

THỬ NGHIỆM MÔ PHÒNG TRƯỜNG SÓNG TẠI KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA BẰNG MÔ HÌNH MIKE 21SW

ThS. Nguyễn Tấn Hương, ThS. Bùi Văn Chanh, KS. Nguyễn Văn Lý

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

Đặc điểm sóng khu vực quần đảo Trường Sa phụ thuộc vào chế độ gió mùa khu vực Đông Nam Á và địa hình đáy biển của Biển Đông. Nghiên cứu đặc điểm sóng là rất cần thiết phục vụ đánh bắt hải sản và giao thông trên biển. Để nghiên cứu đặc điểm sóng khu vực quần đảo Trường Sa, nhóm nghiên cứu đã sử dụng số liệu hải văn tại Trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa và gió tại các Trạm khí tượng của khu vực Nam Trung Bộ. Ứng dụng mô hình MIKE 21SW của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) để nghiên cứu đặc điểm phân bố độ cao và hướng sóng theo không gian.

Sóng ở khu vực quần đảo Trường Sa thịnh hành theo hướng tây nam - đông bắc, tương ứng với thời kỳ hoạt động của gió mùa tây nam và đông bắc. Độ cao sóng lớn nhất trong năm thường xuất hiện vào tháng 12 (tháng hoạt động mạnh nhất của gió mùa đông bắc) và tháng 9 (tháng hoạt động mạnh nhất của gió mùa tây nam). Độ cao sóng lớn nhất trong thời kỳ gió mùa đông bắc phổ biến từ 6,0 - 9,0 m, của gió mùa tây nam phổ biến từ 4,0 - 6,0 m. Ngoài ra, do tác động của bão và áp thấp nhiệt đới cũng là nguyên nhân gây ra sóng lớn cho khu vực quần đảo Trường Sa.

1. Giới thiệu mô hình Mike 21SW

MIKE 21 SW là một mô hình phổ gió sóng thể hệ mới dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô hình mô phỏng sự phát triển, tan rã và chuyển đổi của sự tạo sóng, sóng cồn từ gió ở vùng ngoài khơi và ven bờ. MIKE 21 SW gồm 2 công thức khác nhau là công thức tham số tách rời hướng và công thức phổ đầy đủ.

Công thức tham số tách rời hướng được dựa trên thông số hóa phương trình bảo toàn hoạt động sóng. Việc thông số hóa này được tạo ra trong miền tần số được giới thiệu ở thời điểm thứ không và đầu tiên của phổ hoạt động sóng theo sự biến đổi phụ thuộc của Holthuijsen (1989). Một xấp xỉ tương tự được sử dụng trong mô hình phổ tạo sóng từ gió gần bờ (MIKE 21 NSW).

Công thức phổ đầy đủ được dựa trên phương trình bảo toàn hoạt động sóng, được mô tả ở trong phương trình của Komen (1994) và Young (1999). Trong đó phổ hoạt động của tần số hướng sóng phụ thuộc vào khả năng biến đổi.

Phương trình bảo toàn cơ bản đã được công thức hóa trong hệ tọa độ Đề-các ở vùng áp dụng phạm vi nhỏ hoặc hệ tọa độ cực ở vùng áp dụng phạm vi lớn.

* Hệ tọa độ Đề - các

Trong hệ tọa độ Đề - các theo phương ngang

phương trình bảo toàn sóng được viết như sau:

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

Trong đó: $N(\vec{x}, \delta \text{ và } \theta)$ là mật độ hoạt động, t là thời gian, $\vec{x} = (xy)$ là hệ tọa độ Đề - các, $\vec{v} = (cx, cy)$ là vận tốc lan truyền của một nhóm sóng trong không gian 4 chiều $\vec{x}, \delta \text{ và } \theta$, S là giới hạn gốc cho phương trình cân bằng năng lượng, ∇ là 4 chiều hoạt động riêng biệt trong không gian $\vec{x}, \delta \text{ và } \theta$. Lan truyền sóng của 4 chiều không gian trên có tính chất như sau:

$$(c_x, c_y) = \frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{c}_g + \vec{U} \quad (2)$$

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

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

trong đó: s là tọa độ không gian trong hướng sóng θ , m là hệ tọa độ vuông góc với s , $\nabla_{\vec{x}}$ là 2 chiều hoạt động riêng biệt trong không gian $\vec{x}$

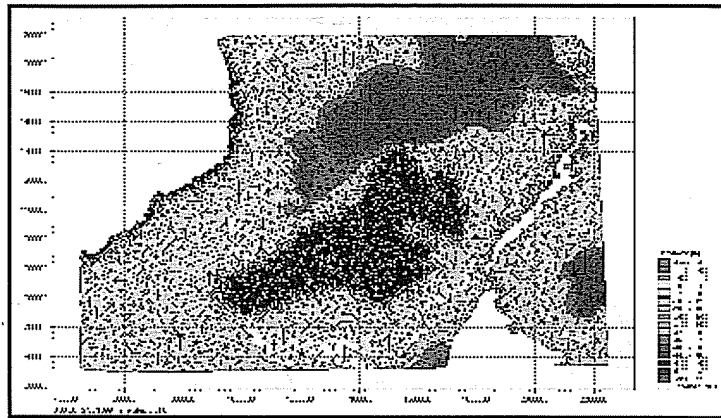
* Hệ tọa độ cầu

Trong hệ tọa độ cầu, đặc tính bảo toàn là mật độ hoạt động $\hat{N}(\vec{x}, \delta, \theta, t)$, trong đó $\vec{x} = (\phi, \lambda)$ là hệ tọa độ cực, ϕ là vĩ độ và λ là kinh độ. Mật độ hoạt động có mối quan hệ với mật độ hoạt động thông thường N

Số liệu độ sâu khu vực Biển Đông được số hóa trên phần mềm MapInfo 11.0 sau đó được chiết xuất và biên tập dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE 21SW. Biên địa hình là bản đồ đường bờ biển Việt Nam, Philipin và Trung Quốc, ngoài ra còn giới hạn biên địa hình trên biển để xác định miền tính toán của mô hình.

Miền tính được chi tiết cho khu vực quần đảo

Trường Sa, lưới tính được chia theo loại lưới tam giác. Diện tích ô lưới lớn nhất trong miền tính khoảng 800 km², khu vực quần đảo Trường Sa với kích thước lưới nhỏ hơn để tính toán chi tiết sóng với diện tích ô lưới lớn nhất khoảng 100 km², diện tích ô lưới nhỏ nhất là 26 km². Miền tính sóng là toàn bộ khu vực nam Biển Đông, bao gồm cả khu vực quần đảo Trường Sa.

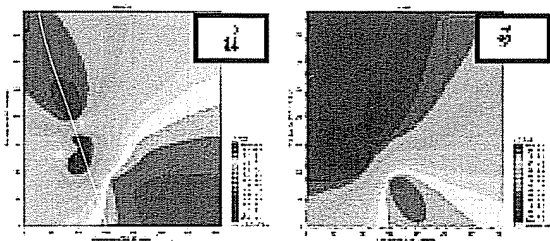


Hình 2. Lưới và miền tính sóng

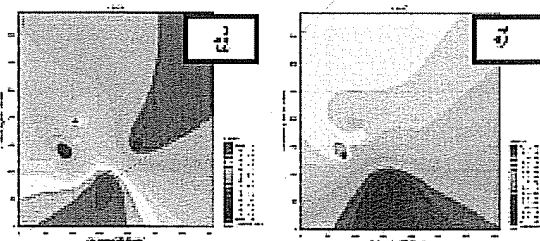
b) Số liệu gió [2]

Số liệu gió đầu vào của mô hình là hướng và tốc độ gió tại 12 trạm khí tượng thuộc Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ. Chuỗi số liệu gió được sử dụng là gió tháng 9 năm 1996, đại diện cho hướng gió thịnh hành của gió mùa tây nam và số liệu gió tháng 12 năm 1998, đại diện cho hướng gió

thịnh hành của gió mùa đông bắc để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số của mô hình MIKE 21SW. Trong đặc trưng số liệu sóng của trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa cho thấy độ cao sóng lớn nhất đặc trưng cho hướng sóng tây nam đạt 6,0 m, xuất hiện tháng 9 năm 1996. Độ cao sóng lớn nhất đặc trưng cho hướng sóng đông bắc đạt 9,0 m, xuất hiện năm 1998.



Hình 3. Gió thành phần u và v lúc 1h ngày 12/9/1996



Hình 4. Gió thành phần u và v lúc 7h ngày 18/12/1998

Từ số liệu gió của các trạm tiến hành tính gió thành phần theo u và v khu vực Biển Đông. Gió thành phần được tính từ hướng gió và tốc độ gió tại các trạm, sau đó dùng phần mềm Surfer 7.0 nội suy và ngoại suy cho khu vực Biển Đông với bước lưới là 5 km x 5 km. Gió thành phần của Biển Đông được xử lý bằng chương trình được lập trình trên ngôn ngữ lập trình Fortran90 trước khi đưa vào

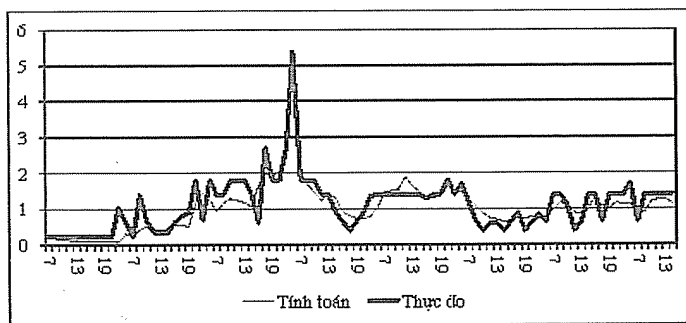
phần mềm Surfer và mô hình MIKE 21SW. Trên cơ sở định dạng file số liệu gió phân bố trong mô hình MIKE 21 SW, chương trình tạo ra dữ liệu gió cập nhật vào mô hình. Kết quả được 2 file gió thành phần của 120 lớp thời gian đối với hướng gió thịnh hành hướng tây nam (tháng 9/1996) và 124 lớp thời gian đối với thịnh hành hướng đông bắc (tháng 12/1998).

2.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a) Hiệu chỉnh mô hình

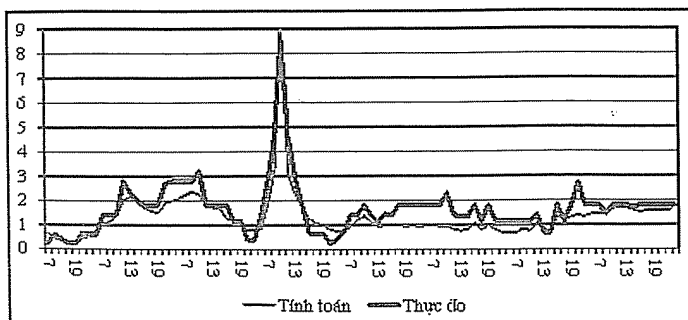
Số liệu dùng để hiệu chỉnh thông số của mô hình là số liệu gió tháng 9 năm 1996 của khu vực Biển Đông và số liệu độ cao sóng tại Trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa. Các thông số ban đầu của mô hình MIKE 21SW được lấy mặc định theo DHI. Hiệu chỉnh thông số mô hình nhằm xác định thông số mô hình để cho đường tính toán phù hợp với đường thực đo. Việc hiệu chỉnh thông số mô hình được tiến hành theo phương pháp thử sai theo 2 hàm mục tiêu: (1) Cực tiểu hóa sai số độ cao đỉnh sóng; (2) Cực tiểu hóa sai số đường quá trình độ cao sóng. Kiểm định là bước thử lại bộ thông số đã hiệu chỉnh tối ưu với một chuỗi thực đo độc lập về thời gian với chuỗi số liệu đã dùng để hiệu chỉnh.

Mức độ phù hợp giữa các kết quả tính toán và thực đo có thể được đánh giá theo tiêu chuẩn của WMO. Theo tiêu chuẩn này, độ hữu hiệu của mô hình được đánh giá bằng chỉ tiêu R2 (Nash) xác định như sau:



b) Kiểm định mô hình

Số liệu dùng để kiểm định bộ thông số mô hình MIKE 21SW là số liệu gió khu vực Biển Đông trong tháng 12/1998, tháng xuất hiện độ cao sóng lịch sử tại Trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa với độ cao sóng đạt 9,0m. Số liệu độ cao sóng thực đo được lấy cùng thời gian với số liệu gió, là cơ sở để đánh



$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (H_{di} - H_{ti})^2}{\sum_{i=1}^n (H_{di} - \bar{H}_d)^2}$$

trong đó:

H_{di} : là độ cao sóng thực đo tại thời điểm i ;

H_{ti} : là độ cao sóng tính toán tại thời điểm i ; và

$\bar{H}_d$: là độ cao sóng thực đo trung bình.

Đánh giá kết quả mô phỏng của số liệu hiệu chỉnh với chỉ tiêu Nash đạt 77%, theo tiêu chuẩn của WMO chất lượng mô phỏng của mô hình đạt loại khá.

Bảng 1. Tiêu chuẩn của WMO về chỉ tiêu Nash

Chỉ tiêu	Mức	Loại
R^2	40 - 65%	Đạt
	65 - 85%	Khá
	> 85%	Tốt

Bảng 2. Bộ thông số mô hình MIKE 21SW

Thông số	Giá trị
Hằng số γ	0.8
Hằng số α	1
Hệ số nhám (k_n)	0,002

Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mô hình so sánh giữa kết quả sóng mô phỏng bằng mô hình MIKE 21SW và thực đo tại trạm Trường Sa giai đoạn tháng 9/1996

giá sai số giữa tính toán và thực đo. Số liệu thực đo và kết quả mô phỏng từ mô hình được đánh giá bằng chỉ tiêu Nash và tiêu chí của WMO. Kết quả đánh giá chỉ tiêu Nash đạt 75,4%, theo tiêu chí của WMO chất lượng mô phỏng của số bộ thông số mô hình MIKE 21SW đạt loại khá.

Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình so sánh giữa kết quả sóng mô phỏng bằng mô hình MIKE 21SW và thực đo tại trạm Trường Sa giai đoạn tháng 12/1998

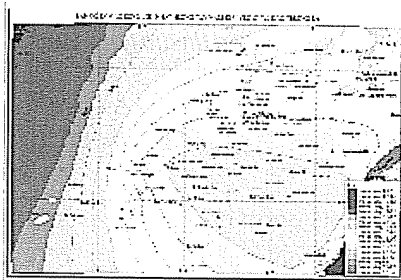
2.3. Một vài nhận xét về trường sóng khu vực quần đảo Trường Sa

Phân bố độ cao sóng khu vực vùng biển quần đảo Trường Sa không đều theo không gian và thời gian. Do tác động của các hướng gió thịnh hành khác nhau, chủ yếu là gió mùa Tây Nam và Đông Bắc gây ra. Do tác động của địa hình đáy biển, đặc biệt là các khu vực gần các hòn đảo nhỏ đã làm thay đổi đáng kể độ cao sóng và hướng sóng. Hướng sóng ngoài tác động của gió còn bị tác động của địa hình, gió hướng nào thì sẽ gây ra sóng hướng đó, tuy nhiên ở các khu vực có độ sâu nhỏ, tác động của địa hình lên sóng lớn thì hướng sóng bị tác động bởi địa hình là chính, khi đó con sóng sẽ đổi hướng theo xu thế vuông góc với bờ.

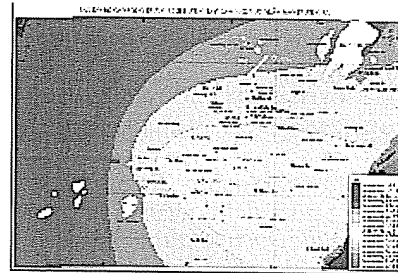
Độ cao sóng lớn nhất trong các tháng khu vực quần đảo Trường Sa từ 6 - 9 m trong thời kỳ thịnh hành của gió mùa đông bắc và từ 4 - 6 m trong thời kỳ thịnh hành của gió mùa tây nam. Gió mùa đông bắc gây ra sóng lớn hơn gió mùa tây nam. Đối với

gió mùa Tây Nam độ cao sóng lớn hướng về bờ biển phía tây của Philipin và Malaysia, độ cao sóng nhỏ hướng về bờ biển của Việt Nam, đối với gió mùa Đông Bắc thì ngược lại, độ cao sóng nhỏ ở bờ biển phía tây của Philipin và độ cao sóng lớn hướng về bờ biển của Việt Nam.

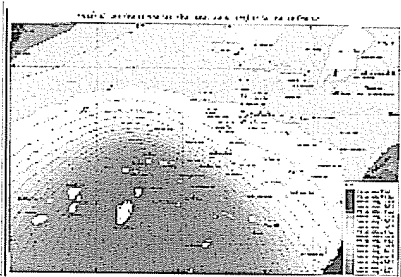
Hướng sóng khu vực đảo Trường Sa Lớn trong năm chia thành hai hướng sóng điển hình. Hướng sóng bắc và đông bắc thịnh hành từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, tương ứng với thời kỳ hoạt động của gió mùa đông bắc. Hướng sóng tây và tây nam thịnh hành từ tháng 5 - 10, tương ứng với thời kỳ hoạt động của gió mùa tây nam. Riêng tháng 10 có hướng sóng phức tạp nhất, bao gồm các hướng đông bắc, bắc, tây bắc, tây và tây nam nhưng hướng tây và tây nam là hai hướng chính. Do tháng 10 là tháng chuyển mùa từ gió mùa tây nam sang gió mùa đông bắc nên trong tháng có sự tranh chấp giữa hai dòng gió khác nhau nên hướng sóng phức tạp hơn các tháng khác.



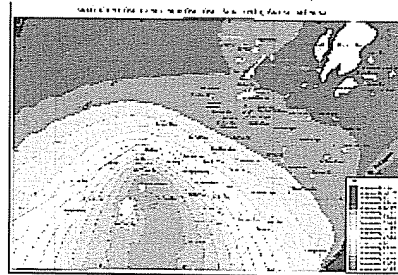
Hình 7. Độ cao sóng lớn nhất tháng 2/1998



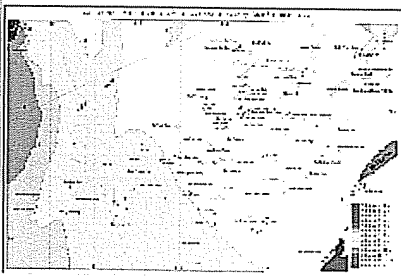
Hình 8. Độ cao sóng trung bình tháng 6/1998



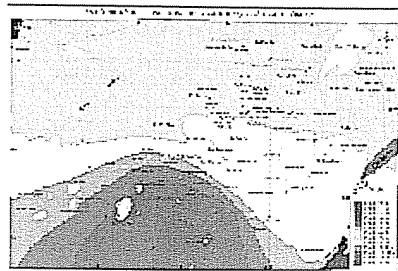
Hình 9. Độ cao sóng lớn nhất tháng 12/1998



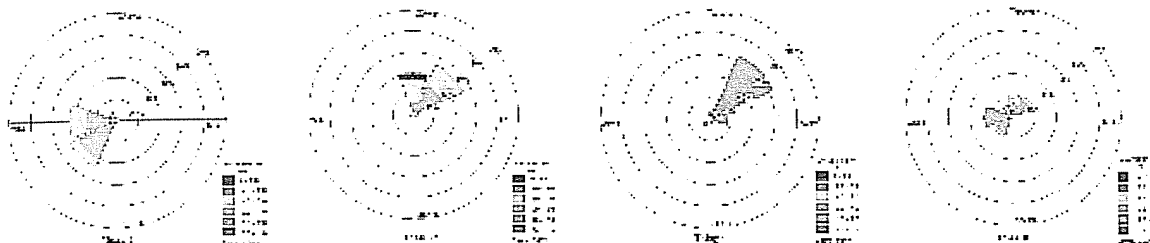
Hình 10. Độ cao sóng trung bình tháng 12/1998



Hình 11. Chu kỳ định hướng sóng lớn nhất tháng 2/1998



Hình 12. Chu kỳ định hướng sóng lớn nhất tháng 12/1998



Hình 13. Hoa sóng các tháng điển hình Trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa

4. KẾT LUẬN

- Mô hình MIKE 21SW đã được hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu quan trắc sóng tại trạm Trường Sa, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định là chấp nhận được.

- Trạm Khí tượng Hải văn Trường Sa được đặt trên đảo Trường Sa Lớn, số liệu hình không chi tiết nên ảnh hưởng đến kết quả hiệu chỉnh và kiểm

định mô hình. Đối với kết quả tính sóng ở những vùng xa đảo, độ sâu lớn thì kết quả mô phỏng của mô hình tốt hơn, độ tin cậy cao hơn.

- Hiện tại khu vực quần đảo Trường Sa chỉ có 01 trạm đo dữ liệu hải văn, để có nhiều trạm phục vụ nghiên cứu, phát triển kinh tế biển và an ninh quốc phòng thì cần thêm nhiệm vụ quan trắc hải văn cho Trạm Khí tượng Song Tử Tây.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Văn Ưu, Nguyễn Hồng Phương (2003), *Giáo trình Hệ thống thông tin địa lý và một số ứng dụng trong hải dương học* - NXB Hà Nội.
2. Nguyễn Hữu Hồ (2001), *Đặc điểm Khí hậu Thủy văn tỉnh Khánh Hòa* - Đề tài NCKH độc lập cấp tỉnh.
3. MIKE 21 TOOLBOX User Guide - DHI Software 2007.
4. MIKE 21SW Scientific Documentation - DHI Software 2007.
5. MIKE 21SW User Guide - DHI Software 2007.