

## TÍNH TOÁN MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG THỐNG KÊ CỦA SÓNG DO GIÓ Ở VÙNG BIỂN NGOÀI KHƠI TỈNH BÌNH ĐỊNH TRONG MÙA GIÓ ĐÔNG BẮC

Phạm Xuân Dương, Nguyễn Văn Tuấn  
*Viện Hải dương học*

**Tóm tắt** Bài báo trình bày kết quả tính toán về các đặc trưng sóng từ gió của vùng biển ngoài khơi Bình Định trong các tháng có gió mùa đông bắc (từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau), theo số liệu đo gió 21 năm (từ 1990 – 2010) tại trạm khí tượng Bình Định. Kết quả tính toán cho thấy: trong các tháng có gió mùa đông bắc, sóng theo các hướng SSE, S, SSW, SW, W có tần suất xuất hiện rất thấp, ngược lại sóng theo các hướng N và NE chiếm ưu thế, với tần suất cao từ 8,3 - 24,3% trong tháng.

Qua số liệu tính sóng từ gió, cho phép tính toán được độ cao sóng cực đại xảy ra trong các hoàn kỳ 5 năm, 10 năm, 20 năm, 50 năm và 100 năm vào các tháng có gió mùa đông bắc. Trong các tháng đó, tháng 11 là tháng có độ cao sóng lớn nhất xuất hiện theo hướng đông bắc với hoàn kỳ 5 năm là 9,5 m; 100 năm là 11,5 m.

## CALCULATION ON SOME STATISTICAL CHARACTERISTICS OF WIND WAVES IN THE OFFSHORE WATERS OF BINH DINH PROVINCE IN THE NORTHEASTERN MONSOON

Pham Xuan Duong, Nguyen Van Tuan  
*Institute of Oceanography*

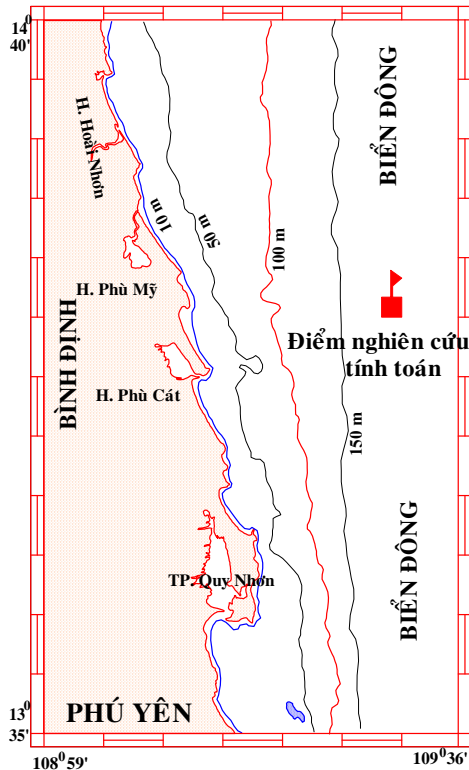
**Abstract** This paper shows some statistical characteristics of wind wave in the offshore waters of Binh Dinh province in the northeastern monsoon (from October to March of next year) on the basis of the measured wind data during 21 years (from 1990 to 2010) at Binh Dinh meteorological station. The results show that: during the northeastern monsoon, the frequency of waves from SSE, S, SSW, SW, W directions was limited. Contrariwise, the frequency of waves from N and NE directions was dominated and about 8.3 - 24.3% per month.

The maximum wave height occurred in the periods of 5, 10, 20, 50, and 100 years in the northeastern monsoon months according to the calculation of waves from the wind data. In those months, the maximum wave height occurred in November from NE direction with period of 5 years was 9.5m and 100 years was 11.5m.

## I. MỞ ĐẦU

Tỉnh Bình Định có 134 km đường bờ biển, có 1.440 km<sup>2</sup> diện tích vùng nội thủy, 40.000 km<sup>2</sup> diện tích lãnh hải và vùng đặc quyền kinh tế bên ngoài đường cơ sở. (cpv.org.vn/cpv/Modules/News/NewsDetail.aspx?co\_id=30692). Vùng biển và ven biển Bình Định có vai trò quan trọng đối với sự phát triển kinh tế của tỉnh và trong chiến lược phát triển của khu vực miền Trung và Tây Nguyên.

Trong các yếu tố động lực thì sóng biển là yếu tố chủ yếu gây nên hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ, cửa sông, phá hủy các công trình biển... Vì vậy, việc tính toán các đặc trưng thống kê của sóng, gió và dòng chảy trên biển là rất quan trọng cho các hoạt động kinh tế và quốc phòng, cho vùng biển khu vực nghiên cứu.



**Hình 1.** Sơ đồ vị trí điểm tính sóng  
**Fig. 1.** Location for calculating the wave

Các đặc trưng sóng ở khu vực thêm lục địa cũng như vùng ven bờ thường chịu sự chi phối mạnh mẽ của trường gió trên

biển và địa hình đáy bờ. Sự biến đổi của trường gió trên biển, cũng như sự biến đổi độ sâu của vùng nghiên cứu đã ảnh hưởng quyết định đến sự hình thành và biến đổi của các đặc trưng sóng trong khu vực nghiên cứu. Do điều kiện chưa có các số liệu đo đạc sóng ở vùng biển ngoài khơi, do đó chúng tôi đã sử dụng phương pháp Shore Protection Manual (SPM) dựa trên cơ sở sử dụng công thức JONSWAP để tính các đặc trưng của trường sóng tại một điểm ngoài khơi của tỉnh Bình Định (hình 1) có tọa độ 14°15' vĩ độ bắc - 109°30' kinh độ đông, điểm có độ sâu 185 m, cách bờ 30 km (các hướng N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S và NNW có đà gió trên 100km còn các hướng SSW là 80 km, SW – 60 km, WSW – 50 km, W – 30 km, WNW – 60 km, NW – 80 km). Từ việc phân tích các đặc trưng thống kê của chuỗi số liệu sóng được tính từ gió trong khoảng thời gian 21 năm của vùng biển Bình Định, đã cho phép xác định được các đặc trưng cần thiết của sóng ở vùng biển ven bờ này.

## II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Tài liệu:

Đã sử dụng chuỗi số liệu gió 21 năm (từ năm 1990 đến năm 2010) của trạm đo khí tượng thủy văn Bình Định. Số liệu gió một ngày đo bốn đợt, các lần đo chính là 1g, 7g, 13g, 19g. Tốc độ gió tính theo m/s và hướng chia thành 16 hướng (N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW).

### 2. Phương pháp:

#### 2.1. Phương pháp tính sóng từ gió trong trường hợp biển sâu:

Phương pháp SPM (CERC, 1984), đã gió sử dụng là giá trị trung bình số học của các đà gió trong khoảng hướng  $\pm 15^\circ$  như công thức (1) và hình 2.

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (1)$$

Trong đó:

-  $F$  là đà gió,  $n$  – tổng số số đà gió được tính,  $i$  chạy 1 tới  $n$ .

Vận tốc gió đo đạc được chuyển về độ cao 10 m ( $U_{10}$ ) so với bề mặt sử dụng bởi công thức:

$$U_{10} = U_Z \left( \frac{10}{Z} \right)^{\frac{1}{7}}, \text{ với } Z < 20 \text{ m} \quad (2)$$

Ngoài ra, vận tốc gió cũng được hiệu chỉnh bằng 2 hệ số hiệu chỉnh – hệ số  $R_L$  để hiệu chỉnh sự khác biệt giữa vận tốc gió thổi qua mặt đất  $U_L$  và qua mặt nước  $U_W$  (xác định  $R_L$  từ hình 3). Hệ số  $R_T$  cho ảnh hưởng ổn định của chênh lệch nhiệt độ nước và không khí (thông thường không có số liệu thì sử dụng  $R_T = 1,1$ ).

Với các giả thiết là sự phát triển của sóng bị giới hạn về đả gió có quan hệ chặt chẽ với vận tốc ma sát  $U_S$  hơn là vận tốc gió đo đạc  $U$ , khi đó mối quan hệ giữa  $U_S$  và  $U$  cho vùng biển hỏ được áp dụng trực tiếp cho điều kiện đả gió giới hạn. Công thức SPM sử dụng đại lượng vận tốc gió hiệu chỉnh  $U_A$  để hiệu chỉnh quan hệ phi tuyến thực đo giữa ứng suất và vận tốc gió có dạng:

$$U_A = 0,71U^{-1,23} \text{ với } U = R_T R_L U_{10} \quad (3)$$

Để thuận lợi cho việc tính toán, sử dụng các đại lượng phi thứ nguyên sau:

- Độ cao sóng phi thứ nguyên

$$H_{Phi} = \frac{gH_Z}{U_A^2} \quad (4)$$

- Chu kỳ sóng phi thứ nguyên

$$T_{Phi} = \frac{gT_Z}{U_A} \quad (5)$$

- Đả sóng phi thứ nguyên

$$F_{Phi} = \frac{gF}{U_A^2} \quad (6)$$

- Thời gian phát triển phi thứ nguyên

$$T_{Phi} = \frac{gt}{U_A} \quad (7)$$

- Độ sâu phi thứ nguyên

$$D_{Phi} = \frac{gZ}{U_A^2} \quad (8)$$

Trong trường hợp sóng nước sâu, công thức SPM được tính như sau:

- Độ cao sóng có nghĩa:

$$H_{Conghia} = 1,6 * 10^{-3} F_{Phi}^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

- Chu kỳ đỉnh phỏ:

$$T_{Dinhpho} = 0,286 F_{Phi}^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

- Thời gian sóng phát triển:

$$t_{gPhat} = 68,8 F_{Phi} \quad (11)$$

Từ (11) tính được đả gió hiệu dụng:

$$F_{hdung} = \left( \frac{T_{Phi}}{68,8} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (12)$$

Sóng được tạo ra ở vùng nước sâu có thể ở ba trạng thái: sóng mới phát triển – bị hạn chế về thời gian gió thổi – sóng phát triển hoàn toàn. Nếu tính cho khu vực nhỏ, sóng có thể bị hạn chế bởi đả gió ngắn khi đó  $H_{Conghia}$ ,  $T_{Dinhpho}$  được tính trực tiếp từ các công thức (9), (10). Nếu ở khu vực rộng hơn có thể dùng công thức này nhưng thời gian gió thổi có thể hạn chế độ cao sóng. Ở khu vực rộng lớn và thời gian gió thổi lâu thì trạng thái mặt biển phát triển hoàn toàn. Điều kiện xảy ra khi cả  $T_{Phi}$  và  $t_{gPhat}$  đều lớn hơn  $t_{gFull}$  (13). Với điều kiện sóng phát triển hoàn toàn thì sử dụng các công thức giới hạn cho chiều cao và chu kỳ sóng tính theo (14), (15):

$$t_{gFull} = 7,15 * 10^4 \quad (13)$$

$$H_{Conghia} = 0,243 \quad (14)$$

$$T_{Dinhpho} = 8,134 \quad (15)$$

## 2.2. Phương pháp tính tần suất:

Trên cơ sở chuỗi số liệu sóng từ gió, chúng tôi tiến hành tính toán các đặc trưng thống kê về tần suất xuất hiện độ cao sóng theo 16 hướng và theo các khoảng độ cao sóng là 0,5 m ( $0,25 \text{ m} \leq h_s < 0,5 \text{ m}$ ,  $0,5 \text{ m} \leq h_s < 1,0 \text{ m}$ ,  $1,0 \text{ m} \leq h_s < 1,5 \text{ m}, \dots$ ).

Tần suất từng cấp độ của độ cao sóng theo từng hướng được tính theo công thức:

$$A^j = \frac{\sum_{i=1}^{S_i} n_i^j}{N} \quad (16)$$

$$i = 1,2,3, \dots, S_i$$

$$j = 1,2,3, \dots, 16$$

$A^j$  là tần suất sóng xuất hiện theo hướng j.

$S_i$  là số số liệu có trong cấp độ i theo hướng j.

$N$  là tổng số số liệu của chuỗi số liệu.

### 2.3. Phương pháp tính toán độ cao sóng cao nhất xảy ra trong các hoàn kỳ:

Phân bố Gumbell (Harald C., 1969) thường dùng để nghiên cứu đến các đặc trưng của các đại lượng xác định giá trị cực trị (cực đại và cực tiểu) trong một khoảng thời gian nào đó (hoàn kỳ). Lý thuyết về phân bố các đại lượng cực trị chỉ ra rằng, nếu các quan trắc là độc lập và có cùng phân bố xác suất  $F(x) = P(x_i < x)$ ,  $i=1, \dots, n$  thì phân bố xác suất của các đại lượng cực trị sẽ có dạng sau:

- Đối với các đại lượng cực đại:  
 $P\{x^{(n)} < x\} = [F(x)]^n$ ;

- Đối với các đại lượng cực tiểu:  
 $P\{x_{(x)} < x\} = 1 - [F(x)]^n$ .

Ở đây  $n$  là dung lượng mẫu (tổng số số liệu).

Năm 1928, Fisher và Tippett đã tìm ra 3 dạng phân bố có thể áp dụng cho bất kỳ đại lượng ngẫu nhiên cực trị  $X$  nào đó và Gumbell đã nghiên cứu, khảo sát tỉ mỉ dạng phân bố  $F(y) = \text{Exp}(-e^{-y})$ , phân bố này được mang tên ông (phân bố xác suất Gumbell còn gọi là phân bố xác suất Fisher – Tippett loại I hay phân bố xác suất log – Weibull). Phân bố Gumbell được ứng dụng hết sức rộng rãi trong khí hậu, hàm phân

bố  $F(y) = \text{Exp}(-e^{-y})$  là hàm của biến chuẩn hóa  $y$ :

$$y = \frac{1.283}{S_x} \left( x - \bar{x} \right) + 0.577 \quad (17)$$

Với:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$x$  là biến ngẫu nhiên nhận giá trị cực trị của  $X$ ,  $x_i$  là những giá trị mẫu của  $x$ .

Người ta đã chứng minh được rằng, khi  $n \Rightarrow \infty$  thì:

$M[y] = y = 0.57721$  và được gọi là hằng số Euler.

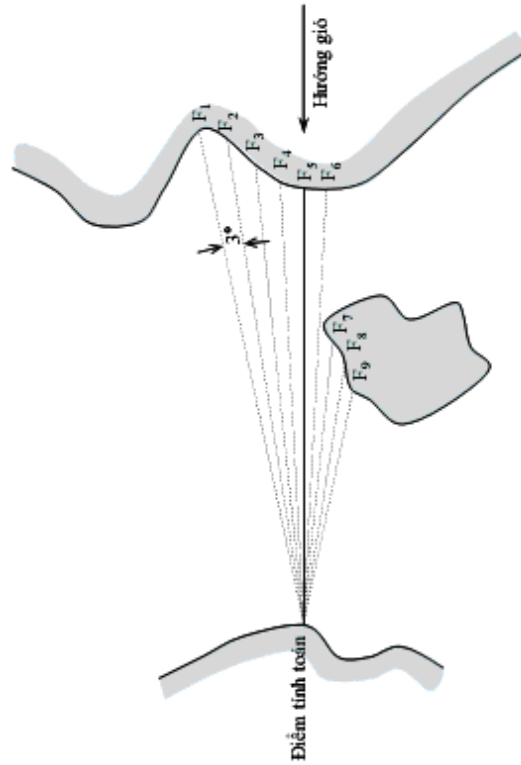
$$D[y] = \sigma_y^2 = \frac{\pi^2}{6}, \quad \text{từ đó } \sigma_y = 1.28254.$$

Thông thường phân bố Gumbell được dùng để tính các giá trị cực đại hoặc cực tiểu của các đặc trưng khí tượng, thủy văn khí hậu. Xác suất để đại lượng đó đạt cực đại  $x$  nhận giá trị vượt quá một giá trị  $x_0$  nào đó xác định bởi:

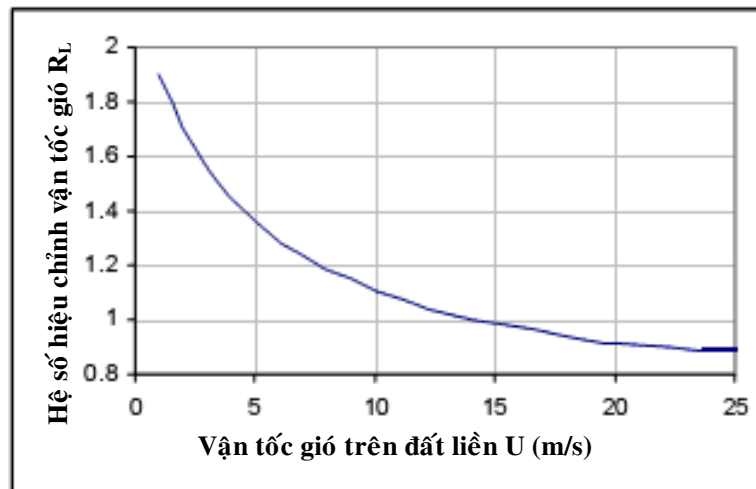
$$pM = P(x \geq x_0) = 1 - \text{Exp}(-e^{-y}) \quad (18)$$

Xác suất để đại lượng khí tượng, thủy văn khí hậu cực tiểu  $x$  nhận giá trị nhỏ hơn  $x_0$  sẽ là:

$$pm = P(x < x_0) = \text{Exp}(-e^{-y}) \quad (19)$$



**Hình 2.** Tính đà gió theo phương pháp SPM  
**Fig. 2.** Calculation of the wind impetus in accordance with SPM method



**Hình 3.** Xác định hệ số hiệu chỉnh vận tốc gió thổi trên đất liền  
**Fig. 3.** Definition of the coefficient of wind speed on the land

### III. KẾT QUẢ

Từ chuỗi số liệu gió của trạm Khí tượng thủy văn Bình Định, chúng tôi lọc và chọn số liệu gió của các tháng có gió mùa đông bắc sau đó tiến hành tính sóng từ gió theo như các bước tính toán của mục II.1 cho điểm nghiên cứu để phục vụ cho việc thăm dò khai thác dầu khí vùng biển Nam Trung Bộ. Trên cơ sở chuỗi số liệu sóng từ gió có được, chúng tôi tiến hành tính toán các đặc trưng thống kê về tần suất xuất hiện độ cao sóng theo 16 hướng và theo các khoảng độ cao sóng như trong phần II.2 đã trình bày. Từ các kết quả phân tích tại điểm nghiên cứu vào thời kỳ gió mùa đông bắc, các đặc trưng thống kê này cho thấy:

- Biến động tần suất lặng sóng theo các tháng có gió mùa đông bắc cũng rất khác nhau, tần suất lặng sóng cao ở các tháng gần với thời kỳ chuyển tiếp (tháng 9, 10 là thời kỳ chuyển tiếp từ gió mùa tây nam sang gió mùa đông bắc còn các tháng 3, 4 là thời kỳ chuyển tiếp từ gió mùa đông bắc sang gió mùa tây nam) và thấp trong các tháng chính gió mùa đông bắc. Nhìn vào bảng 1 và hình 4 cho thấy: trong các tháng có gió mùa đông bắc vẫn có thời điểm biến tĩnh lặng, đặc biệt các tháng cận kề với thời kỳ chuyển tiếp, tần suất lặng sóng lên tới 52,8% (tháng 3) và vào tháng gió mùa đông bắc hoạt động mạnh thì tần suất lặng sóng cũng chiếm tới 28,7%.

- Tháng 11, 12, 01, các tháng này luôn xuất hiện tần suất với độ cao sóng từ 3,5 - 4,0 m theo các hướng N, NE NNE và các hướng này luôn có tần suất xuất hiện sóng chiếm tỷ trọng lớn từ 13,0% trở lên (ngoại trừ NNE). Theo các sơ đồ hoa sóng tháng 11, 12 cho chúng ta thấy, sóng chủ yếu chỉ xuất hiện theo hướng NW, N, NE, NNW, NNE còn các hướng khác xuất hiện rất thấp (nhiều hướng không có tần suất xuất hiện, hình 5).

Tháng 10 và tháng 3, đặc điểm của hai tháng này là sóng xuất hiện hầu như ở mọi hướng, nhưng chiếm tần suất khác nhau theo các hướng và trong các thang độ

cao sóng. Tháng 10, độ cao sóng xuất hiện ở thang độ cao từ 3,5 - 4,0 m, nhưng ở tháng 03 độ cao sóng chỉ xuất hiện ở thang độ cao 2,0 - 2,5 m. Về tần suất lặng sóng cho thấy, tháng 10 và tháng 03 là các tháng có tần suất lặng sóng cao nhất trong các tháng có gió mùa đông bắc hoạt động – tháng 10 chiếm 48,7%, tháng 03 chiếm tới 52,8%.

Tần suất sóng tháng 02, về cơ bản cũng có nhiều điểm tương tự như các tháng 11, 12 và tháng 01 nhưng nó có điểm khác của các tháng này là sóng xuất hiện ở nhiều hướng (11 hướng) và tần suất lặng sóng lớn hơn chiếm tới 48,1% (lặng sóng tháng 01 là 44,2%, tháng 11 là 31%, tháng 12 là 28,7%).

- Độ cao sóng cực đại lớn nhất tính được nằm ở hướng NE cho các tháng có gió mùa đông bắc thường đạt rất cao có khi tới 8 - 9 m (tháng 11 là 8,91 m) còn các hướng chính khác cũng có độ cao sóng xuất hiện tới 5,8 m (tháng 12). Độ cao sóng trung bình của các hướng rất khác nhau theo các tháng, nhưng nhìn chung độ cao sóng trung bình thường là 0,6 m, ngoại trừ một vài hướng thì độ cao sóng có thể tới 1,0 m (trong thang tần suất độ cao sóng từ 0,5 - 1,0 m luôn chiếm tần suất cao nhất, tham khảo bảng 2).

- Dự báo độ cao sóng cực đại tương ứng với hoàn kỳ khác nhau: 5 năm, 10 năm, 20 năm, 50 năm và 100 năm xảy ra theo các hướng khác nhau cho thấy: Hầu như các hướng SSW, SW, WSW trong các hoàn kỳ này độ cao sóng rất nhỏ, cao nhất là 2,1m. Vào các tháng gió mùa đông bắc thịnh hành mạnh (tháng 12), các hướng S, SSW, SW, WSW hầu như không xuất hiện sóng trong các hoàn kỳ dự báo. Ngược lại các hướng N, NNE, NE, ENE luôn xuất hiện sóng có độ cao lớn có thể lên tới 11,5 m xảy ra một lần trong 100 năm. Để thấy rõ hơn về độ cao sóng cực đại xảy ra trong các hoàn kỳ trên, chúng ta tham khảo vào bảng 3, bảng giá trị cực đại dự báo xảy ra cho các hoàn kỳ vào tháng 11 (tháng có độ cao sóng cao nhất).

Như vậy, hướng sóng N và NE thường chiếm ưu thế và đạt tần suất cao từ 8,3 (tháng 3 – NE) đến 24,3% (tháng 12 – N, bảng 1) trong tháng. Ngược lại các hướng SSE, S, SSW, SW, W thường ít xuất hiện sóng hoặc hầu như là không xuất hiện (ở các tháng gió mùa đông bắc hoạt động mạnh như là các tháng 11, 12, 01, 02).

Các kết quả tính và dự báo trên là những thông tin quan trọng về đặc điểm chế độ sóng ở vùng biển ngoài khơi tỉnh Bình Định, phục vụ cho việc nghiên cứu thăm dò khai thác tài nguyên khoáng sản của vùng biển Bình Định.

**Bảng 1.** Bảng thang tần suất sóng chiếm ưu thế của hướng N và NE và tần suất lặng sóng trong các tháng có gió mùa đông bắc

**Table 1.** The dominant wave frequency of northern and northeastern directions and wave calm frequency in the northeastern monsoon months

	Tháng 10 (%)	Tháng 11 (%)	Tháng 12 (%)	Tháng 01 (%)	Tháng 02 (%)	Tháng 03 (%)
0,25 – 1,0	36,0	44,6	46,3	38,9	36,8	32,2
calm	48,4	31,0	28,7	44,2	48,1	52,8

**Bảng 2.** Bảng tần suất sóng chiếm ưu thế của hướng N và NE trong các tháng có gió mùa đông bắc

**Table 2.** The dominant wave frequency of northern and northeastern directions in the northeastern monsoon months

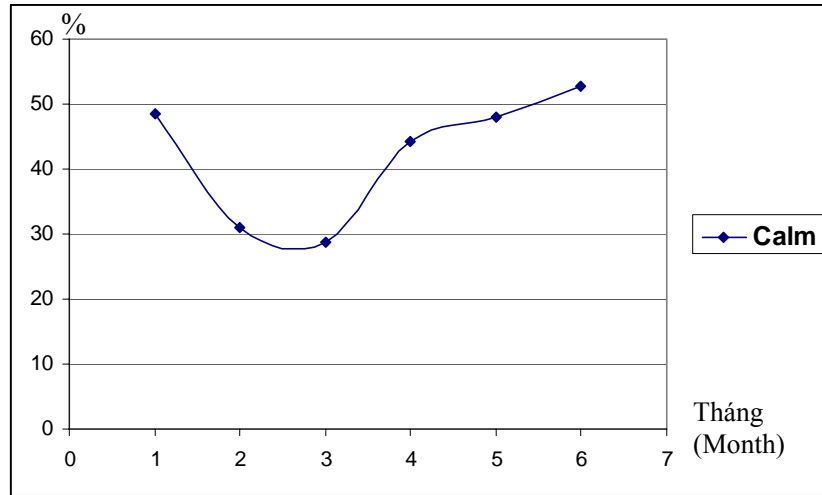
Hướng	Tháng 10 (%)	Tháng 11 (%)	Tháng 12 (%)	Tháng 01 (%)	Tháng 02 (%)	Tháng 03 (%)
N	12,0	19,8	24,3	19,0	14,4	9,1
NE	12,5	20,5	18,6	13,0	10,0	8,3

**Bảng 3.** Giá trị cực đại dự báo xảy ra trong các chu kỳ của sóng vào tháng 11

**Table 3.** The maximum values occur in the wave cycles in November

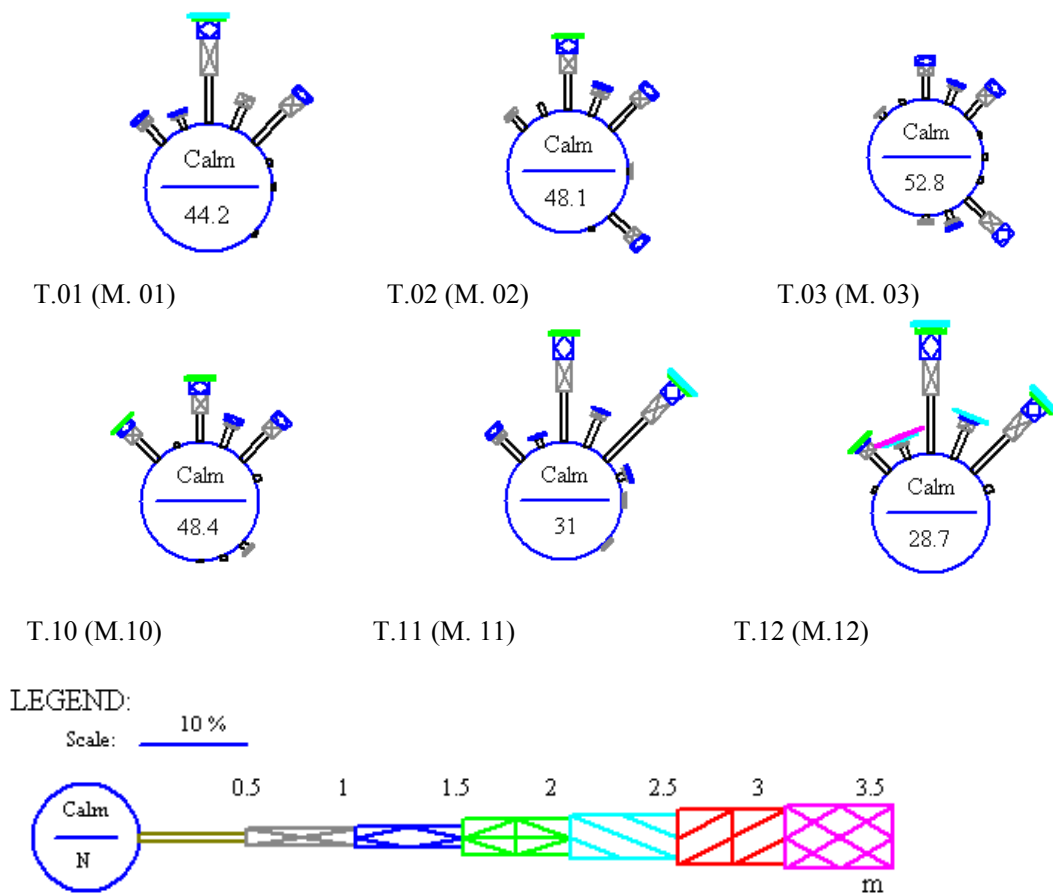
Năm Hướng	5 (m)	10 (m)	20 (m)	30 (m)	50 (m)	100 (m)
N	4,4	4,8	5,1	5,3	5,6	5,9
NNE	4,0	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5
NE	9,5	10,0	10,5	10,7	11,1	11,5
ENE	3,7	4,0	4,4	4,6	4,8	5,1
E	4,1	4,5	5,0	5,2	5,5	6,0
ESE	1,6	1,9	2,2	2,3	2,5	2,8
SE	3,0	3,4	3,8	4,0	4,3	4,7
SSE	2,7	3,2	3,6	3,8	4,1	4,5
S	0,7	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1
SSW	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SW	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
WSW	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
W	3,8	4,3	4,9	5,2	5,5	6,0
WNW	1,8	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6
NW	3,9	4,2	4,6	4,8	5,0	5,4
NNW	2,6	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9

*Ghi chú:* hướng N: bắc, NNE: bắc đông bắc, NE: đông bắc, ENE: đông đông bắc, E: đông, ESE: đông đông nam, SE: đông nam, SSE: nam đông nam, S: nam, SSW: nam tây nam, SW: tây nam, WSW: tây tây nam, W: tây, WNW: tây tây bắc, NW: tây bắc, NNW: bắc tây bắc



Ghi chú : Calm – Lặng sóng

**Hình 4.** Biến động tần suất lặng sóng theo các tháng có gió mùa đông bắc  
**Fig. 4.** The change of the wave calm frequency in the northeastern monsoon months



**Hình 5.** Sơ đồ hoa sóng của các tháng 01 (T. 01) – tháng 12 (T. 12)  
**Fig. 5.** Wave rose diagram of January (M. 01) – December (M.12)



#### IV. THẢO LUẬN

- Đặc điểm của chế độ sóng ở vùng biển khơi Bình Định rất phức tạp và luôn bị ảnh hưởng mạnh bởi các trường gió mùa đông bắc. Chế độ sóng của điểm nghiên cứu có tần suất lạng sóng của các tháng có gió mùa đông bắc nhỏ nhất 28,7%, lớn nhất 48,4%. Trong thời gian 21 năm sóng có độ cao từ 0,25 đến 1,0 m luôn chiếm tỷ trọng cao trong các thang tần suất độ cao sóng.

- Dự báo độ cao sóng cực đại tương ứng với hoàn kỳ khác nhau: 5 năm, 10 năm, 20 năm, 50 năm và 100 năm cho các hướng cho thấy các hướng N, NNE, NE,

ENE luôn xuất hiện sóng có độ cao lớn lên đến 11,5 m xảy ra một lần cho hoàn kỳ 100 năm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

CERC, 1984. Shore Protection Manual, 4<sup>th</sup> ed., Vol. 2, U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C., pp. 1 - 88.

Harald Cramer, 1969. Phương pháp toán học trong thống kê (Nguyễn Khắc Phục, Nguyễn Duy Tiên, Đào Hữu Hồ dịch). NXB Khoa học, Hà Nội.

Người nhận xét:

- TS. Nguyễn Bá Xuân
- TS. Trịnh Thế Hiếu