

## TÍNH SÓNG TRONG BÃO VÀ KIỂM CHỨNG BẰNG CÁC PHƯƠNG TIỆN ĐO ĐẶC HIỆN ĐẠI

NGUYỄN MẠNH HÙNG, DƯƠNG CÔNG ĐIỀN

*Tóm tắt:* Trường sóng trong bão là một yếu tố động lực biển cực kỳ nguy hiểm, đặc biệt đối với các công trình khai thác tài nguyên trên biển luôn phải đối mặt với mọi trạng thái mặt biển, sóng gió xảy ra trong mọi điều kiện thời tiết. Vùng Biển Đông của chúng ta chịu tác động của một trong 5 ổ bão trên Thế giới, do vậy tính toán trường sóng trong bão với độ chính xác cho phép là một nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của các cán bộ nghiên cứu liên quan. Trong nội dung bài này các tác giả trình bày mô hình tính sóng trong bão. Một phần rất quan trọng đã được các tác giả tập trung giải quyết là hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình tính sử dụng các phương tiện đo đặc hiện đại trong đó nguồn số liệu đo sóng từ vệ tinh được coi là một nguồn số liệu khả quan nhất bổ sung vào tập số liệu rất hiếm trong các điều kiện thời tiết nguy hiểm trên biển. Các kết quả hiệu chỉnh và kiểm chứng cho thấy có thể sử dụng mô hình tính sóng để phục vụ các yêu cầu tính toán trường sóng chế độ và cực trị phục vụ các yêu cầu thiết kế công trình và các hoạt động trên biển.

### I. MỞ ĐẦU

Sóng là một trong những yếu tố động lực có tác động mạnh và ảnh hưởng trực tiếp tới các hoạt động của con người trên các vùng biển, Đại dương và vùng ven bờ. Trong các điều kiện thời tiết như bão, sóng lớn gây nguy hiểm tới con người, phương tiện trên biển và là nguyên nhân phá huỷ cũng như gây hư hại đối với các công trình trên biển, các công trình bảo vệ bờ. Trong vùng ven bờ sóng lớn kết hợp với các yếu tố động lực khác như nước dâng và dòng chảy tạo ra dòng vận chuyển bùn cát gây xói lở bờ biển. Vùng Biển Đông cũng như vùng ven bờ Việt Nam mỗi năm trung bình có khoảng 4-5 cơn bão đổ bộ trực tiếp. Để làm giảm thiệt hại do sóng gây ra cần có các mô hình tính sóng được hiệu chỉnh và chứng kỹ lưỡng trong các điều kiện thời tiết nguy hiểm này.

Trong vùng Biển Đông cũng như vùng ven bờ Việt Nam các nguồn số liệu sóng có rất ít đặc biệt là trong các điều kiện thời tiết nguy hiểm như bão. Số liệu tại các trạm phao, trên các công trình, giàn khoan có sử dụng các máy tự ghi sóng có độ chính xác cao thích hợp trong hiệu chỉnh và kiểm định mô hình số, tuy nhiên số lượng các trạm này còn ít hơn, hiện tại chỉ có trạm đo tại giàn khoan Bạch Hổ (MSP-1) đang hoạt động. Hiện nay việc sử

dụng các số liệu từ các thiết bị đo sóng từ xa như vệ tinh Topex/poseidon ngày càng trở nên phổ biến và là nguồn số liệu hầu như duy nhất trong các điều kiện như bão.

Trong bài báo này các tác giả sử dụng mô hình tính sóng SWAN để tính toán trường sóng trong bão. Trong đó cơn bão Muifa (11/2004) với chuỗi số liệu sóng quan trắc tại trạm MSP-1 được dùng để hiệu chỉnh mô hình. Chuỗi số liệu sóng đo đạc tại các trạm phao của Việt Nam và Thái Lan trong bão Frankie(7/1996), Linda(11/1997), Wukong (9/2000), số liệu đo sóng từ vệ tinh trong bão LingLing (11/2001) và Imbudo (07/2003) được sử dụng để kiểm chứng mô hình. Các kết quả tính toán cho thấy khả năng tính toán trường sóng của mô hình tính sóng SWAN trong bão là khá tốt, có thể áp dụng trong công tác dự báo cũng như tính toán chế độ trường sóng vùng Biển Đông.

## II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MÔ HÌNH SWAN

### 1. Phương trình cân bằng tác động

Trong SWAN phổ sóng hai chiều được mô tả bằng phương trình cân bằng tác động phổ, trong hệ tọa độ Đề các, phương trình này có dạng như sau:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\omega N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma} \quad (1)$$

Trong đó:  $N(\sigma, \theta)$  là phổ mật độ tác động ( $N(\sigma, \theta) = E(\sigma, \theta) / \sigma$ ),  $C_x$ ,  $C_y$  và  $C_\theta$  là tốc độ truyền sóng tương ứng với các hướng  $x$ ,  $y$  và  $\theta$ ,  $\sigma$  là tần số sóng,  $\theta$  là hướng sóng,  $E(\sigma, \theta)$  là năng lượng sóng,  $S(\sigma, \theta)$  là các thành phần nguồn bao gồm năm thành phần [3], [4].

Thành phần thứ nhất bên vế trái thể hiện sự thay đổi mật tác động theo thời gian, thành phần thứ hai và thứ ba thể hiện sự truyền mật độ tác động trong không gian bao gồm các tác động của quá trình phát triển, tiêu tán và tương tác của sóng. Thành phần thứ tư thể hiện sự thay đổi tần số do sự thay đổi độ sâu và dòng chảy. Thành phần thứ năm thể hiện sự khúc xạ do địa hình và dòng chảy. Trong hệ tọa độ địa lý phương trình cân bằng tác động phổ được viết dưới dạng:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial \lambda} C_\lambda N + (\cos \phi)^{-1} \frac{\partial}{\partial \phi} C_\phi \cos \phi N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\omega N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma} \quad (2)$$

Ở đây:  $\lambda, \phi$  tương ứng là kinh độ và vĩ độ.

Công thức chi tiết của các thành phần hàm nguồn trong (1) và (2) liên quan đến sự phát triển của sóng phụ thuộc vào gió, tương tác giữa các sóng vv... có thể tham khảo trong các tài liệu [3] và [4].



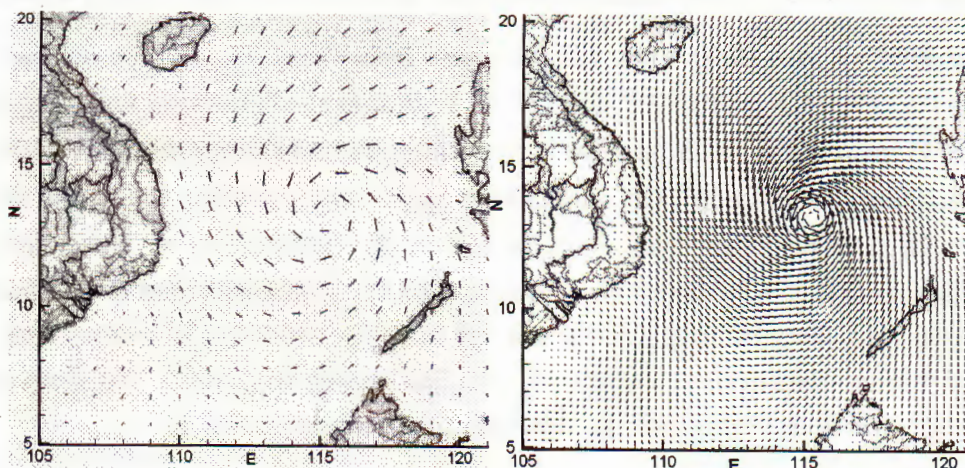
## 2. Lưới tính, số liệu đầu vào (địa hình, trường gió), điều kiện ban đầu và điều kiện biên.

- **Địa hình và lưới tính:** Vùng tính bao gồm Biển Đông và các biển lân cận trong khu vực từ  $1^{\circ}\text{S}$  đến  $24^{\circ}\text{N}$  và từ  $99^{\circ}\text{E}$  đến  $121^{\circ}\text{E}$ . Lưới tính sử dụng trong tính sóng bão và gió mùa có độ phân dải  $0.25$  độ theo hai hướng kinh và vĩ độ (tương ứng  $88$  và  $100$  điểm lưới tính theo kinh độ và vĩ độ). Độ sâu địa hình tại các nút lưới được lấy từ bản đồ hàng hải khu vực Biển Đông và các vùng biển lân cận có độ chính xác  $0.1\text{m}$ . Bước tính trong phổ sóng được rời rạc với  $40$  tần số và  $72$  hướng. Dải tần số của phổ nằm trong khoảng từ  $0.0459\text{Hz}$  đến  $1\text{Hz}$ , phân bố theo hàm logarit với bước là  $\Delta f/f=0.1$ . Các hướng sóng được chia làm  $72$  hướng nằm trong dải góc từ  $0^{\circ}$  đến  $360^{\circ}$  tương ứng  $\Delta\theta=5^{\circ}$ . Sử dụng chế độ tính sóng không ổn định với số bước lặp lớn nhất trong mỗi bước tính là  $15$ .

- **Điều kiện ban đầu và điều kiện biên:** Phổ sóng ban đầu được tính từ tốc độ gió địa phương thông qua các tham số của sóng. Các tham số sóng này được tính dựa trên đường cong phát triển sóng nước sâu của Kahma và Calcoem (1992), các giá trị cắt cụt của độ cao sóng hữu hiệu và chu kỳ đỉnh phổ tính theo Pierson và Moskowitz (1964). Trong vùng tính có hai eo biển hờ đó là eo Bashi và Đài Loan. Để đưa năng lượng sóng tới tại các điểm dọc theo hai biên này, tốc độ, hướng và đà gió tại các nút trên biên được sử dụng để tính toán các đặc trưng sóng tới. Phương pháp tính các đặc trưng sóng tương tự như với điều kiện sóng ban đầu. Các điều kiện sóng trên hai biên Bashi và Đài Loan được tính toán trước khi chạy mô hình và được lưu dưới dạng file dữ liệu đầu vào.

- **Trường gió:** Trường gió sử dụng trong tính toán sóng bão được thu từ cơ quan khí tượng Nhật Bản (JMA). Trường gió phân tích với bước không gian là  $1,25^{\circ}$  theo kinh và vĩ tuyến, với bước thời gian  $6$  giờ. Trước khi tính toán trường gió được nội suy về các nút lưới tính. Do độ phân giải của trường gió ban đầu là khá thô so với sự phân bố gió trong khu vực tâm bão, cho nên để có được sự phân bố trường gió bão một cách chi tiết các tác giả đã sử dụng mô hình phân tích gió trong vùng tâm bão (bán kính  $6^{\circ}$  tính từ tâm bão) của G.J.Holland [1]. Trong mô hình phân tích trường gió trong vùng tâm bão các đặc trưng của bão (toạ độ tâm, khí áp tâm, tốc độ gió cực đại, bán kính gió cực đại, hướng di chuyển, tốc độ di chuyển) được sử dụng làm các tham số đầu vào. Kết quả trường gió chi tiết trong vùng tâm bão được kiểm chứng bằng các số liệu quan trắc gió tại các trạm khí tượng và trường gió quan trắc bằng vệ tinh QSCAT. Trường gió sử dụng trong tính toán sóng là sự kết hợp giữa trường gió ban đầu và trường gió chi tiết ở tâm bão bằng một mô đun ghép gió. Hình 1 đưa ra hình ảnh về trường gió trước và sau khi nội suy và ghép trường gió chi tiết trong tâm bão.





**Hình 1.** Trường gió ban đầu và trường gió chi tiết tại 0 giờ ngày 10 tháng 11 năm 2001 (Bão LingLing)

### III. HIỆU CHỈNH MÔ HÌNH TÍNH SÓNG TRONG BÃO

#### 1. Chuỗi số liệu sóng dùng trong hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình

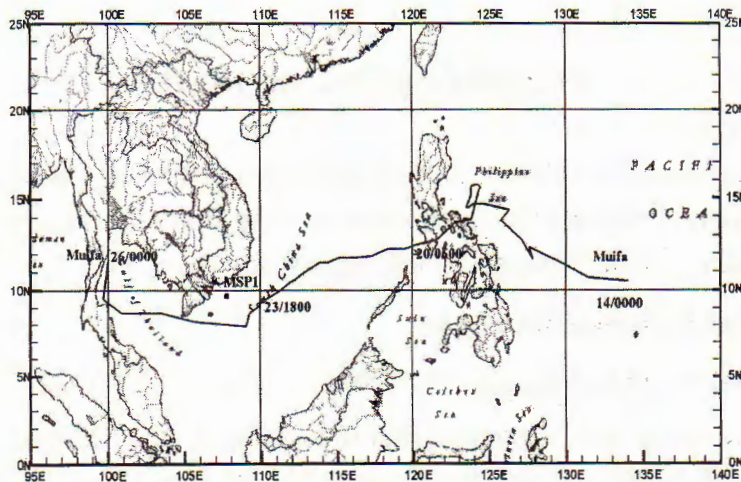
Để có chuỗi số liệu sóng tin cậy chúng tôi đã sử dụng số liệu tại các trạm quan trắc tự ghi bằng phao, trên giàn khoan và số liệu quan trắc sóng bằng vệ tinh (Topex/poseidon) trong thời gian có các cơn bão. Các chuỗi số liệu đo sóng bằng máy tự ghi đặt trên các trạm phao và giàn khoan có độ chính xác rất cao và có thể đo được sóng trong thời gian dài các điều kiện như bão. Một phương tiện đo đặc trưng sóng hiện đại khác được cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ Nasa tiến hành đó là quan trắc sóng từ vệ tinh. Để đo sóng các vệ tinh này được trang bị thiết bị đo sóng altimeter. Phương tiện này cho phép quan trắc sóng trong mọi điều kiện thời tiết và tiến hành đo được trên mặt rộng. Vệ tinh Topex/poseidon được NASA đưa vào sử dụng từ năm 1992, các chuỗi số liệu được đo đặc theo quỹ đạo vệ tinh với mỗi chu kỳ lặp lại xấp xỉ 10 ngày [8]. Các chuỗi số liệu từ Topex/poseidon đã được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều nghiên cứu trên thế giới [9], [10] và [11]. Việc sử dụng chuỗi số liệu quan trắc từ vệ tinh rất hữu ích và có thể khắc phục được các khó khăn về thiếu số liệu. Trong bảng 1 liệt kê các cơn bão và các nguồn số liệu sử dụng trong hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình trong bão.

**Bảng 1.** Số liệu sóng sử dụng trong hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình sóng trong bão

Tên bão	Thời gian	Trạm đo (vị trí, độ sâu)	Cơ quan
Frankie	7/1996	Trạm phao VN01A (18.60N 106.25E, 27m)	Trung tâm khí tượng thủy văn biển (HMC)
Linda	11/1997	Trạm phao Hua-Hin (11.60N 100.30E, 30m)	GISTDA – Thai land
Wukong	9/2000	Trạm phao 4001 (17.16N 107.38E, 30m)	HMC
Muifa	11/2004	Giàn khoan, trạm MSP-1 (10.42N 108.39E, 45m)	VietsovPetro
LingLing	11/2001	TOPEX/poseidon	NASA
Imbudo	07/2003	TOPEX/poseidon	NASA

## 2. Hiệu chỉnh mô hình sóng

Việc hiệu chỉnh mô hình đã được trình bày trong [3]. Trong thời gian hoạt động của bão Muifa từ ngày 14 tháng 11 đến ngày 26 tháng 11 năm 2004, thời gian đầu khi bão Muifa hình thành trong vùng biển phía tây Philippine đồng thời cùng thời điểm đó tồn tại đồng thời một khối không khí lạnh mạnh chi phối trên toàn bộ Biển Đông. Sau khi Bão Muifa di chuyển vào trong vùng Biển Đông, khối không khí lạnh này làm cho quỹ đạo của bão Muifa có hướng tây nam di chuyển song song với vùng bờ biển các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long. Trong chuỗi quan trắc tại trạm quan trắc MSP-1 từ ngày 18 đến ngày 25 tháng 11 quan trắc được sóng trong thời gian bão hoạt động. Hình 2 mô tả đường đi của bão và vị trí trạm quan trắc MSP-1 tại giàn khoan Bạch Hổ.

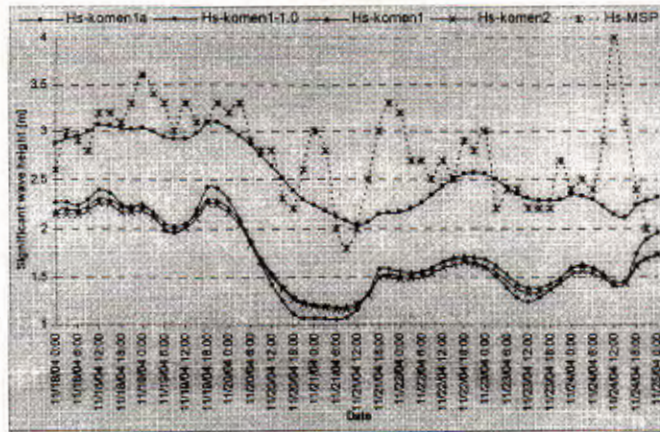


**Hình 2.** Đường đi của bão Muifa tháng 11 năm 2004



Để hiệu chỉnh, mô hình SWAN được tính toán 8 lần với các đặc trưng vật lý khác nhau trong công thức của Janssen (4 lần tính) và Komen (4 lần tính) cùng các hệ số ma sát của sóng gió và sóng lừng. Kết quả tính cho thấy rằng các hệ số ma sát của sóng gió cũng như sóng lừng không có ảnh hưởng lớn tới chiều cao và chu kỳ sóng. Trong khi đó các tham số trong công thức của Janssen và Komen cho ra các kết quả sóng khác nhau đặc biệt là các giá trị đỉnh phổ. Hình 3 đưa ra sự so sánh chiều cao sóng trong bốn lần tính toán và số liệu đo đạc.

Phân tích các kết quả thu được có thể kết luận với hệ số CDS2 ( $CDS2=0.0001$ ) giảm một nửa so với giá trị mặc định của công thức Komen cho kết quả tốt nhất và sử dụng được trong tính toán [3].



**Hình 3.** Độ cao sóng tính toán với các hệ số tiêu tán (CDS2) và các tham số phát triển sóng và độ cao sóng quan trắc từ 0 giờ ngày 18/11 tới 0 giờ ngày 25/11 tại trạm MSP-1, trong bão Muifa.

#### IV. KIỂM CHỨNG MÔ HÌNH.

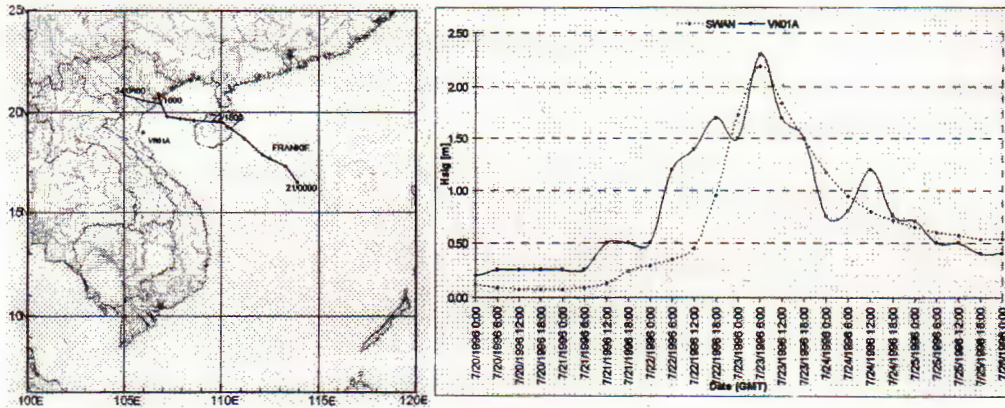
Các hệ số trong các công thức vật lý của quá trình phát triển, quá trình truyền và tiêu tán năng lượng sóng đã được hiệu chỉnh được sử dụng tính toán sóng trong các cơn bão còn lại như: Frankie, Linda, Wukong, LingLing, Imbudo (bảng 1).

##### 1. Kiểm chứng mô hình sóng trong bão

###### - Tính sóng trong bão Frankie (07/1996)

Bão Frankie tồn tại trên vùng phía Bắc Biển Đông từ ngày 22 tháng 7 đến 24 tháng 7 năm 1996. Bão đổ bộ vào các tỉnh thuộc vùng châu thổ sông Hồng ngày 23 tháng 7. Tốc độ gió lớn nhất đạt tới 42m/s, bão đã gây ra mưa lớn và làm 40 người chết và 224 người bị thương. Trong thời gian có bão, trạm phao VN01 đang hoạt động trên vùng biển phía Nam

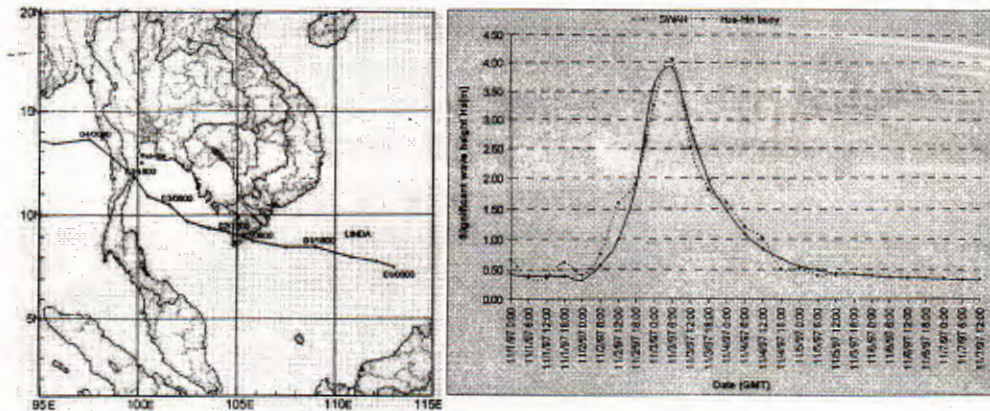
vịnh Bắc bộ ( $18.490^{\circ}\text{N}$ ,  $105,840^{\circ}\text{E}$ ) cách xa vùng tâm của bão, nằm trong vùng phía bên trái của tâm bão do vậy chiều cao sóng cực đại đo được là không lớn. Hình 4 thể hiện đường đi của bão Frankie, vị trí trạm phao VN01 và đưa ra kết quả tính toán độ cao sóng và đo đạc từ ngày 20 tháng 7 đến ngày 26 tháng 7 năm 1996.



**Hình 4.** Đường đi của bão Frankie và vị trí trạm phao VN01A, so sánh độ cao sóng tính toán và thực đo trong bão Frankie

- *Tính sóng trong bão Linda(11/1997)*

Bão Linda hình thành trong khu vực Nam Biển Đông đi ngang qua mũi Cà Mau vào vịnh Thái Lan đổ bộ vào tỉnh Prachnap Khiri Khan của Thái Lan. Trong 4 ngày tồn tại (1-4/11/1997) bão Linda đã làm chết hàng nghìn người Việt Nam và hàng chục người Campuchia và Thái Lan. Ngoài ra bão còn gây ra nước dâng cao hơn 60 cm tại các vùng ven bờ vịnh Thái Lan. Hình 5 đưa ra đường đi của bão Linda và vị trí trạm phao Hua-Hin ( $12.3^{\circ}\text{N}$ ,  $100.2^{\circ}\text{E}$ ) của tổ chức GISTDA Thái Lan đang hoạt động trên vùng biển trên cùng phía Bắc vịnh Thái Lan và kết quả tính toán và đo đạc tại trạm Hua-Hin trong thời gian bão đi qua.

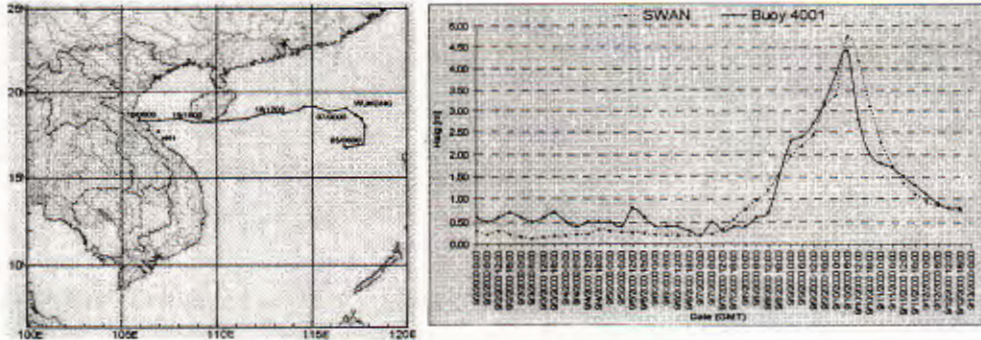


**Hình 5.** Đường đi bão Linda và vị trí trạm phao Hua-Hin, so sánh độ cao sóng tính toán và đo đạc trong bão Linda



**- Tính sóng trong bão Wukong (09/2000)**

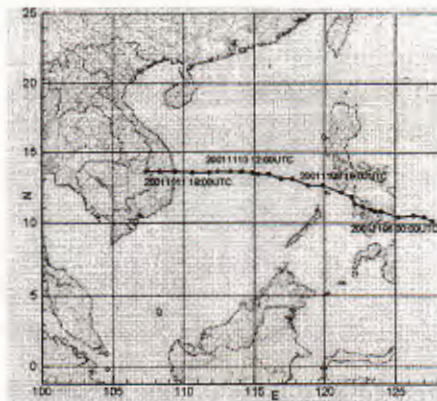
Bão Wukong hình thành trong vùng Biển Đông, phía Tây quần đảo Luzon ngày 4 tháng 9 năm 2000. Sau khi đi qua phía Nam đảo Hải Nam bão Wukong giảm cường độ và tan trên phần phía Nam vịnh Bắc bộ ngày 10 tháng 9. Trong thời gian đó trạm phao 4001 đặt tại vùng ven bờ biển tỉnh Quảng Trị (17,1°N, 107,23°E), trạm phao này nằm hoàn toàn trong vùng bán kính gió cực đại của bão Wukong do vậy cho các kết quả đo sóng bão khá lớn. Hình 6 đưa ra đường đi của bão Wukong và vị trí trạm phao 4001 và đưa ra kết quả tính và đo đạc độ cao sóng trong cơn bão này.



**Hình 6.** Đường đi của bão Wukong và vị trí của trạm phao 4001, so sánh độ cao sóng tính toán và đo đạc trong bão Wukong.

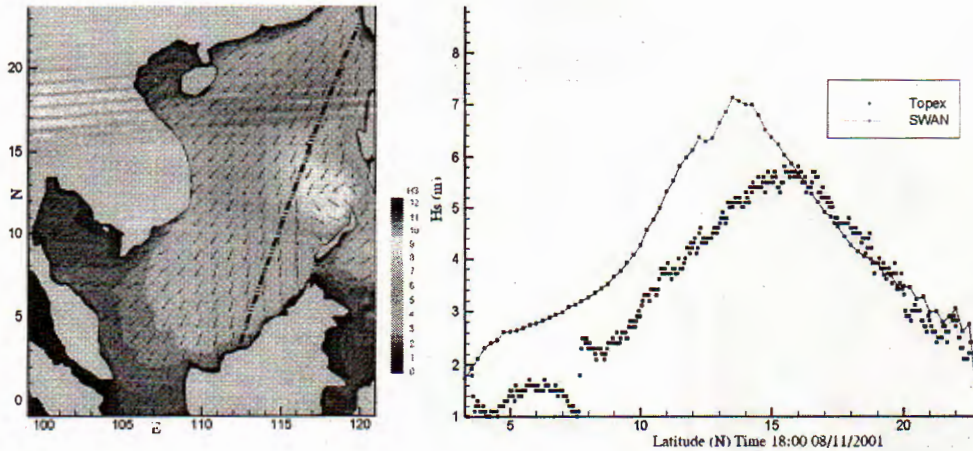
**- Tính sóng trong bão LingLing (11/2001)**

Bão LingLing hình thành trên vùng biển phía Đông Philippine ngày 6 tháng 11 năm 2001. Sau khi đi qua Philippine vào vùng Biển Đông (08/11/2001) bão LingLing nhanh chóng trở thành một siêu bão có cường độ rất mạnh với tốc độ lên tới 70m/s. Bão LingLing đổ bộ vào địa phận các tỉnh Nam Trung bộ từ Bình Định –Phú Yên và tan trên phần biên giới Việt Nam- Campuchia. Hình 7 đưa ra đường đi của bão Ling Ling. Độ cao sóng tính toán được so sánh với độ cao sóng đo đạc từ vệ tinh Topex/poseidon tại thời điểm quỹ đạo của vệ tinh gần với vùng tâm bão nhất (xem hình 8).



**Hình 7.** Đường đi của bão Lingling

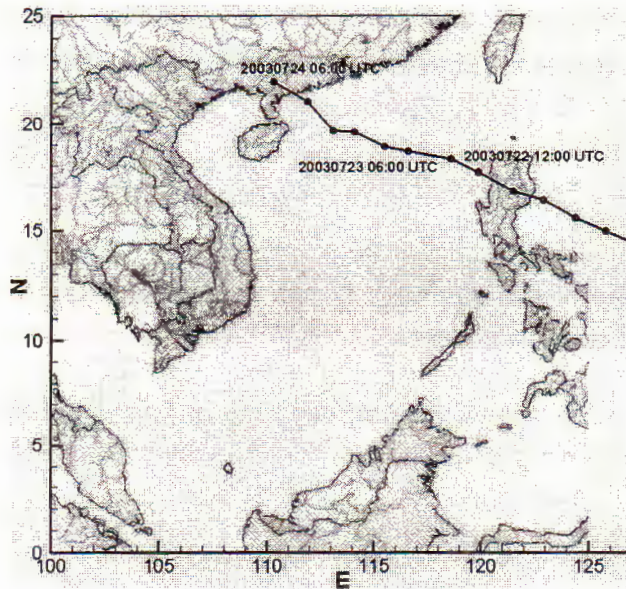




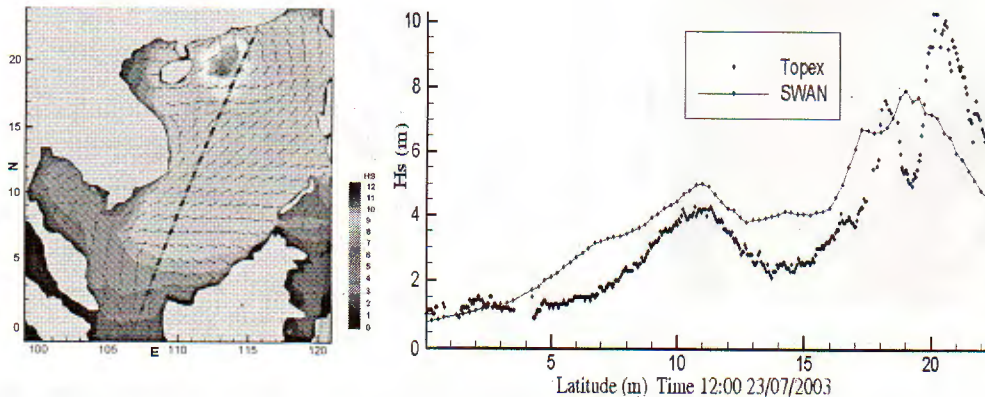
**Hình 8.** Quỹ đạo vệ tinh, so sánh độ cao sóng tính toán và đo đạc trong bão LingLing tại 18 giờ 08/11/2001

**- Tính sóng trong bão Imbudo (07/2003)**

Bão Imbudo hình thành trên vùng biển Tây Thái Bình Dương, đi qua Philippine đi vào phía Bắc Biển Đông ngày 22 tháng 7 năm 2003 sau đó bão suy yếu và đổ bộ vào phần phía Bắc bán đảo Lôi Châu - Trung Quốc ngày 24 tháng 7. Trên hình 9 là đường đi của bão Imbudo và hình 10 là so sánh độ cao sóng tính toán và đo đạc bằng vệ tinh khi quỹ đạo vệ tinh đi qua vùng gần tâm bão



**Hình 9.** Đường đi của bão Imbudo



**Hình 10.** Quỹ đạo vệ tinh, so sánh độ cao sóng tính toán và đo đạc trong bão Imbudo tại 12 giờ 23/07/2003

Trên đây là những kết quả tính toán chiều cao sóng trong bão sử dụng mô hình SWAN. Các hình 3, 4, 5, 6, 8 và 10 cho thấy sự phù hợp khá tốt của các giá trị độ cao sóng cực đại tính toán và đo đạc trong bão theo thời gian và không gian.

Để có các đánh giá về sai số và độ chính xác giữa độ cao sóng tính toán và đo đạc, hai đại lượng độ lệch BIAS và trung bình quân phương RMS được tính toán cho các cơn bão có số liệu đo đạc bằng trạm phao (Frankie, Linda và Wukong) như sau:

$$BIAS = \frac{1}{N} \sum (Hcom_i - Hobs_i) \quad (3)$$

$$RMS = \left\{ \frac{1}{N} \sum (Hcom_i - Hobs_i)^2 \right\}^{1/2} \quad (4)$$

Trong đó: N- Số phần tử của chuỗi (i), Hcom<sub>i</sub> - chiều cao sóng tính toán, Hobs<sub>i</sub> - chiều cao sóng quan trắc. Bảng 3 trình bày giá trị BIAS và RMS của ba cơn bão nêu trên.

**Bảng 3.** Sai số tính toán của độ cao sóng (m) trong các cơn bão

Tên Bão	Sai Số	
	BIAS	RMS
Frankie	-0.144	0.353
Linda	-0.030	0.216
Wukong	-0.078	0.393
Trung bình	-0.080	0.320



Kết quả từ ba trường hợp này cho thấy trung bình giá trị BIAS là âm, điều này có nghĩa là chiều cao sóng tính toán nhỏ hơn chiều cao sóng đo đạc. Trung bình giá trị RMS là 0.320m có thể chấp nhận được so với chiều cao sóng bão.

## V. KẾT LUẬN

Tính toán trường sóng trong bão thực sự quan trọng đối với mọi hoạt động trên biển và ven bờ đặc biệt trong tình hình hiện nay chúng ta đang thực hiện chiến lược phát triển kinh tế biển của Đảng. Mô hình tính sóng SWAN cho phép mô phỏng khá tốt trường sóng trong điều kiện thời tiết nguy hiểm này. Khó khăn nhất của chúng ta là cần có được các số liệu đo đạc trường sóng đủ tin cậy để hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình. Các tác giả đã khai thác được các số liệu tự ghi sóng trên các trạm phao cũng như giàn khoan dầu khí. Ngoài ra hiện nay nhờ sự phát triển của công nghệ đo đạc viễn thám, đã có được một nguồn số liệu trường sóng hết sức quý đó là các số liệu sóng đo bằng vệ tinh. Các tác giả đã sử dụng các số liệu này để kiểm chứng trường sóng tính toán trong bão. Ngoài việc tính toán trường sóng trong bão, mô hình tính sóng sẽ được sử dụng để tính toán chế độ trường sóng vùng biển khơi và ven bờ nước ta.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **An Analytic model of the wind and pressure profile in hurricanes.** Greg J. Holland. Monthly weather review, volume 106, March 1980.
2. **Ocean wave forecasting in the gulf of Thailand during typhoon Linda 1997: WAM and Neural network approaches.** Wattana kanbua, Seree Supharatid and I-Ming Tang. Science Asia 31, 2005
3. **Nguyen Manh Hung, Do Le Thuy, Duong Cong Dien.** Storm wave modeling with SWAN. Comparison of measurement data and modeling results for the storm MUIFA 11/2004 Vietnam Journal of Mechanics, Volume 27, Number , 2005.
4. **Swan – User Manual,** Swan Cycle III version 40.41 Delft University of Technology, 2005
5. **Vietnam Norway co-operation programme on the data collection and satellite transmission system including storm surge modeling for typhoon forecasting and warning in Vietnam 1996 - 2001**
6. **Nguyen Manh Hung, Duong Cong Dien.** Wave Modeling by SWAN, the model validation: calibration and verification The annual scientific conference of “Vietnam

- China cooperative research on sea wave and storm surge forecasting 2004 - 2006", Hanoi 12/2005.
7. **Nguyen Manh Hung, Duong Cong Dien.** Calibration and verification of a storm wave model in the coastal zones of the East Sea. The annual national conference for fluid mechanics 2006, Vung Tau 07/2006
  8. **Aviso user handbook**, Merged Topex/poseidon products, Edition 3.0, july 1996
  9. **Yiquan Qi, Peter C, Chu, Ping Shi.** Comparison of significant wave height from Wave Watch model and Topex/poseidon data. The eighth OMISAR workshop on ocean models
  10. **Cheng Hongxia, Yang Youngzeng, Fan bin, Hua Feng.** Comparison of Topex/poseidon altimeter derived wave period with ocean bouy data in the East China Sea and South China Sea. Chinese Journal of oceanology and Limnology.
  11. **Paul A.Hwang, Steven M.Bratos, William J.Teague, David W.Wang, Gregg A.Jacobs and Donald T. Resio.** Wind and wave in the Yellow and East China Seas: A comparison of Spaceborne altimeter measurements and model results.. Journal of Oceanography, Vol.55, pp.307 to 325. 1999

## **STORM WAVE MODELING AND IT'S VALIDATION BY THE MODERN WAVE MEASUREMENT DEVICES**

**NGUYEN MANH HUNG AND DUONG CONG DIEN**

*Summary: The storm wave is a marine hydro dynamical parameter which is very serious, especially for the marine constructions which often withstand all the severe weathers in the sea. The East Sea is suffered from one of five storm generation regions in the world that explain why the storm wave modeling is an important task of the researchers. In the paper, the storm wave modeling has been presented. The main focus has been paid in the calibration and verification procedure using the modern types of wave measurement, among them the satellite wave measurements are the most optimistic. The results of validation show that the storm wave modeling is sufficient for the marine construction design and activities.*

**Ngày nhận bài:** 08 - 10 - 2007

**Địa chỉ:** Viện Cơ Học Hà Nội

**Người nhận xét:** TS. Nguyễn Kỳ Phùng