

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NĂNG LƯỢNG SÓNG VEN BỜ CHO DẢI VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM

Trần Thanh Tùng¹
Lê Đức Dũng²

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính toán năng lượng sóng tương đương cho dải ven biển miền Trung Việt Nam bằng mô hình số trị. Các kết quả nghiên cứu này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu tiềm năng cấp Nhà nước “Nghiên cứu áp dụng giải pháp Nuôi Bãi Nhân Tạo cho các đoạn bờ biển bị xói lở ở khu vực miền Trung Việt Nam”, mã số KC.08.TN03/11-15, nhằm xác định các khu vực có tiềm năng nuôi bãi ở dải ven biển miền Trung, phục vụ phát triển kinh tế xã hội và phòng tránh thiên tai.

Keyword: Đặc trưng sóng, năng lượng sóng, MIKE 21SW, miền Trung

I. MỞ ĐẦU

Với đường bờ biển dài trên 3.260m với gần 3000 hòn đảo lớn nhỏ, nước ta có lợi thế và tiềm năng to lớn để phát triển kinh tế biển. Bên cạnh đó, bờ biển nước ta có rất nhiều danh lam thắng cảnh đẹp với những bãi cát dài, là điều kiện lý tưởng cho du lịch và an dưỡng nghỉ mát. Tuy nhiên, bên cạnh những tiềm năng to lớn mà thiên nhiên ban tặng đó, hàng năm vùng ven biển nước ta, đặc biệt là dải bờ biển Miền Trung luôn phải hứng chịu nhiều thiên tai như bão, áp thấp nhiệt đới, gió mùa, triều cường, nước dâng..., đặc biệt là diễn biến xói lở phức tạp gây mất đất và thiệt hại về kinh tế - xã hội tại các vùng ven biển. Khu vực miền Trung với địa hình sông ngắn và dốc, vùng biển thoáng ít đảo che chắn nên bị chịu tác động trực tiếp của sóng và sóng cũng là nguyên nhân chính tạo ra dòng chảy ven bờ và diễn biến bùn cát. Do đó vấn đề nghiên cứu và xây dựng được bức tranh tổng thể về trường năng lượng sóng ven bờ khu vực miền Trung có ý nghĩa quan trọng làm cơ sở khoa học để đưa ra các phương án nuôi bãi nhân tạo hợp lý cho các đoạn bờ biển xói lở. Để tính toán trường năng lượng sóng ven bờ ở khu vực miền Trung, nhóm tác giả đã thu thập, chỉnh lý và phân tích số liệu quan trắc sóng, gió nhiều năm tại trạm Cồn Cỏ (1990-2009) và kết hợp

với sử dụng mô hình toán lan truyền sóng Mike21 để đưa ra bản đồ năng lượng sóng cho khu vực ven bờ miền Trung.

II. NGHIÊN CỨU VỀ NĂNG LƯỢNG SÓNG TẠI VIỆT NAM

Năng lượng sóng biển đã được nghiên cứu và ứng dụng trên thế giới từ những năm 1940, tuy nhiên tại Việt Nam năng lượng sóng biển mới chỉ được nghiên cứu và ứng dụng từ năm 2000 trở lại đây. Các nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào nghiên cứu tiềm năng năng lượng sóng ở vùng nước sâu và khả năng khai thác năng lượng sóng phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Có thể liệt kê một số nghiên cứu tiêu biểu như:

- Nguyễn Hữu Nhật "Nghiên cứu sử dụng năng lượng sóng biển làm nguồn chiếu sáng phao tín hiệu hoạt động ngoài khơi biển Việt Nam". Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Viện Công nghệ GTVT, Bộ GTVT, Hà Nội 2002;

- Đỗ Ngọc Quỳnh "Đánh giá tiềm năng năng lượng biển Việt Nam". Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam 2002-2003;

- Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Diễm "Khai thác năng lượng sóng trên thế giới và sơ bộ đánh giá tiềm năng nguồn năng lượng này ở Việt Nam". Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học toàn quốc, Hạ Long 2007;

- Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Diễm và nnk. "Năng lượng sóng biển khu vực biển Đông và vùng biển Việt Nam". Viện Khoa học và

¹ Khoa Kỹ thuật Biển, Đại học Thủy lợi,
Tunghwru@gmail.com

² Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo,
dung.ld.wru@gmail.com

Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, 2009.

Tuy nhiên các công trình nghiên cứu về năng lượng sóng biển ở nước ta cho tới nay mới chủ yếu tập trung vào xác định những khu vực có năng lượng sóng lớn để đánh giá tiềm năng khai thác nguồn năng lượng này phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Phạm vi nghiên cứu năng lượng sóng chủ yếu là khu vực ngoài khơi. Bên cạnh những vấn đề đó năng lượng sóng còn là nguyên nhân chính gây ra dòng chảy ven bờ và vận chuyển bùn cát nhưng cho đến nay các nghiên cứu về năng lượng sóng để phục vụ cho tính toán dòng chảy ven bờ và vận chuyển bùn cát còn hạn chế. Do đó việc nghiên cứu năng lượng sóng là vấn đề quan trọng và cần thiết đặc biệt là khu vực giải bờ biển miền Trung, nơi chịu tác động trực tiếp của sóng, diễn biến xói lở bờ biển do sóng là thường xuyên và phức tạp.

III. CÁC ĐẶC TRƯNG SÓNG Ở DẢI VEN BIỂN MIỀN TRUNG

Dọc ven biển miền Trung từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận đều có các bờ biển thoáng, bãi biển cát thô và dốc do đó với vùng bờ dạng này sóng phải lớn hơn một giá trị nào đó mới có thể gây vận chuyển cát và biến đổi địa hình đáy một cách đáng kể. Đối với vùng bờ biển này, theo các tính toán sơ bộ chỉ những cơn sóng được quan trắc tại trạm Cồn Cỏ có độ cao lớn hơn 0,5m khi lan truyền vào khu vực ven bờ mới có khả năng gây vận chuyển bùn cát một cách đáng kể. Bởi vậy, khi tính toán sóng phục vụ vận chuyển bùn cát thì các cơn sóng có độ cao nhỏ hơn 0,5m có thể bỏ qua. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm từ trước tới nay trên thế giới thấy rằng lượng bùn cát vận chuyển dọc bờ tỷ lệ thuận với trường năng lượng sóng ven bờ. Vì vậy, thay vì tính đến tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m theo một hướng nào đó, có thể

dùng một sóng có năng lượng bằng năng lượng trung bình của tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m với thời gian tác dụng của sóng này bằng tổng thời gian tác dụng của tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m. Điều đó có nghĩa là đối với mỗi hướng sóng, ta có một độ cao sóng có năng lượng tương đương $\overline{H_s}$ được tính như sau:

$$\overline{H_s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i H_i^2}{\sum_{i=1}^n n_i}} \quad (1)$$

Trong đó: n_i là tần suất xuất hiện sóng nằm trong khoảng độ cao H_i theo hướng k .

t_k là thời gian xuất hiện sóng $\overline{H_k}$ trong 1 tháng thứ k được tính như sau:

$$t_k = N \sum_{i=1}^n n_i \quad (2)$$

Trong đó: N là tổng số ngày trong thời gian 1 tháng.

Từ số liệu sóng quan trắc tại trạm Cồn Cỏ [3] trong 20 năm (1990-2009) với chế độ quan trắc là 3 ốp/ngày (7 giờ; 13 giờ; 19 giờ). Các giá trị năng lượng sóng tương đương được thống kê và tính toán cho từng hướng và trung bình theo từng tháng. Trong nghiên cứu này năng lượng sóng tương đương được tính toán cho 8 hướng sóng chính và 12 tháng trong năm. Sau đó từ số liệu sóng tương đương trung bình theo từng tháng tính toán được năng lượng sóng trung bình năm. Để đặc trưng cho năng lượng sóng mùa Đông và năng lượng sóng mùa Hè trong bài báo này trình bày kết quả tính toán năng lượng sóng tương đương trong tháng 1 (đặc trưng cho mùa Đông) và tháng 7 (đặc trưng cho mùa Hè) kết quả được trình bày tại các Bảng 1, 2 và 3:

Bảng 1: Năng lượng sóng tương đương tháng 1(1990-2009)

Hướng sóng	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Chiều cao sóng H(m)	1.33	1.57	1.06	1.09	1	1.17	1	1.6
Chu kỳ sóng T(s)	4.5	4.8	4.0	4.0	3.9	4.2	3.9	4.9
t_k (ngày)	5.5	8.1	2.1	1.5	0.1	0.3	0.4	7.8

Bảng 2: Năng lượng sóng tương đương tháng 7 (1990-2009)

Hướng sóng	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Chiều cao sóng H(m)	1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1.2	1
Chu kỳ sóng T(s)	3.9	4.0	4.0	4.0	3.9	4.2	4.2	3.9
t_k (ngày)	0.2	1.9	0.7	4.7	0.8	13	0.7	0.5

Bảng 3: Năng lượng sóng tương đương năm (1990-2009)

Hướng sóng	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Chiều cao sóng H(m)	1.5	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4
Chu kỳ sóng T(s)	4.7	4.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.6
t_k (ngày)	31.9	74.5	24	40.8	3	47.4	3.2	57.4

Ngoài ra trong quá trình tính toán trường năng lượng sóng tương đương năm thì yếu tố gió cũng góp phần lớn làm tăng chiều cao sóng trong quá trình tính toán, do đó trong quá trình tính toán năng lượng gió tương đương cũng được đưa vào làm điều kiện biên tính toán. Kết quả tính toán thống kê năng lượng gió tương đương được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4: Năng lượng gió tương đương năm (1990-2009)

Hướng gió	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Vận tốc gió(m)	6.1	5.1	4.2	4.1	3.5	5.1	4.2	5.1
t_k (ngày)	57.6	43.1	39.5	49.8	18	56.4	10.5	43

IV. THIẾT LẬP MÔ HÌNH SÓNG VEN BỜ DẢI VEN BIỂN MIỀN TRUNG

4.1 Tổng quan về mô hình tính sóng

Hiện nay việc tính toán trường sóng và dòng chảy ven bờ bằng các mô hình số trị đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước thế giới, như mô hình Delf3D, POM, Mike 21..., các mô hình này có ưu điểm là có thể tính toán được trường sóng và dòng chảy trên cả một khu vực; thời gian tính toán nhanh; kết quả tính toán với sai số cho phép chấp nhận được. Trong nghiên cứu này với mục đích mô phỏng và tính toán trường sóng và dòng chảy ven bờ khu vực miền Trung, nhóm tác giả đã lựa chọn phần mềm Mike21 để tính toán do đây phần mềm tích hợp đa tính năng; đã và đang được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam và trên thế giới với độ tin cậy cao; giao diện mô hình thân thiện, dễ sử dụng.

Mô đun được sử dụng để tính toán lan truyền sóng trong phần mềm Mike 21 là Mike 21SW,

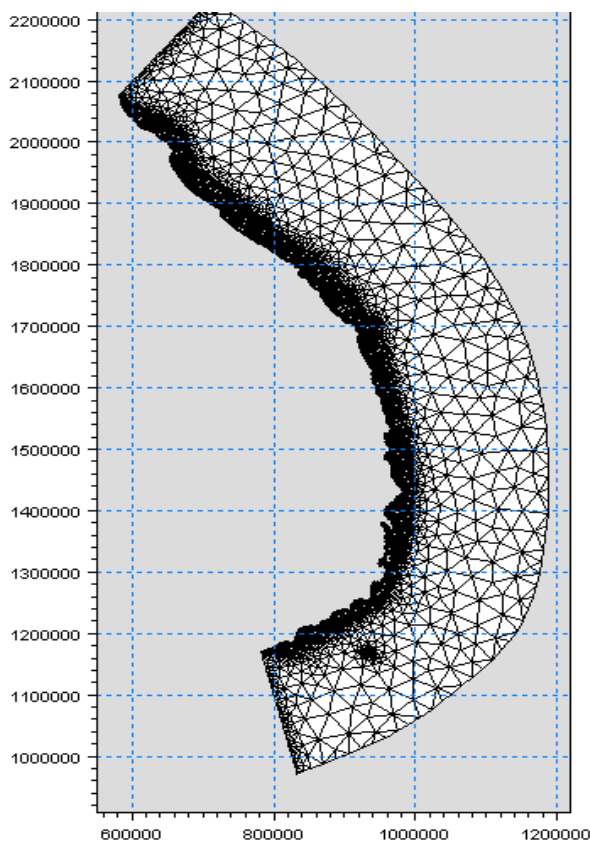
đây là mô đun tính phổ sóng gió dựa trên lưới tính toán phi cấu trúc. Mô đun này có thể tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ. Động lực học của sóng trọng lực được mô phỏng dựa trên phương trình mật độ tác động sóng. Phổ mật độ tác động sóng thay đổi theo không gian và thời gian là một hàm của hai tham số pha sóng. Hai tham số sóng là vector sóng k và hướng sóng θ .

Tính toán lan truyền sóng trong mô đun Mike 21 SW [2] có xét tới các hiện tượng sau:

- Sóng phát triển bởi sự tác động của gió;
- Tương tác sóng là phi tuyến;
- Tiêu tán sóng do sóng bạc đầu; do ma sát đáy; và do hiện tượng 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.

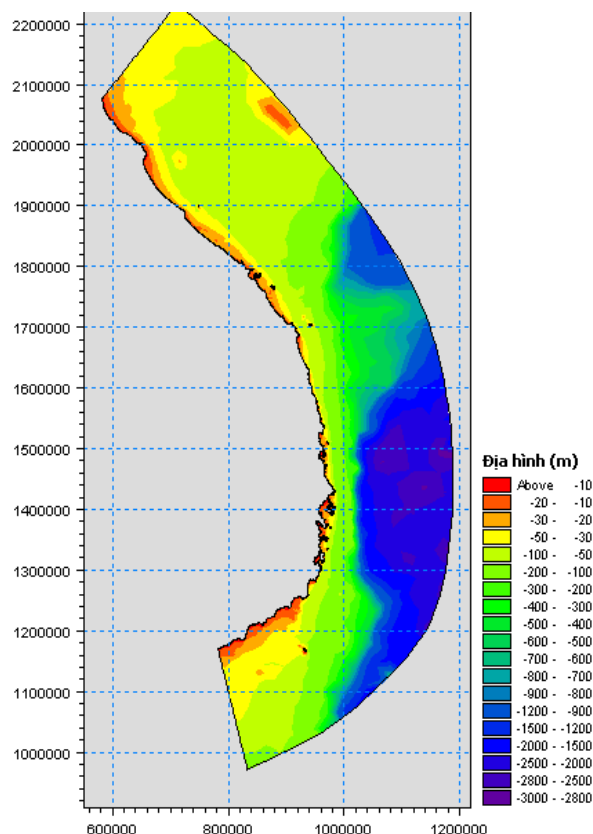
4.2 Thiết lập miền tính lưới tính

Khu vực tính toán trong nghiên cứu được giới hạn từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận với giới hạn điểm đầu có tọa độ ở kinh độ: 106.93^0 ; vĩ độ: 20.27^0 . Giới hạn điểm cuối của miền tính có tọa độ ở kinh độ: 108.05^0 ; Vĩ độ: 8.75^0 .



Hình 1: Lưới khu vực tính toán

Hệ tọa độ trong mô hình được quy đổi về hệ tọa độ UTM48, địa hình khu vực được lấy từ số liệu thực đo của Hải Quân Việt Nam (xem Hình 2) và đã được quy đổi về cao độ quốc gia, lưới tính toán là lưới phi cấu trúc với 10125 ô lưới (xem tại Hình 1).



Hình 2: Địa hình khu vực tính toán

4.3 Điều kiện biên

Để sử dụng kết quả tính toán lan truyền sóng phục vụ xây dựng bản đồ năng lượng sóng tương đương cho khu vực nghiên cứu, cần đưa ra được các thông mô hình hợp lý thông qua việc kiểm định mô hình. Các điều kiện biên được sử dụng trong mô hình bao gồm:

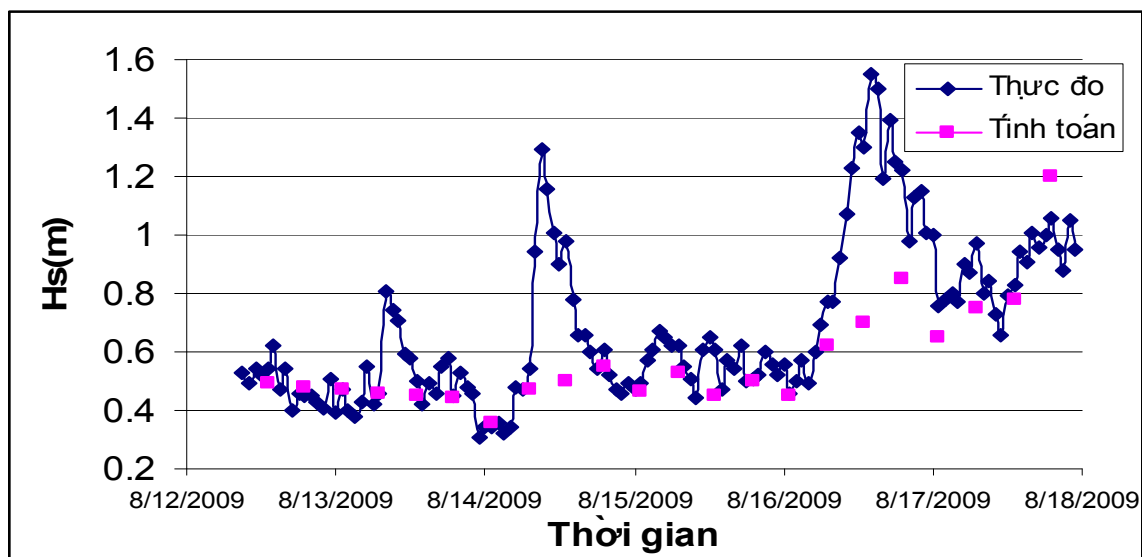
- + Điều kiện biên mực nước (các số liệu đã được quy về cao độ quốc gia): số liệu mực nước tại 3 biên biển được tính toán từ số liệu hằng số thủy triều trên toàn biển Đông (trong mô hình MIKE) từ ngày 1/8/2009 đến ngày 30/8/2009, mỗi giờ có một số liệu; các trường trong điều kiện biên mực nước gồm: thời gian, giao động

mực nước và vị trí tại các nút trên biên;

- + Điều kiện biên sóng: số liệu sóng được quan trắc tại trạm Cồn Cỏ từ ngày 1/8/2009 đến 30/8/2009, ổp quan trắc sóng là 7 giờ một số liệu; các trường trong điều kiện biên sóng gồm: thời gian, chiều cao sóng, chu kỳ sóng và hướng sóng.

4.4 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Bộ thông số mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định giữa chuỗi số liệu sóng thực đo trong đợt khảo sát tại khu vực cửa Tùng từ ngày 12/8/2009 đến 18/8/2009 với số liệu sóng quan trắc tại trạm Cồn Cỏ trong tháng 8/2009. Kết quả kiểm định sóng trình bày tại bảng 3.



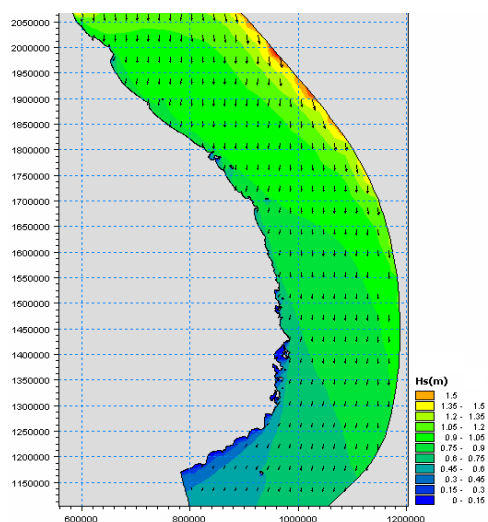
Hình 3: So sánh chiều cao sóng thực đo và tính toán tại khu vực cửa Tùng

Số liệu tính toán mô phỏng chiều cao sóng bằng mô hình so với số liệu thực đo cho kết quả tương đối tốt, chiều cao sóng tính toán bám sát chuỗi số liệu sóng thực đo mặc dù một số điểm chiều cao sóng tính toán nhỏ hơn chiều cao sóng thực đo do số liệu sóng thực đo quan trắc dày hơn với 1 tiếng có 1 số liệu còn chuỗi sóng tính toán là 7 tiếng có 1 số liệu. Về tổng thể thì số liệu sóng tính toán có xu thế, đáng điệu và sự

trùng pha tương đối phù hợp với số liệu thực đo, từ đó cho thấy mô hình được thiết lập với bộ thông số đã hiệu chỉnh là đáng tin cậy và có thể tính toán cho các trường hợp khác.

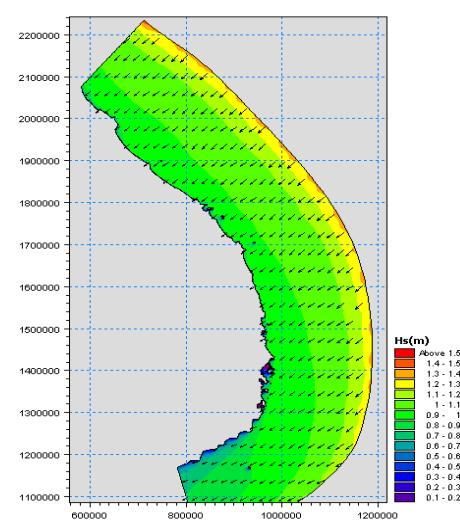
V. BẢN ĐỒ NĂNG LƯỢNG SÓNG VÙNG VEN BỜ MIỀN TRUNG

5.1 Tính toán trường sóng cho dải bờ biển miền Trung



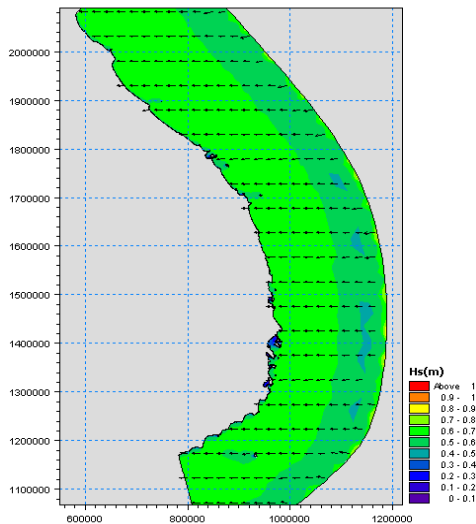
Hình 9: Trường sóng tương đương hướng Bắc

Quan phân tích thống kê số liệu sóng quan trắc nhiều năm tại các trạm ven bờ khu vực miền Trung (trạm Cồn Cỏ, Lý Sơn, Vũng Áng) cho thấy khu vực biển miền Trung chủ yếu chịu ảnh hưởng của 5 hướng sóng chính là

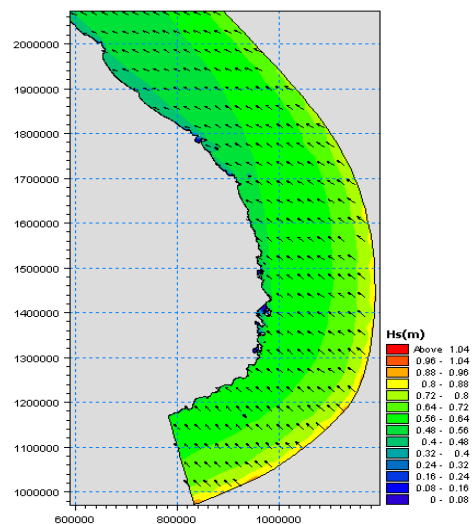


Hình 10: Trường sóng tương đương hướng Đông Bắc

hướng: Bắc, Đông Bắc, Đông, Đông Nam và Nam. Do đó bản đồ năng lượng sóng trung bình năm khu vực miền Trung được xây dựng dựa trên 5 hướng sóng chính này.



Hình 11: Trường sóng tương đương hướng Đông



Hình 12: Trường sóng tương đương hướng Đông Nam

Toàn bộ dải bờ biển khu vực nghiên cứu được chia thành 22 đoạn theo nguyên tắc các đoạn có cùng điều kiện tự nhiên (cùng là bờ biển cát thẳng, hoặc vũng vịnh), có tính chất bùn cát đáy và có hướng đường bờ tương đối đồng nhất. Chi tiết về cách phân đoạn có thể tham khảo tại [1]. Từ số liệu sóng tương đương nước sâu, sử dụng mô hình Mike 21 SW để tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi vào chân công trình, kết quả tính toán được trình bày ở các hình từ 8 đến 12 cho các hướng Bắc, Đông Bắc, Đông và Đông Nam.

5.2 Bản đồ năng lượng sóng tương đương

Bản đồ năng lượng sóng tương đương trung bình năm được xây dựng dựa trên bản đồ lan truyền sóng tương đương từ ngoài khơi vào chân công trình theo 5 hướng ở trên.

Năng lượng sóng đơn vị được tính toán từ chiều cao sóng theo công thức:

$$E = \frac{1}{8} \rho \cdot g \cdot H^2 \quad (3)$$

Trong đó: E: là năng lượng sóng (J);

ρ : là khối lượng riêng của nước biển (1025 Kg/m^3);

H: là chiều cao sóng ở vùng tính năng lượng sóng tương đương (m).

Trong nghiên cứu này năng lượng sóng tương đương được tính toán cho khu vực từ bờ ra tới độ sâu 20m nước. Năng lượng sóng tương đương trung bình năm theo từng hướng được tính theo công thức:

$$E = \frac{1}{8} \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \frac{t_{tk}}{T} \quad (4)$$

Trong đó: t_{tk} : là thời gian con sóng xuất hiện trong một năm (s)

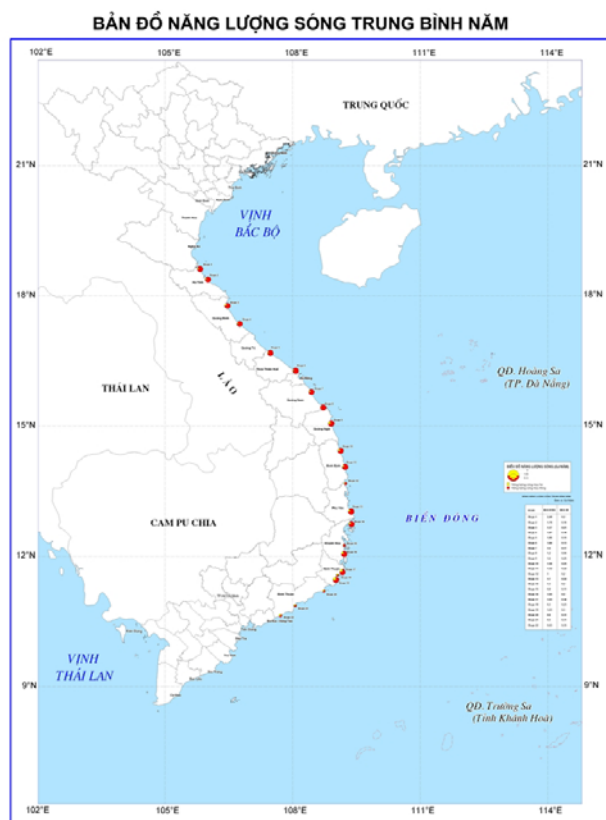
T: là chu kỳ của con sóng đó (s)

Kết quả tính toán năng lượng sóng tương đương được trình bày ở hình 14 và tại bảng 5.

Bảng 5: Giá trị năng lượng sóng trung bình năm

Đoạn	Mùa Đông (GJ/năm)	Mùa Hè (GJ/năm)	Đoạn	Mùa Đông (GJ/năm)	Mùa Hè (GJ/năm)
Đoạn 1	2.48	0.20	Đoạn 12	1.00	0.20
Đoạn 2	1.78	0.16	Đoạn 13	1.70	0.22
Đoạn 3	1.37	0.21	Đoạn 14	1.30	0.20
Đoạn 4	1.87	0.18	Đoạn 15	0.80	0.11

Đoạn	Mùa Đông (GJ/năm)	Mùa Hè (GJ/năm)	Đoạn	Mùa Đông (GJ/năm)	Mùa Hè (GJ/năm)
Đoạn 5	1.86	0.15	Đoạn 16	1.05	0.20
Đoạn 6	1.84	0.13	Đoạn 17	1.03	0.34
Đoạn 7	1.50	0.17	Đoạn 18	0.30	0.23
Đoạn 8	1.20	0.04	Đoạn 19	1.01	0.30
Đoạn 9	1.60	0.25	Đoạn 20	0.60	0.31
Đoạn 10	1.56	0.25	Đoạn 21	0.50	0.31
Đoạn 11	1.52	0.22	Đoạn 22	0.63	0.35



Hình 14: Bản đồ năng lượng sóng trung bình năm khu vực ven biển miền Trung

V. Kết luận

Bài báo đã trình bày các kết quả tính toán năng lượng sóng ven bờ bằng mô hình số trị tính toán lan truyền sóng theo các hướng khác nhau vào dải bờ biển miền Trung phục vụ xây dựng bản đồ năng lượng sóng trung bình năm. Các kết quả tính toán này có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu phân vùng các bãi biển có tiềm năng nuôi bãi cho dải bờ biển miền Trung. Các kết quả nghiên cứu cho thấy vùng có năng

lượng sóng lớn chủ yếu tập trung ở khu vực Bắc Trung Bộ (từ Hà Tĩnh đến Huế) và một phần của khu vực Trung trung Bộ (từ Đà Nẵng tới Bình Định). Nam Trung Bộ, từ Khánh Hoà đến Bình Thuận, năng lượng sóng nhỏ hơn từ 3 đến 5 lần so với khu vực Bắc Trung Bộ. Một số đoạn bờ biển nằm bên trong các vũng vịnh, được che chắn tương đối tốt cũng có năng lượng sóng tương đương khá nhỏ so với những đoạn bờ biển trực diện.

Kết quả tính toán năng lượng sóng tương đương ở khu vực miền Trung cũng cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa năng lượng sóng các tháng mùa đông (từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau) và các tháng mùa hè. Năng lượng sóng mùa đông chiếm ưu thế trên toàn dải bờ biển nghiên cứu, nhưng sự chênh lệch giữa năng lượng sóng mùa đông và năng lượng sóng mùa hè giảm dần từ bắc vào nam.

Trong giới hạn nghiên cứu của đề tài việc sử dụng số liệu sóng để tính toán năng lượng sóng cho toàn dải miền Trung mới chỉ là số liệu sóng tại trạm Cồn Cỏ do đó chưa phải là đặc trưng tốt nhất để tính toán năng lượng sóng cho dải miền Trung. Tuy nhiên số liệu sóng tại các trạm dọc ven biển miền Trung hiện nay được đo đạc và thống kê chưa đồng bộ, số liệu đo đạc giữa các trạm chưa được đồng hóa và đưa về cùng mốc thời gian và quy chuẩn nhất định. Do đó vấn đề này cần phải được tiếp tục nghiên cứu. Vì vậy kết quả nghiên cứu của bài báo mới chỉ dừng lại là sơ sở khoa học và tiền đề cho việc lựa chọn các dự án về năng lượng và xử lý xói lở.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dũng, Lê Đức. 2012, Chuyên đề nghiên cứu “*Tính toán xác định các đặc trưng sóng, mực nước triều, dòng chảy ven bờ và bùn cát cho dải bờ biển miền Trung phục vụ tính toán nuôi bãi*”. Đề tài KC.08.TN03/11-15. 2012
- [2] Danish Hydraulics Institute (DHI). "*Mike21SW User's Manual*" 2007.
- [3] Số liệu sóng và gió quan trắc tại trạm Cồn Cỏ (1990-2009);
- [4] Đỗ Ngọc Quỳnh "Đánh giá tiềm năng năng lượng biển Việt Nam". Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam 2002-2003;
- [5] Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Điền "Khai thác năng lượng sóng trên thế giới và sơ bộ đánh giá tiềm năng nguồn năng lượng này ở Việt Nam". Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học toàn quốc, Hạ Long 2007;
- [6] Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Điền và nnk. "Năng lượng sóng biển khu vực biển Đông và vùng biển Việt Nam". Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, 2009.

Abstract

COMPUTATION OF NEARSHORE WAVE ENERGY FOR THE CENTRAL COAST OF VIETNAM

This paper presents results from an investigation of wave energy along the central coast of Vietnam derived from analysis of wave climate predictions generated by the numerical model MIKE21. The spatial and temporal variations of the wave energy at the study area are presented and described. Several parameters to describe and quantify the temporal variation of wave energy resources are presented and discussed. The results of this study will provide scientific base for evaluation and assessment of potential beach sections that could apply for beach nourishment for the central coast of Vietnam.

Keyword: Wave characteristics, wave energy, central coast Vietnam, Mike 21

Người phản biện: PGS.TS. Vũ Minh Cát

BBT nhận bài: 18/10/2012

Phản biện xong: 18/12/2012