04	9,4	1,63	11,72
	D05	9,4	0,87	12,31
	D06	9,4	3,06	11,57
	D07	9,4	3,16	10,73
	D08	9,4	3,91	11,02
2%	D01	10,5	1,88	12,18
	D02	10,5	1,41	12,21
	D03	10,5	2,57	11,85
	D04	10,5	1,84	12,45
	D05	10,5	1,05	12,95
	D06	10,5	3,37	12,21
	D07	10,5	3,48	11,44
	D08	10,5	4,09	11,76

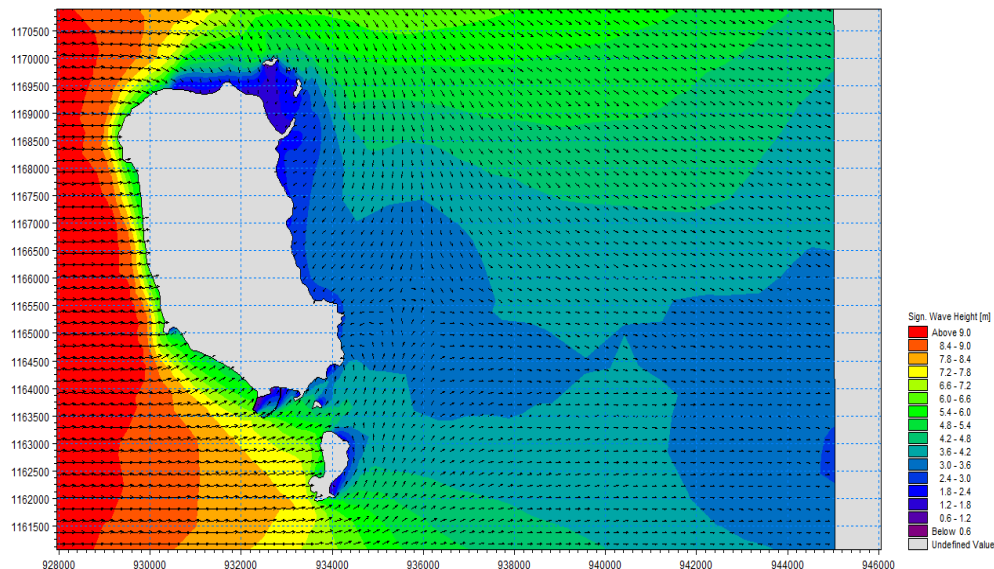


Hình 6. Một số vị trí trích xuất kết quả sóng tại Phú Quý

*** Kết quả tính sự lan truyền sóng nước sâu theo hướng Tây vào đảo:**

Dựa vào chiều cao sóng nước sâu thiết kế và

chu kỳ phổ sóng theo các tần suất ở bảng 1 ta đưa vào mô hình và từ đó xác định được chiều cao sóng thiết kế (H_{sp}) và chu kỳ sóng thiết kế (T_{sp}) tại các vị trí trên đảo như sau:



Hình 7. Kết quả tính truyền sóng hướng Tây tại Phú Quý

Bảng 3. Chiều cao sóng và chu kỳ sóng tại một số vị trí trên đảo theo sóng hướng Tây

Tần suất	Vị trí	Chiều cao sóng nước sâu H_s (m)	Chiều cao sóng thiết kế H_{sp} (m)	Chu kỳ sóng thiết kế T_{sp} (s)	Tần suất	Vị trí	Chiều cao sóng nước sâu H_s (m)	Chiều cao sóng thiết kế H_{sp} (m)	Chu kỳ sóng thiết kế T_{sp} (s)
10%	D01	9,4	1,75	11,81	2%	D01	10,5	1,83	12,55
	D02	9,4	1,33	11,55		D02	10,5	1,39	12,27
	D03	9,4	3,08	11,22		D03	10,5	3,71	11,92
	D04	9,4	1,14	11,46		D04	10,5	1,40	12,19
	D05	9,4	0,46	12,11		D05	10,5	0,61	12,78
	D06	9,4	0,59	12,03		D06	10,5	0,77	12,73
	D07	9,4	0,58	12,10		D07	10,5	0,75	12,81
	D08	9,4	1,66	11,82		D08	10,5	2,11	12,55

Qua kết quả trích xuất chiều cao sóng tại một số vị trí trên đảo theo các hướng sóng khác nhau cho thấy:

Với sóng hướng Bắc thì khu vực phía Tây Bắc của đảo có chiều cao sóng lớn nhất (tại điểm D08 với tần suất 10%, chiều cao sóng thiết kế 3,91m; với tần suất 2%, chiều cao sóng 4,09m);

với sóng hướng Tây thì khu vực phía Đông của đảo có chiều cao lớn nhất (tại điểm D03 với tần suất 10%, chiều cao sóng thiết kế 3,08m; với tần suất 2%, chiều cao sóng 3,71m). Với cùng một tần suất thì chiều cao sóng hướng Bắc vẫn có giá trị lớn hơn sóng hướng Tây.

Ở khu vực phía Bắc và Đông Bắc của đảo với

bất kỳ hướng sóng hay tần suất nào thì chiều cao sóng vẫn có giá trị gần xấp xỉ với nhau (với sóng hướng Bắc hay hướng Tây thì chiều cao sóng dao động từ $1,75 \div 1,88\text{m}$). Nguyên nhân do khu vực này có hệ dãy đá ngầm có tác dụng như các mỏ hàn cản sóng từ xa tác động vào đảo.

Như vậy, tùy theo tính chất và vị trí của các công trình bảo vệ bờ mà ta lựa chọn hướng sóng bất lợi nhất tác động vào vùng xây dựng công trình để từ đó có những nhận định chính xác về biện pháp cũng như kết cấu công trình.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, tác giả đã ứng dụng mô hình MIKE 21-SW để tính toán lan truyền sóng nước

sâu theo các tần suất và hướng sóng vào khu vực ven bờ trên đảo Phú Quý, để từ đó xác định được chiều cao sóng thiết kế và chu kỳ sóng thiết kế tại một số điểm ven bờ trên đảo ứng với các hướng sóng và chu kỳ lặp khác nhau. Các kết quả nghiên cứu này có thể làm cơ sở cho việc lập các dự án đầu tư xây dựng công trình bảo vệ bờ trên đảo.

Nghiên cứu mới chỉ dừng ở việc ứng dụng mô đun tính phổ sóng gió phục vụ tính toán chiều cao sóng ven bờ mà chưa đưa đánh giá được quá trình diễn biến xói lở cũng như bồi tụ ở các khu vực này, để từ đó có các hình thức cũng như biện pháp bảo vệ bờ một cách hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kiều Xuân Tuyền, Trần Thanh Tùng, Lê Đức Dũng. *"Mô hình hóa biến động đường bờ và xâm thực bãi biển, đảo Phú Quý, tỉnh Bình Thuận"*, Tạp chí khoa học và công nghệ thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Số 29, tr 89-96, tháng 12/2015.
- [2] Mike 21 Spectral Wave Module Scientific Documentation by DHI, 2012.
- [3] Bộ Tài nguyên và Môi trường. *Phê duyệt và công bố kết quả nghiên cứu, phân vùng bão và xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão cho khu vực ven biển Việt Nam*, 2014.